



RAPPORT

La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement

FAIRE PROGRESSER NOS
CONNAISSANCES POUR AGIR



Santé
Canada

Health
Canada

Canada



Santé Canada est le ministère fédéral responsable d'aider les Canadiennes et les Canadiens à maintenir et à améliorer leur état de santé. Santé Canada s'est engagé à améliorer la vie de tous les Canadiens et à faire du Canada l'un des pays où les gens sont le plus en santé au monde, comme en témoignent la longévité, les habitudes de vie et l'utilisation efficace du système public de soins de santé.

Also available in English under the title:

Health of Canadians in a Changing Climate: Advancing our Knowledge for Action

Pour obtenir plus d'information, veuillez communiquer avec :

Santé Canada

Indice de l'adresse 0900C2

Ottawa (Ontario) K1A 0K9

Tél. : 613-957-2991

Sans frais : 1-866-225-0709

Télec. : 613-941-5366

ATS : 1-800-465-7735

Courriel : hc.publications-publications.sc@canada.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par la ministre de la Santé, 2022

Date de publication : février 2022

La présente publication peut être reproduite sans autorisation pour usage personnel ou interne seulement, dans la mesure où la source est indiquée en entier.

Cat. : H129-121/2022F-PDF

ISBN : 978-0-660-41526-0

Pub. : 210510

Ce rapport a été élaboré avec la compréhension et la reconnaissance que le Canada a été bâti sur les terres ancestrales de nombreux peuples des Premières nations et Inuits culturellement diversifiés et historiquement distincts. Le Canada fait également partie des terres ancestrales des Métis. Nous reconnaissons respectueusement tous les peuples autochtones sur les terres traditionnelles desquels nous vivons et travaillons.



La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir

REMERCIEMENTS.....	7	
ÉNONCÉS PRINCIPAUX	12	
SOMMAIRE	18	
CHAPITRE 1	Liens entre les changements climatiques et la santé..... 37	
CHAPITRE 2	Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada	59
CHAPITRE 3	Aléas naturels	130
CHAPITRE 4	Santé mentale et bien-être	252
CHAPITRE 5	Qualité de l'air	318
CHAPITRE 6	Maladies infectieuses.....	409
CHAPITRE 7	Qualité, quantité et sécurité de l'eau	529
CHAPITRE 8	Salubrité et sécurité des aliments	608
CHAPITRE 9	Changements climatiques et équité en santé.....	699
CHAPITRE 10	Adaptation et résilience des systèmes de santé.....	760
PROJET DE GLOSSAIRE	860	



Éditeurs

Peter Berry, Santé Canada

Rebekka Schnitter, Santé Canada

Suggestion de citation

Berry, P., et Schnitter, R. (éd.). (2022). *La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir*. Ottawa (Ontario) : gouvernement du Canada.

Auteurs

Peter Berry, Santé Canada

Phil Blagden, Santé Canada

Céline Campagna, Institut national de santé publique du Québec et Centre Terre, Eau, Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique

Marika Egyed, Santé Canada

Paddy Enright, Santé Canada et Université de Waterloo

Pierre Gosselin, Institut national de santé publique du Québec et Centre Terre, Eau, Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique

Sherilee Harper, Université de l'Alberta

Katie Hayes, Santé Canada et Université de Toronto

Centre de collaboration nationale de la santé autochtone avec les contributions de Donna Atkinson, Roberta Stout, Regine Halseth et Margo Greenwood

Nicholas Ogden, Agence de la santé publique du Canada

Rebekka Schnitter, Santé Canada

Tim K. Takaro, Université Simon Fraser



Contributeurs

Lewis Archer, Programme de réconciliation nationale de Save the Children

Donna Atkinson, Centre de collaboration nationale de la santé autochtone

Jura Augustinavicius, Université McGill

Amber Bedard, Université de Calgary

Peter Berry, Santé Canada

Catherine Bouchard, Agence de la santé publique du Canada

Gabrielle Brankston, Université de Guelph

Elizabeth Brown, Santé publique Ontario

Jordan Brubacher, Université Simon Fraser

Chris Buse, Université de Northern British Columbia et Université de la Colombie-Britannique

Céline Campagna, Institut national de santé publique du Québec et Centre Terre, Eau, Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique

Susan Clayton, Collège de Wooster

Christina Cook, Université de la Colombie-Britannique

Tricia Corrin, Agence de la santé publique du Canada

Ashlee Cunsolo, Université Memorial

David Demers-Bouffard, Institut national de santé publique du Québec

Antonia Dibernardo, Agence de la santé publique du Canada

Shawn Donaldson, Santé Canada et Université Carleton

Michael A. Drebot, Agence de la santé publique du Canada

Gemma Dunn, Uisce (Ishka) Consulting International

Betty Edwards, Santé Canada

Susan Elliott, Université de Waterloo

Paddy Enright, Santé Canada et Université de Waterloo

Aamir Fazil, Agence de la santé publique du Canada

David N. Fisman, Université de Toronto

Mike Flannigan, Université de l'Alberta

Manon Fleury, Agence de la santé publique du Canada

James Ford, Université de Leeds

Eleni Galanis, Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique et Université de la Colombie-Britannique

Lindsay Galway, Université Lakehead

Pierre Gosselin, Institut national de santé publique du Québec et Centre Terre, Eau, Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique

Amy Greer, Université de Guelph

Regine Halseth, Centre de collaboration nationale de la santé autochtone

Carla Hilario, Université de l'Alberta

Emily Jenkins, Université de la Saskatchewan

Daniel Jubas-Malz, Réseau universitaire de santé

Nia King, Université Queen's

Tom Kosatsky, Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique

Julianne Kus, Université de Toronto

Eric Lavigne, Santé Canada

Patrick A. Leighton, Université de Montréal et CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal

Alexandra Lesnikowski, Université Concordia

L. Robbin Lindsay, Agence de la santé publique du Canada

Benny Ling, Santé Canada

Diana Valencia Lopez, Santé Canada

Ann-Marie Lowe, Agence de la santé publique du Canada

Antoinette Ludwig, Agence de la santé publique du Canada

Catherine Macdonald, Alliance pour des communautés en santé

Morgan MacNeill, Santé Canada

Paul Makar, Environnement et Changement climatique Canada

Maria Malik, Agence canadienne d'inspection des aliments

Carlyn Matz, Santé Canada

Deborah McGregor, Université York

Lorraine McIntyre, Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique

Ericha Moores, Ressources naturelles Canada

Shaun K. Morris, Université de Toronto

Tyrone Munroe, Four Arrows Regional Health Authority

Hannah Tait Neufeld, Université de Waterloo

Victoria Ng, Agence de la santé publique du Canada

Jolly Noor, Université de Waterloo

Jaclyn Paterson, Santé Canada



Radenko Pavlovic, Environnement et Changement
climatique Canada

Melissa Perri, Université de Toronto

David Plummer, Environnement et Changement
climatique Canada

Sami Qutob, Santé Canada

Jacinthe Racine, Environnement et Changement
climatique Canada

Pierre Raymond, Santé Canada

Jérôme Ribesse, Synergie Santé Environnement

Gabrielle Richards, Université d'Ottawa

Robyn Rittmaster, Santé Canada

Rebekka Schnitter, Santé Canada

Shanaya Singh, Santé Canada

Ben Smith, Agence de la santé publique du Canada

Roberta Stout, Centre de collaboration nationale de
la santé autochtone

Rebecca Stranberg, Santé Canada

Denise Thomson, Université de l'Alberta

Linda Varangu, Coalition canadienne pour un système de
santé écologique

Marielle Verret, Santé Canada

Linda Vrbova, Agence de la santé publique du Canada

Lisa Waddell, Agence de la santé publique du Canada

Shannon Waters, Vancouver Coastal Health

Aaron Wilson, Santé Canada

Heidi Wood, Agence de la santé publique du Canada

Guoliang Xi, Santé Canada



Remerciements

Le Bureau des changements climatiques et de l'innovation de Santé Canada tient à exprimer sa reconnaissance aux personnes suivantes qui ont contribué à l'élaboration des chapitres consacrés à l'évaluation.

Amreen Babujee, Katharine Neale, Alexandra Sawatzky, Francesca Cardwell, Robyn Hocking

Il convient également de saluer les contributions de Carolyn Brown à la rédaction et à la révision technique qui ont rendu cette publication possible.

Examineurs

Le Bureau des changements climatiques et de l'innovation de Santé Canada tient à reconnaître la contribution des personnes suivantes qui ont offert des conseils, examiné les chapitres et présenté des commentaires écrits.

Bryan Adlard, Abdul Afghan, Christina Ameni, Eric Aubin, Helen Berry, Sonya Billiard, Barrie Bonsal, Elizabeth Bush, Tia Caprino, Anne Castelino, Keith Chau, Jade Craig-Payette, Ashlee Cunsolo, Angie Daze, Rob de Ioe, Chris Derksen, Warren Dodd, Patricia D'Onghia, Helen Doyle, Monica Dutt, Kristie L. Ebi, Elizabeth Elliott, Neville Ellis, Marjorie Emmanuel, Neal Fann, Victor Gallant, Frank Geraghty, Zoe Gillespie, Nela Gojevic, Michelle Hooper, Courtney Howard, Kristen Howe, Dave Hutton, Cheryl Khoury, Richard King, Megan Kirchmerier-Young, Christina Lee-Fuller, Sarah Levitt, Johanna MacDonald, Carlyn Matz, Stephanie McFayden, Deborah McGregor, Jeremy McNeil, Natasha Mohammed, Asish Mohapatra, Andy Morse, Pemma Muzumdar, Erin Myers, Meghan Myles, Chad Nelson, Simon Otto, Claudel Pétrin-Desrosiers, Bruno Pilote, David Plummer, Dominique Poulin, Kim Raine, François-Nicolas Robinne, Pablo Romero-Barrios, Daniel Rosenbaum, Rainer Sauerborn, Ryan Schwartz, Tina Sheppard, Raquel Silva, Kelly Skinner, Victoria Tunstall, David Turcotte, Eduardo Vides, Sonia Wesche, Kyle Whyte, Kara Williamson, Britt Wray et Xuebin Zhang.

Secrétariat et coordination de l'examen par les pairs

Rebekka Schnitter, Peter Berry, Jolly Noor, et Brianna Dukeshire



Évaluation nationale du changement climatique et de la santé

Pourquoi cette évaluation est-elle nécessaire?

La rapidité des changements climatiques dans le monde et la possibilité de plus en plus réduite de maintenir le réchauffement en dessous de 1,5 °C (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [GIEC], 2018) ont sensibilisé davantage la population à l'urgence de se préparer aux impacts des changements climatiques sur la santé et d'atténuer les changements climatiques (Organisation mondiale de la Santé [OMS], 2018). Les réductions à court terme des gaz à effet de serre (GES) ne permettront pas de freiner le réchauffement de la planète au cours des prochaines décennies; il est nécessaire d'accroître les efforts et de s'adapter afin de protéger tous les Canadiens et les Canadiennes des impacts de ce dernier sur la santé (OMS, 2013; Smith et coll., 2014; Watts et coll., 2018). À l'échelle mondiale, des progrès ont été réalisés dans bien des domaines importants afin de préparer les citoyens et les systèmes de santé à faire face aux impacts des changements climatiques, mais il en reste encore beaucoup à faire dans de nombreux pays (Martinez et Berry, 2018).

Les autorités sanitaires, les chercheurs et les Canadiens et les Canadiennes veulent obtenir de l'information sur les effets actuels des changements climatiques sur la santé et sur l'incidence que ceux-ci pourraient avoir à l'avenir. De nombreux services de santé locaux ont entrepris des évaluations de la vulnérabilité en matière de santé et d'adaptation aux changements climatiques qui s'impose, et ont commencé à prendre des mesures pour les protéger la santé. Il y a de plus en plus de décideurs qui exigent d'avoir accès aux plus récentes données scientifiques sur les menaces pour la santé que posent les changements climatiques aux fins de nouveaux programmes locaux, provinciaux ou nationaux qui soutiennent les efforts de préparation à la lutte aux impacts. Un exemple est le Programme de renforcement des capacités d'adaptation aux changements climatiques sur le plan de la santé, le programme ADAPTATIONSanté, que Santé Canada a déployé en 2018 (gouvernement du Canada, 2019).

Parallèlement, des études d'attribution ont établi un lien de cause à effet entre les changements climatiques et les impacts sur la santé attribuables à des événements précis, alors que l'urgence de mieux comprendre les impacts des changements climatiques s'est intensifiée et que certaines études internationales ont laissé entendre que des relèvements même minimes de la température au cours des prochaines décennies auront des impacts considérables sur la santé (GIEC, 2018). Les scientifiques ont également signalé que l'adaptation en matière de santé pourrait avoir des limites (Watts et coll., 2015; GIEC, 2018), compte tenu des taux de réchauffement actuels.

La présente évaluation intitulée [*La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir*](#) constitue la première étude exhaustive depuis 2008 sur les risques actuels et prévus que posent les changements climatiques pour la santé des Canadiens et des Canadiennes. Elle a été élaborée par une équipe de plus de 80 experts en la matière provenant des autorités sanitaires régionales et fédérales et d'établissements universitaires de partout au Canada. Elle se veut une réponse aux besoins croissants de connaissances qu'ont les décideurs gouvernementaux, les organismes



de la société civile et les Canadiens et les Canadiennes et, à cet égard, fournit des données probantes et, si possible, de l'information quantitative afin de les aider à comprendre comment le climat du Canada change et quels sont les effets sur la santé et les systèmes de santé, y compris les conséquences pour les membres de la société les plus à risque. Quant aux principaux risques pour la santé, l'évaluation examine également les efforts de préparation aux changements climatiques déployés à l'heure actuelle, tant sur le plan individuel que national, et explore les mesures supplémentaires qui devraient être prises. Le rapport étudie aussi quels avantages accessoires très considérables pour la santé pourraient avoir des mesures de réduction des GES bien conçues.

Dans le cadre du processus national d'évaluation, *Le Canada dans un climat en changement* (Ressources naturelles Canada, 2020), la présente étude aide à mieux comprendre les impacts des changements climatiques et l'adaptation du gouvernement du Canada, notamment en mettant l'accent sur le climat en évolution du Canada (Bush et Lemmen, 2019), les enjeux nationaux, les perspectives régionales et les impacts sur les Premières Nations, les Métis, les Inuits et leurs collectivités. Le processus national d'évaluation repose sur un partenariat avec un grand nombre d'experts en la matière et d'utilisateurs de l'évaluation de tous les ordres de gouvernement, d'organisations autochtones, d'universités, de groupes professionnels et non gouvernementaux et du secteur privé. Il a recours à un comité consultatif national et à la Plateforme d'adaptation, et mobilise la population au moyen de réunions, de congrès et d'outils en ligne.

Structure du rapport

Les chapitres du présent rapport traitent des constatations pertinentes tirées de la littérature scientifique sur les risques prioritaires pour la santé liés aux changements climatiques et sur les options d'adaptation pour protéger la santé. Lorsque l'information est disponible, les chapitres fournissent des projections quantitatives relatives aux risques futurs pour la santé attribuables aux changements climatiques (voir le chapitre 5 : Qualité de l'air, le chapitre 6 : Maladies infectieuses et le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau). Le rapport comprend une analyse de l'interaction entre les changements climatiques et d'importants déterminants de la santé qui peuvent nuire à la capacité d'adaptation et à l'équité en santé à influencer sur la vulnérabilité à l'égard des impacts sur la santé (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé). L'évaluation comprend un chapitre distinct sur les impacts des changements climatiques sur la santé des Autochtones, de même que des données à ce sujet qui sont fournies tout au long du rapport (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). Tous les chapitres incluent des études de cas illustrant les mesures prises par les autorités sanitaires pour réduire les risques que posent les changements climatiques pour les Canadiens et les Canadiennes.

Le rapport est structuré comme suit :

[Le chapitre 1 : Liens entre les changements climatiques et la santé](#) – fournit de l'information sur la façon dont le climat du Canada change et devrait continuer de changer, afin de bien comprendre les menaces croissantes pour la santé. Il décrit la complexité des voies d'exposition de la santé aux changements climatiques et les principaux risques pour la santé auxquels font face les Canadiens et les Canadiennes.



[Le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada](#) – examine les impacts actuels des changements climatiques sur la santé des Premières Nations, des Inuits, des Métis et de leurs collectivités. Il met en évidence la contribution à ces impacts des effets actuels et passés du colonialisme, du racisme et de la discrimination et souligne au moyen d'études de cas les forces et la résilience des Autochtones en ce qui concerne la planification nécessaire pour faire face à ces impacts.

[Le chapitre 3 : Aléas naturels](#) – analyse les données probantes sur le type d'effets des changements climatiques sur les aléas naturels et leurs impacts sur la santé mentale, sociale et physique des Canadiens et des Canadiennes. Il fournit ensuite de l'information sur les stratégies d'adaptation efficaces pour réduire les risques et sur les avantages accessoires de la mise en œuvre de ces mesures. Il propose des axes de recherche pour combler les principaux manques de connaissances dans ce domaine.

[Le chapitre 4 : Santé mentale et bien-être](#) – traite des données probantes actuelles sur les impacts des changements et de la variabilité climatiques sur la santé mentale des Canadiens et des Canadiennes, notamment les régions et les populations plus à risque de subir ces impacts. Il souligne les facteurs importants qui contribuent au bien-être psychosocial et les options d'adaptation pour se préparer aux changements climatiques et limiter les impacts des aléas actuels.

[Le chapitre 5 : Qualité de l'air](#) – examine les liens entre les changements climatiques et la qualité de l'air au Canada, y compris l'effet sur la santé des populations que pourraient avoir les changements de la qualité de l'air, selon divers scénarios climatiques. Il traite également des avantages accessoires pour la santé que pourraient produire les mesures d'atténuation des émissions de GES et les options d'adaptation pour protéger les Canadiens et les Canadiennes contre les impacts des changements climatiques.

[Le chapitre 6 : Maladies infectieuses](#) – met en lumière les impacts des changements climatiques sur les risques liés aux maladies infectieuses graves du point de vue de la santé publique au Canada, y compris les risques de maladie actuels et connus (p. ex., la maladie de Lyme et le virus du Nil occidental) et les nouveaux risques qui peuvent apparaître. Il traite ensuite des mesures d'adaptation pouvant réduire les maladies infectieuses liées au climat, y compris leur importance pour les populations présentant un risque accru à ces maladies et la capacité des systèmes de santé de prendre les mesures nécessaires. Ce chapitre signale au lecteur les lacunes existantes en matière de recherche.

[Le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau](#) – décrit le lien entre les changements climatiques et le cycle de l'eau au Canada et les risques connexes pour la santé des Canadiens et des Canadiennes découlant des impacts sur la contamination, la salubrité et la sécurité de l'eau. Il examine la vulnérabilité des réseaux d'eau potable, des puits privés et des réseaux d'aqueduc autochtones et explore les risques prévus pour la santé découlant des changements climatiques. Le chapitre présente des mesures d'adaptation possibles pour atténuer les risques et combler d'importants manques de connaissances afin de pouvoir agir.

[Le chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments](#) – présente les données probantes existantes sur les impacts des changements climatiques pour la santé du point de vue de la salubrité et la sécurité des aliments. Il décrit l'interaction entre les changements climatiques, le système alimentaire et la santé humaine, ainsi que les principaux déterminants des problèmes de santé au Canada. Il traite des populations et des régions à risque plus élevé, ainsi que des options d'adaptation aux impacts futurs.



[Le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé](#) – examine comment les grands déterminants et tendances sur le plan des personnes, des collectivités et du système de santé peuvent accroître ou atténuer les risques liés aux changements climatiques pour la santé des Canadiens et des Canadiennes. Les répercussions des changements climatiques sur l'équité en santé sont explorées, de même que les mesures visant à habiliter certains groupes de population précis à s'adapter aux changements climatiques. Le chapitre suggère également des outils et des ressources qui appuient l'intégration des considérations d'équité en santé dans les activités relatives aux changements climatiques et à la santé, comme les évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation, ainsi que le processus de conception et d'évaluation de l'adaptation.

[Le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé](#) – donne un aperçu de l'adaptation essentielle pour contrer les impacts des changements climatiques sur la santé des Canadiens et des Canadiennes et examine l'importance d'intégrer l'information climatique dans les politiques existantes et les processus de planification, de s'adapter aux conditions futures d'un climat en changement et de prendre les mesures pour faire face aux défis de l'adaptation. Il traite de l'adaptation en matière de santé au Canada et fournit des données probantes sur les impacts des changements climatiques sur les systèmes de santé, les tendances en matière de vulnérabilité des systèmes de santé et les nouveaux outils que les autorités sanitaires peuvent utiliser pour renforcer la résilience.

Énoncés principaux

- **Les changements climatiques ont déjà des impacts nuisibles sur la santé des Canadiens et des Canadiennes.**

Les changements climatiques ont été à l'origine d'effets récents sur la santé découlant de la hausse des températures, une chaleur extrême, des feux de forêt et l'expansion des zoonoses au Canada, comme la maladie de Lyme (voir [le chapitre 3 : Aléas naturels](#); [le chapitre 5 : Qualité de l'air](#); [le chapitre 6 : Maladies infectieuses](#)).

- **Les risques pour la santé augmenteront proportionnellement au réchauffement. Plus le réchauffement sera important, plus les menaces pour la santé seront grandes.**

On prévoit une intensification de la fréquence et de la gravité des épisodes de précipitations intenses, risque d'inondation urbaine, des sécheresses, de la chaleur extrême, des feux de forêt et des tempêtes, ce qui aura une incidence directe sur la santé avec l'augmentation des maladies, des blessures et des décès si aucun effort d'adaptation plus poussé n'est réalisé. Le fardeau actuel relatif à la maladie mentale au Canada est susceptible d'augmenter en raison des changements climatiques. Les perturbations des réseaux alimentaires et des ressources en eau, l'aggravation de la pollution atmosphérique, l'émergence et la réémergence des maladies infectieuses sensibles au climat et les demandes croissantes sur les systèmes de santé continueront de menacer la santé des Canadiens et des Canadiennes (voir [le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada](#); [le chapitre 3 : Aléas naturels](#); [le chapitre 4 : Santé mentale et bien-être](#); [le chapitre 5 : Qualité de l'air](#); [le chapitre 6 : Maladies infectieuses](#); [le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau](#); [le chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments](#)).

- **Certains Canadiens et Canadiennes sont plus durement touchés par les changements climatiques, car l'exposition et la sensibilité aux aléas et la capacité à prendre des mesures de protection varient d'une population et d'une communauté à l'autre, ainsi qu'au sein de ces populations et communautés.**

Les changements climatiques ont des impacts de plus en plus importants, qui aggravent les conditions socio-économiques préjudiciables à la santé comme la pauvreté et qui amplifient les iniquités en santé. Combinés à l'augmentation des taux de maladies chroniques, à l'isolement social et au vieillissement de la population, les changements climatiques ont des impacts conséquents sur la santé. Les personnes touchées de façon disproportionnée par les changements climatiques comprennent les enfants, les femmes enceintes, les Premières Nations, les Inuits et les Métis, les personnes atteintes de maladies chroniques, les travailleurs en plein air, les personnes à faible revenu et les personnes handicapées (voir [le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada](#); [le chapitre 3 : Aléas naturels](#); [le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé](#)).

- **Les changements climatiques ont d'ores et déjà des répercussions sur les systèmes de santé au Canada, par exemple des dommages sur les établissements de santé et des perturbations des services et des opérations de santé. Ces répercussions prendront de l'ampleur en l'absence de mesures d'adaptation solides.**

L'infrastructure sanitaire, les opérations, le financement de la santé, les soins de santé, les programmes de santé publique, les chaînes d'approvisionnement et le personnel de santé peuvent être touchés par des événements météorologiques extrêmes et par des stress chroniques causés par le réchauffement à long terme, réduisant l'accès aux soins et la qualité des soins pour les Canadiens et les Canadiennes. Les établissements et services de santé dans les zones rurales et éloignées, ainsi que les systèmes de santé qui n'ont pas évalué et géré les risques, sont confrontés aux plus grandes menaces. L'aggravation des aléas liés aux changements climatiques pouvant survenir, par exemple, en cas de chaleur extrême entraînant sécheresse et feux de forêt, présente des risques lourds pour les individus et les systèmes de santé sur lesquels ils comptent (voir [le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé](#)).

- **On sait que les initiatives permettant de se préparer aux changements climatiques réduisent les risques et protègent la santé. Nous devons agir maintenant.**

De nombreuses autorités sanitaires travaillent avec des décideurs d'autres secteurs, comme la gestion des urgences, pour prendre des mesures visant à protéger les personnes, les communautés et les systèmes de santé. C'est ce qu'on appelle l'adaptation. Les mesures d'adaptation doivent être déployées avec rapidité et robustesse si l'on veut réduire les impacts actuels et futurs sur la santé (voir [le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé](#)).

- **Les impacts des changements climatiques sur la santé des Premières Nations, des Inuits et des Métis ont une portée considérable et ont des répercussions disproportionnées sur leurs communautés, notamment au niveau de la sécurité et la salubrité des aliments et de l'eau, de la qualité de l'air, de l'infrastructure, de la sécurité personnelle, de la santé mentale et du bien-être, des moyens de subsistance, de la culture et de l'identité.**

Les peuples autochtones s'adaptent à des environnements changeants depuis des temps immémoriaux. Les systèmes de savoir et les pratiques autochtones sont équivalents aux connaissances scientifiques occidentales. Ils contribuent à la survie, à l'adaptation et à la résilience des peuples autochtones. Pour se préparer aux changements climatiques, il faut s'attaquer aux déterminants de la santé et aux iniquités persistantes en santé. Il faut également que les droits et les responsabilités des peuples autochtones sur leurs terres, leurs ressources naturelles et leurs modes de vie soient respectés, protégés et mis en avant grâce à l'atténuation des changements climatiques, à l'adaptation, aux politiques et à la recherche dirigées par les Autochtones (voir [le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada](#)).



- **Pour réussir à protéger tous les Canadiens et Canadiennes des effets des changements climatiques sur la santé, les décideurs doivent prendre des mesures d'adaptation inclusives et équitables, qui tiennent compte des besoins des populations racialisées, marginalisées et à faible revenu.**

Les iniquités existantes en santé pourraient s'aggraver si aucune initiative pour s'adapter et atténuer les gaz à effet de serre n'est mise en place prochainement pour remédier à ces problématiques. La rectification des inégalités et le renforcement des déterminants d'une bonne santé, comme l'amélioration de l'accès aux soins de santé et de la qualité du logement, peuvent aider à réduire les incidences des changements climatiques sur la santé individuelle (voir [le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada](#); [le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé](#)).

- **Il est nécessaire de renforcer les efforts réalisés pour réduire les émissions de gaz à effet de serre afin de protéger la santé des Canadiens et des Canadiennes.**

L'émission continue de gaz à effet de serre dans l'atmosphère limitera notre capacité d'adaptation et aura des répercussions plus graves sur la santé. Le secteur de la santé peut faire preuve de leadership en réduisant son empreinte carbone et en améliorant la durabilité environnementale tout en renforçant la résilience aux futures incidences des changements climatiques (voir [le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé](#)).

- **La réduction des émissions de gaz à effet de serre peut apporter aux Canadiens et aux Canadiennes des avantages accessoires conséquents et immédiats en matière de santé.**

La valeur économique de ces avantages accessoires peut aider à compenser les coûts de mise en œuvre des mesures. On estime que les avantages indirects de la lutte contre la pollution atmosphérique pour la santé permettraient notamment d'éviter des milliers de décès prématurés chaque année au Canada d'ici le milieu du siècle (voir [le chapitre 5 : Qualité de l'air](#); [le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé](#)).

Organisation du rapport

Cette évaluation découle d'études et de rapports antérieurs scientifiques sur les risques pour la santé des Canadiens et des Canadiennes afin que les décideurs gouvernementaux, les professionnels de la santé, les chercheurs et les Canadiens et les Canadiennes puissent prendre des mesures efficaces pour protéger immédiatement la santé et préparer la population aux impacts futurs. Le [Sommaire](#) fait une synthèse des principales constatations de chaque chapitre du rapport afin d'aider le lecteur à accéder plus facilement à l'information dont il a besoin pour se préparer aux changements climatiques.

Approche en matière d'évaluation et méthodologie

Depuis 2017, Santé Canada mène des groupes de discussion et tient des réunions bilatérales avec des décideurs du secteur de la santé, des organismes de la société civile, des chercheurs, des organisations autochtones nationales et des jeunes afin de recueillir leurs commentaires sur la réalisation de l'évaluation. Les participants à ces tribunes ont fourni des conseils sur les principaux enjeux de santé à aborder dans le rapport, les processus de mobilisation efficaces pendant l'évaluation et la communication des résultats finaux. Les rencontres ont révélé un vif intérêt pour une meilleure compréhension des nouveaux enjeux liés aux impacts des changements climatiques sur la santé mentale, l'équité en santé et les systèmes de santé du Canada. De plus, les partenaires ont fait ressortir la nécessité de mettre l'accent particulièrement sur les impacts des changements climatiques sur la santé des Premières Nations, des Inuits et des Métis et de leurs collectivités, sur l'importance d'avoir recours aux systèmes du savoir autochtone pour l'adaptation, et sur l'obligation de mobiliser pleinement et de façon significative les Premières Nations, les Inuits et les Métis, de les inclure et de se fier à leur leadership pour lutter contre les impacts des changements climatiques. Ils ont également insisté vivement sur le fait que ce rapport devait traiter de la réduction des émissions de GES comme mesure préventive clé visant à protéger la santé contre les changements climatiques, et des avantages accessoires considérables pour la santé de politiques et de mesures bien conçues.

L'évaluation s'appuie sur les connaissances tirées du rapport antérieur du gouvernement du Canada intitulé [Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation](#) (chapitre 7 : Santé humaine; Berry et coll., 2014), ainsi que sur l'évaluation nationale antérieure exhaustive des changements climatiques, [Santé et changements climatiques : Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada](#) (Séguin, 2008). Le rapport s'inspire d'un grand nombre de recherches scientifiques examinées par des pairs et d'autres sources accessibles au public. Il s'agit d'une étude d'une diversité de méthodes, fondée sur des données probantes, qui porte sur les impacts des changements climatiques sur la santé et les systèmes de santé au Canada. Les auteurs ont compilé et évalué les données de recherche afin de faire le point sur l'état actuel de la science à l'égard des principaux risques pour la santé auxquels font face les Canadiens et les Canadiennes. Les sources de documentation et d'information qui ont servi à cette évaluation comprenaient des documents examinés par les pairs et de la littérature grise en anglais et en français. Il n'y avait pas de période limite pour la littérature, bien que la priorité ait été accordée à la documentation récemment examinée par des pairs et aux documents fondamentaux sur le sujet publiés depuis l'évaluation nationale des changements climatiques et de la santé antérieure qui a eu lieu en 2014.

Même si la présente évaluation porte sur l'ensemble du Canada, les auteurs se sont fondés sur un nombre croissant d'études de nature locale ou régionale et sur des analyses d'autres pays, afin de mieux comprendre les impacts et les options d'adaptation pour le Canada. Le rapport a été examiné en profondeur par des experts canadiens et internationaux et des ministères partenaires du portefeuille fédéral de la Santé, et les chapitres ont fait l'objet d'un examen public.

Facteurs qui se recoupent et intensifient la vulnérabilité aux changements climatiques

L'un des principaux objectifs de cette évaluation consistait à cerner les facteurs qui se recoupent et intensifient la vulnérabilité aux impacts des changements climatiques sur la santé. La connaissance de ces facteurs permet d'élaborer des mesures d'adaptation ciblées qui s'attaquent aux défis des personnes ou des décideurs du secteur de la santé en matière de protection de la santé contre les changements climatiques. Chaque chapitre traite des facteurs qui augmentent le risque d'impacts sur la santé associés aux changements climatiques, et un chapitre complet est consacré à ce sujet (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé).

Incertitude des données dans l'analyse

Il est difficile de réaliser des études concernant les impacts des changements climatiques sur la santé en raison de la complexité des voies d'exposition et des déterminants, comme les facteurs liés aux comportements personnels, aux conditions socioéconomiques et à la capacité des systèmes de santé. Par le biais de ces voies d'exposition et de ces déterminants, les particuliers sont exposés aux aléas climatiques, réagissent aux menaces et subissent des problèmes de santé. L'exposition peut être directe et à court terme, comme dans le cas des épisodes de chaleur extrême, ou se produire sur une plus longue période et être touchée par des facteurs indirects liés à la susceptibilité physiologique et à la capacité d'adaptation. L'analyse dans la présente évaluation et dans les évaluations canadiennes antérieures a été plus difficile en raison de la grande superficie du Canada et de la diversité des centres de population, y compris les populations plus petites dans les collectivités éloignées et nordiques, et en raison des limites associées à l'exhaustivité, à la comparabilité et à la convivialité des données disponibles sur la santé et le climat (Séguin, 2008; Berry et coll., 2014). Le présent rapport n'a pas essayé de comprendre les impacts potentiellement graves sur la santé des impacts cumulatifs ou en cascade des changements climatiques (par exemple, les inondations et les feux de forêt qui ont frappé dans un très court intervalle des régions de la Colombie-Britannique en 2017), car il s'agit d'un défi plus vaste et encore plus complexe qui dépasse la portée du rapport.

Le nombre d'études sur les risques prévus pour la santé des Canadiens et des Canadiennes en raison des aléas climatiques, comme les feux de forêt, les événements de chaleur extrême, la pollution atmosphérique, les maladies infectieuses et les maladies d'origine hydrique, a augmenté depuis dix ans. Toutefois, il est difficile de modéliser certains résultats en matière de santé liés aux changements climatiques, y compris les impacts sur la santé mentale, l'équité en santé, les systèmes de santé et l'insécurité alimentaire, en raison

de facteurs complexes et dynamiques ou de données restreintes. Les études concernant les risques prévus pour la santé des changements climatiques dont fait mention la présente évaluation ont souvent inclus de nouvelles analyses ou des études existantes sur les conditions futures relatives à la santé s'appuyant sur des scénarios d'émissions fondés sur des profils représentatifs d'évolution de concentration d'émissions « faibles » (RCP 2.6), « modérées » (RCP 4.5) et « élevées » (RCP 8.5). Les projections de la phase 5 du Projet d'intercomparaison de modèles couplés (CMIP5) qui reposent sur les profils RCP 2.6, 4.5 et 8.5 sont grandement utilisées et ont fait l'objet d'une évaluation rigoureuse par la communauté scientifique. Dans la mesure du possible, les auteurs se sont fiés aux résultats des scénarios, des modèles et des projections climatiques présentés dans le [Rapport sur le climat changeant du Canada](#) (Bush et Lemmen, 2019).

Il est essentiel de réaliser des estimations économiques des impacts des changements climatiques sur la santé des populations et sur les systèmes de santé et de déterminer les coûts, les avantages et la rentabilité des mesures d'adaptation nécessaires pour contrer les changements climatiques, notamment des mesures d'adaptation aux impacts sur la santé et des mesures pour prévenir les changements climatiques futurs par la réduction des GES, ce qui peut entraîner des avantages accessoires pour la santé. Le manque de données empêche toujours une analyse économique rigoureuse de l'éventail des problèmes de santé auxquels font face les Canadiens et les Canadiennes à cause des changements climatiques. Le présent rapport d'évaluation donne certains exemples et certaines études de cas liés aux répercussions économiques (chapitre 5 : Qualité de l'air; chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé).

La mesure de la confiance et de l'incertitude est un élément essentiel des évaluations scientifiques sur les changements climatiques et la santé. L'incertitude est attribuable aux données restreintes en raison de l'absence de correspondance spatiale ou temporelle entre l'information sur le climat et la santé. Elle découle également de l'absence de modèles sur les liens entre le climat et la santé (p. ex., les impacts futurs sur la santé mentale), et du manque de données intégrées dans toutes les disciplines et de projections du comportement humain (p. ex., les mesures d'adaptation que prendront les particuliers à l'avenir). Dans le présent rapport, les auteurs ont utilisé un langage normalisé pour communiquer les résultats et indiquer la mesure de confiance et d'incertitude. Ils se sont fiés en général à la quantité de données probantes existantes à l'appui d'un énoncé (p. ex., le nombre d'études), à la qualité des données (p. ex., l'évaluation de la crédibilité des auteurs des sources et de la littérature) et aux liens entre les tendances observées et projetées.

Besoins en matière de recherche

L'évaluation a révélé qu'il manque encore beaucoup d'information sur les impacts des changements climatiques sur la santé, sur les vulnérabilités et sur les mesures d'adaptation nécessaires pour réduire les impacts actuels et éviter les conséquences beaucoup plus graves à l'avenir. Chaque chapitre fournit des informations sur des recherches devant être effectuées pour créer la base de données intégrée dans le but d'éclairer les décisions stratégiques futures des gouvernements locaux, régionaux, provinciaux, territoriaux et nationaux alors qu'ils se préparent à lutter contre les changements climatiques.



Sommaire

LA SANTÉ DES CANADIENS ET DES CANADIENNES DANS
UN CLIMAT EN CHANGEMENT : FAIRE PROGRESSER NOS
CONNAISSANCES POUR AGIR



Santé
Canada

Health
Canada

Canada



Sommaire

Les changements climatiques ont déjà une incidence sur la santé des Canadiens et des Canadiennes et, sans prendre de mesures concertées, ils continueront d'entraîner des blessures, des maladies et des décès – plus le réchauffement s'accroît, plus les risques pour la santé sont importants. Bon nombre de ces effets sur la santé peuvent être évités si le Canada intensifie rapidement et considérablement ses efforts pour s'adapter aux menaces croissantes pour la santé. Si l'on fait mieux connaître la question et que l'on améliore la collaboration entre les partenaires, les décideurs et les milieux de la santé devraient profiter de cette conjoncture favorable pour adopter des mesures d'adaptation solides et rendre les systèmes et les installations de santé durables sur le plan environnemental et capables de s'adapter aux changements climatiques. Sinon, les changements climatiques continueront de mettre à rude épreuve les systèmes de santé, en raison des impacts à long terme et de l'augmentation des catastrophes et des urgences qui menacent de submerger leur capacité à protéger les Canadiens et les Canadiennes et leurs collectivités.

Comment utiliser ce rapport

Dans le rapport intitulé *La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir*, on évalue les toutes dernières recherches et connaissances pour informer les Canadiens et les Canadiennes des effets des changements climatiques sur la santé et les systèmes de santé, des populations les plus à risque de ces effets et des mesures d'adaptation prises au Canada.

Le rapport est conçu pour aider les décideurs à prévoir les effets des changements climatiques sur la santé et à prendre des mesures pour réduire les risques ainsi que pour permettre aux personnes de se protéger et de protéger leurs proches. Les responsables de la santé publique peuvent tirer des leçons des pratiques prometteuses pour intégrer les changements climatiques et la santé dans leurs plans et activités.

Les renseignements présentés dans le rapport et les infographies, les notes de breffage et les présentations qui l'accompagnent peuvent être utilisés par les autorités sanitaires locales et régionales, ainsi que par les gouvernements provinciaux et territoriaux, pour entreprendre des évaluations de la vulnérabilité en matière de santé et de l'adaptation aux changements climatiques, et pour mobiliser les partenaires dans les efforts d'adaptation. Ils peuvent également servir à sensibiliser tous les Canadiens et toutes les Canadiennes à la nécessité de faire des efforts concertés pour relever le défi des changements climatiques et leur faire connaître les nombreux avantages pour la santé d'une telle démarche.

Effets des changements climatiques sur la santé

Les recherches montrent que la santé des Canadiens et des Canadiennes a été touchée par la variabilité et les changements climatiques au cours des dernières années, à la fois directement, lorsque la chaleur extrême et d'autres aléas naturels découlent des changements climatiques, et indirectement, par une gamme de voies sociales, environnementales, culturelles et économiques qui ont des effets sur la santé. Les effets récents sur la santé liés à la hausse des températures et à la chaleur extrême, aux inondations urbaines, aux feux de forêt et à l'expansion des zoonoses au Canada, comme la maladie de Lyme, sont liés au réchauffement climatique.

Tous les Canadiens et toutes les Canadiennes peuvent subir les effets des changements climatiques; toutefois, ces impacts et les risques connexes pour la santé ne touchent pas tout le monde de manière égale. Les aînés, les enfants, les populations racisées, les personnes à faible revenu, les personnes atteintes de problèmes de santé chroniques et les Premières Nations, les Inuits et les Métis souffrent souvent de impacts plus importantes des changements climatiques sur leur santé. Les iniquités existantes en santé et les variations dans l'état des déterminants de la santé peuvent entraîner ce risque accru, tout comme la sensibilité d'une personne (comme des problèmes de santé préexistants) et son exposition (comme l'emplacement géographique) aux aléas climatiques.

Aléas naturels

Un éventail d'aléas naturels, y compris des événements météorologiques extrêmes, ont régulièrement une incidence sur la santé des Canadiens et des Canadiennes, mais parfois les effets sur les collectivités peuvent être catastrophiques. Le nombre de jours où la température maximale dépasse 30 °C a augmenté au Canada, d'environ un à trois jours par année de 1948 à 2016 {3.4.1.2}. Selon une étude, une telle chaleur extrême augmente les décès dans les villes canadiennes de 2 % à 13 % {3.4.2.1}. On estime que les récents événements de chaleur extrême (« vagues de chaleur ») au Québec ont entraîné un nombre important de décès : 291 lors d'un événement de chaleur extrême en 2010 et 86 lors d'un autre en 2018. Un épisode de chaleur extrême en Colombie-Britannique en 2021 a causé la mort de 740 personnes {3.4.2.2}. La chaleur extrême peut également augmenter le taux d'hospitalisation pour des problèmes cardiovasculaires {3.4.2.4} et des complications de grossesse, y compris la naissance prématurée, l'accouchement avant terme, les fausses couches et les anomalies congénitales telles que les anomalies du tube neural {3.4.2.6}. Bien que certains risques, tels que les blessures et les décès dus au froid, puissent diminuer, l'augmentation des décès attribuables à la chaleur devrait dépasser les taux réduits de décès dus au froid {3.6.3.2}.

La sécheresse augmente la poussière fine dans l'air, ce qui compromet les fonctions de santé cardiovasculaire et respiratoire. Pendant les sécheresses, les vents propagent du pollen, des champignons, des moisissures et des bactéries, provoquant des allergies et des maladies. Lorsque la pluie tombe après une sécheresse, les agents pathogènes peuvent être transportés dans les plans d'eau et les systèmes d'eau potable, provoquant des maladies hydriques. Les mauvaises récoltes dues à la sécheresse ont de nombreux effets d'entraînement sur la sécurité alimentaire et les prix des denrées, ainsi que sur la santé mentale des agriculteurs et d'autres personnes dans les milieux agricoles {3.7.2.4}.

Les tempêtes de pluie et la pluie verglaçante entraînent des blessures chez les piétons et des blessures liées aux véhicules automobiles et d'autres risques pour la santé en raison d'une défaillance de l'infrastructure (comme des pannes de courant). Le vent peut également entraîner des accidents, surtout s'il atteint des vitesses de plus de 70 km/h. Les tempêtes peuvent soulever des quantités massives de pollen dans l'air, provoquant des épidémies d'asthme. En plus de faire entrer les virus, les bactéries et les parasites dans les eaux de surface et les eaux souterraines, ce qui entraîne des maladies gastro-intestinales aiguës, les tempêtes peuvent propager les bactéries dans les particules en suspension dans l'air qui causent la légionellose {3.9.2.5}.

Les inondations peuvent entraîner des blessures, des noyades, l'hypothermie et l'électrocution. Étant donné que les eaux de crue peuvent être contaminées par diverses sources, y compris le débordement des eaux usées, elles peuvent causer des maladies gastro-intestinales et cutanées et infecter les plaies. Les maisons inondées peuvent devenir dangereuses à cause de moisissures, de champignons et de bactéries. Si des pannes de courant surviennent à la suite de tempêtes ou d'inondations, elles peuvent entraîner des accidents à cause de l'obscurité, de l'hypothermie due au manque de chaleur et d'une intoxication au monoxyde de carbone liée à l'utilisation de barbecues, de réchauds de camping et de radiateurs extérieurs à l'intérieur {3.9.2.6; 3.10.2.5}. Les inondations peuvent entraîner l'évacuation des collectivités et provoquer des déplacements à long terme, y compris en dehors des territoires traditionnels, ce qui peut avoir des répercussions importantes sur la santé et le bien-être des peuples autochtones touchés {2.4.1}. Des études montrent que les victimes d'inondations peuvent souffrir de problèmes de santé mentale et de problèmes cardiaques après une inondation {3.10.2}.

Les projections climatiques montrent une augmentation des épisodes de chaleur extrême dans les collectivités du Canada et une diminution des précipitations en été dans l'ensemble du sud du Canada, ainsi qu'une hausse des sécheresses et des pénuries d'eau en été dans le sud des Prairies et à l'intérieur de la Colombie-Britannique pendant le reste du siècle {3.7.1}. Alors que les pluies estivales diminueront dans le sud du Canada, paradoxalement, les précipitations annuelles globales augmentent, en particulier dans le nord du Canada. D'autres épisodes de précipitations extrêmes (précipitations exceptionnellement fortes) sont attendus à l'avenir {3.9.1}, entraînant un risque accru d'inondation urbaine. On s'attend à ce que l'élévation du niveau de la mer sur la côte est du Canada submerge et érode les côtes.

Compte tenu de l'évolution des précipitations, des chutes de neige et des températures, les glissements de terrain devraient devenir plus courants; l'effet sur les avalanches n'a pas encore été déterminé {3.11.1}. Ces aléas sont rares au Canada, mais ils présentent un risque de blessures et de décès lorsqu'ils se produisent. Les avalanches sont un risque pour les skieurs et les motoneigistes de l'arrière-pays, et les glissements de terrain menacent les maisons et autres infrastructures sur les versants {3.11.3}.

La fonte du pergélisol constitue une menace croissante pour la santé dans les collectivités du Nord. Le pergélisol couvre actuellement 40 % de la masse terrestre du Canada, mais cette superficie devrait diminuer de 16 % à 20 % d'ici 2090, comparativement à 1990 {3.11.1}. Le dégel menace la stabilité des bâtiments, des routes et des collectivités dans le nord du Canada, et on observera parallèlement des effets concomitants sur le transport et l'accès {2.4.1}. À mesure qu'il fond, le pergélisol peut relâcher des maladies infectieuses provenant des carcasses d'animaux sauvages congelés et des métaux lourds comme le mercure qui peuvent menacer la santé {3.11.2.3}.

Qualité de l'air

L'exposition à la pollution atmosphérique entraîne un éventail d'effets néfastes sur la santé, y compris des symptômes respiratoires, le développement de maladies cardiaques et pulmonaires, y compris le cancer, et la mort prématurée. Trois grands polluants de l'air extérieur – les matières particulaires fines, l'ozone troposphérique et le dioxyde d'azote – sont ensemble à l'origine d'environ 15 300 décès prématurés au Canada chaque année, qui représentent un coût économique de 114 milliards de dollars {5,3}. Les changements climatiques et la qualité de l'air sont étroitement liés. Les principaux polluants atmosphériques sont produits par la combustion de combustibles fossiles, qui est également une source primaire de gaz à effet de serre (GES) {5.4}, et par les feux de forêt, qui augmentent en raison des changements climatiques. Certains polluants atmosphériques, tels que le méthane et la suie, aggravent les changements climatiques, tandis que certains diffusent le rayonnement solaire, refroidissant la planète. Les changements climatiques ont une incidence sur la qualité de l'air, car des températures plus élevées peuvent accroître les polluants contenus dans le smog, comme l'ozone troposphérique. Les grands systèmes météorologiques à haute pression à déplacement lent, qui devraient devenir plus courants en raison des changements climatiques, aggravent également la pollution atmosphérique {5.4.3 et figure 5.1}.

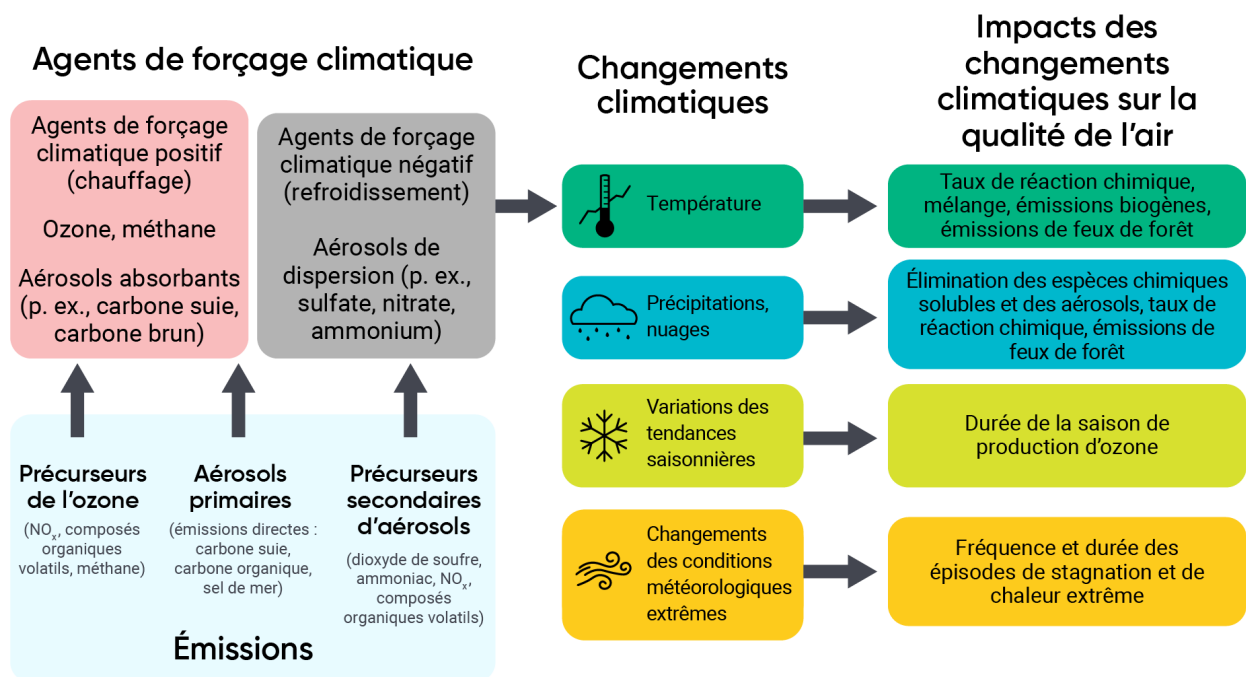


Figure 5.1 Liens entre la qualité de l'air et les changements climatiques.

La superficie brûlée par les feux de forêt au Canada augmente; elle a doublé entre les années 1970 et les années 2000. L'Ouest canadien, en particulier, a connu une augmentation significative du nombre d'incendies et de la superficie brûlée de 1959 à 2015 {3.8.1}. En plus des résidents et des pompiers blessés et tués par

les feux de forêt, la fumée des feux de forêt, qui peut se déplacer dans des panaches dans l'atmosphère jusqu'à plusieurs milliers de kilomètres, a des effets néfastes sur la santé. La fumée des feux de forêt contient de nombreux polluants atmosphériques différents, y compris des matières particulaires fines qui peuvent pénétrer profondément dans les poumons {5.3.1}. L'exposition à la fumée des feux de forêt est associée à une hausse de la mortalité toutes causes confondues ainsi qu'à des exacerbations de l'asthme et de la maladie pulmonaire obstructive chronique et à une augmentation des infections respiratoires. Au Canada, le fardeau pour la santé de la pollution atmosphérique causée par la fumée des feux de forêt varie d'une année à l'autre et d'une région à l'autre. Au cours des cinq dernières années, on estime que de 54 à 240 décès prématurés dus à une exposition à court terme et de 570 à 2500 décès prématurés associés à une exposition à long terme par année étaient attribuables aux matières particulaires fines provenant des feux de forêt ainsi qu'à de nombreux effets cardiorespiratoires non mortels sur la santé. Des études prévoient une augmentation de ces effets en Amérique du Nord tout au long du siècle, y compris des milliers de décès, selon le scénario de changement climatique {5.6.4}. Les feux de forêt au Canada causent des pertes de biens, des évacuations et une dégradation de l'environnement, ce qui entraîne une augmentation des répercussions sur la santé mentale dans les collectivités touchées, comme la dépression, l'anxiété et les symptômes post-traumatiques, même chez les jeunes enfants {3.8.2.4; 3.8.3.3}.

Les changements climatiques peuvent également avoir une incidence sur la qualité de l'air intérieur, par exemple lorsque des niveaux élevés de polluants de l'air extérieur (y compris la fumée des feux de forêt) s'infiltrent dans les bâtiments ou lorsque de la moisissure est produite après les inondations. Les changements climatiques ont également une incidence sur les allergènes en suspension dans l'air en élargissant la répartition géographique des espèces végétales, en prolongeant les saisons polliniques et en augmentant la densité pollinique, ce qui peut nuire à la santé des personnes souffrant d'asthme et d'allergies.

Maladies infectieuses

Le risque de maladies infectieuses est influencé par trois facteurs : la présence de la maladie, les comportements protecteurs des personnes et leur sensibilité à l'agent pathogène (qui peut être altéré par leur santé globale et les problèmes de santé sous-jacents). On s'attend à ce que les changements climatiques touchent ces trois facteurs directement ou indirectement.

En 2008, un précédent rapport d'évaluation scientifique a projeté que les changements climatiques augmenteraient la prévalence de la maladie de Lyme, comme les vecteurs de tiques à pattes noires (*Ixodes scapularis*) et les agents infectieux qu'ils transportent (*Borrelia burgdorferi*) étendent leur portée plus loin au Canada des États-Unis, en raison du réchauffement des températures. La surveillance permet maintenant d'obtenir des données probantes solides indiquant que la maladie de Lyme est apparue au Canada et s'est propagée vers le nord en raison des changements climatiques, entraînant une augmentation spectaculaire des cas humains de 2009 à 2017 {6.3.1.5; Figure 6.5}.

Comme la maladie de Lyme, de nombreuses autres maladies émergeront ou se propageront au Canada à mesure que notre climat se réchauffera. Il s'agit notamment des virus transmis aux humains par des moustiques qui se trouvent déjà dans les régions des États-Unis limitrophes du Canada, notamment le

virus La Crosse qui cause l'encéphalite. Comme le virus du Nil occidental, qui a probablement été importé en Amérique du Nord par des moustiques infectés à bord d'un avion, d'autres virus exotiques pourraient atteindre le Canada et se propager si leurs hôtes réservoirs et vecteurs se trouvent ici. De nouvelles espèces de moustiques et de tiques peuvent étendre leur aire de répartition au Canada ou arriver à bord d'un transport humain, apportant à la fois les vecteurs et les maladies qu'ils transmettent. Par exemple, une espèce de moustique nouveau au Canada qui transmet les virus chikungunya, dengue et Zika dans d'autres pays s'est établie dans une région du sud de l'Ontario {encadré 6.2}.

En plus du virus du Nil occidental, le Canada compte déjà plusieurs maladies qui peuvent être transmises par les moustiques – le virus de l'encéphalite équine de l'Est, le virus Showshoe hare et le virus de Jamestown Canyon {6.3.1.3} – et une maladie transmise par les puces – *Yersinia pestis* – qui cause la peste pulmonique ou bubonique {6.3.1.4}. Les infections par ces maladies sont heureusement rares et entraînent principalement des maladies bénignes ou asymptomatiques, mais les changements climatiques pourraient modifier l'aire de répartition et l'abondance des animaux hôtes et des vecteurs, et conduire à des épidémies {6.3.1.3}. Les chercheurs observent également d'autres maladies transmises par les tiques à pattes noires (anaplasmose, babésiose, virus Powassan et *Borrelia miyamotoi*), qui devraient se propager au Canada compte tenu de l'élargissement de l'aire de répartition de ces tiques {encadré 6.3}.

Les changements climatiques peuvent avoir des effets sur les maladies transmises aux humains directement par les animaux. La rage chez les renards arctiques est préoccupante, car l'Arctique se réchauffe plus rapidement que le sud du Canada, ce qui a une incidence sur l'écologie de cette espèce. Le syndrome pulmonaire à hantavirus, porté par la souris, est une maladie sensible au climat, mais on ne sait pas encore comment les changements climatiques l'influenceront au Canada {6.3.2.1}. Les vers ronds et autres parasites transportés par les chiens domestiques, les coyotes, les renards ou les rats laveurs peuvent élargir leur aire de répartition au Canada {6.3.2.2}.

Les conditions météorologiques et climatiques ont une incidence sur les maladies transmises entre les humains. Par exemple, les infections respiratoires sont souvent plus fréquentes en hiver. En raison des changements climatiques, des hivers plus doux et plus courts peuvent réduire l'incidence au cours de cette saison, mais la recherche montre que des hivers plus chauds peuvent conduire à une épidémie de grippe plus répandue l'année suivante {6.3.3.1}.

Certaines infections contractées dans l'environnement peuvent également être sensibles à certains aspects du climat. Le *Cryptococcus gattii* {6.3.4.2}, la blastomycose {6.3.4.5} et la coccidioïdomycose {6.3.4.5} sont des infections fongiques présentes au Canada, et les risques qu'elles présentent sont susceptibles de changer à la suite des changements prévus de température et de précipitations.

Qualité de l'eau

Les changements climatiques peuvent avoir une incidence sur la qualité de l'eau potable, qui est essentielle à la santé, et la salubrité et la disponibilité de l'eau peuvent avoir des effets en cascade sur d'autres risques pour la santé dont il est question dans le présent rapport. D'abord, les changements climatiques peuvent

avoir une incidence sur les sources d'eau potable. Les épisodes de pluie extrême et les fontes printanières rapides des neiges peuvent emporter des bactéries et des produits chimiques pathogènes dans les océans, les lacs et les rivières. De fortes pluies risquent également d'entraîner des débordements d'eaux usées, qui peuvent contaminer les plans d'eau {7.3.2.3}. À l'inverse, les sécheresses et le faible débit des rivières peuvent concentrer des substances nocives et des agents pathogènes, ce qui entraîne des risques pour la santé {7.3}. La hausse des températures peut entraîner des éclosions d'algues et de cyanobactéries toxiques (appelées ensemble « proliférations d'algues nuisibles ») dans les océans et les lacs, qui sont susceptibles de contaminer les eaux de surface, les poissons et les mollusques et crustacés.

L'eau contaminée peut atteindre directement les consommateurs s'ils utilisent des sources privées d'eau de surface ou d'eau souterraine. Les eaux pluviales et les eaux usées contaminées peuvent atteindre les réseaux d'eau potable, qui doivent être traités efficacement pour prévenir les maladies chez les consommateurs. Quinze pour cent des Canadiens et des Canadiennes tirent leur eau potable de petits réseaux non municipaux, et la plupart des maladies gastro-intestinales aiguës d'origine hydrique sont attribuables à ce type de système {7.3.2.1}. Mais même les grands réseaux municipaux d'eau potable peuvent être submergés par des précipitations extrêmes {7.3.3.2}. Les eaux de tempête peuvent remuer les sédiments, ce qui rend l'eau plus trouble et donc difficile à traiter. Si les tempêtes frappent les installations de traitement, les systèmes de traitement de l'eau peuvent devenir inefficaces ou inopérants {7.3.2.1.1}.

Les fortes pluies ont augmenté dans la plupart des régions du Canada en raison des changements climatiques. Ces fortes pluies ont contribué à la tragédie de Walkerton, en Ontario, en 2000, lorsque des bactéries sont entrées dans le réseau d'eau potable, faisant sept victimes et en rendant des centaines malades. Une seule pluie abondante a également été impliquée dans la pire épidémie de maladie attribuable à l'eau potable en Amérique du Nord à ce jour, à Milwaukee, au Wisconsin, en 1993 {7.3.2.1}. L'élévation du niveau de la mer due aux changements climatiques menace également d'aggraver les problèmes de qualité de l'eau dans les zones côtières tributaires des eaux souterraines, l'intrusion d'eau salée des aquifères et des puits privés étant déjà problématique dans certaines régions côtières (telles que les îles Gulf de la Colombie-Britannique et le Canada atlantique) {7.3.2.2}.

L'accès à l'eau potable salubre est un problème particulier pour de nombreuses collectivités autochtones au Canada {2.4.5}. Par exemple, 61 collectivités des Premières Nations faisaient l'objet d'un avis concernant la qualité de l'eau potable depuis plus d'un an au 15 février 2020. Ces collectivités peuvent utiliser une variété de systèmes d'approvisionnement en eau, y compris des puits, de l'eau transportée par camion stockée dans des réservoirs et de l'eau canalisée, et peuvent avoir peu ou pas de services d'approvisionnement en eau. Le manque d'eau peut entraîner une déshydratation et des conditions non hygiéniques, et les dégradations de la salubrité de l'eau peuvent entraîner des maladies gastro-intestinales. L'insécurité en eau peut également amener les membres de la collectivité à utiliser « l'eau recueillie » de l'environnement, qui peut être dangereuse.

Risques pour la salubrité et la sécurité des aliments

Les changements climatiques représentent une menace croissante à la salubrité et à la sécurité des aliments au Canada. Les tempêtes et les fortes précipitations peuvent causer le débordement des eaux usées,

transporter des agents pathogènes du sol et des eaux usées dans les plans d'eau, et contaminer les cultures dans les champs. Si les systèmes de traitement de l'eau ne traitent pas efficacement la contamination, les aliments peuvent être contaminés pendant la production et la transformation, ce qui nécessite de grandes quantités d'eau propre {7.3.3}.

La hausse des températures, les changements dans les régimes de précipitations et les événements météorologiques extrêmes peuvent aussi contaminer directement les aliments (figure 8.4). Des températures plus élevées dans les champs et les exploitations agricoles peuvent signifier que les agents pathogènes réussissent à mieux se développer dans le fumier et le sol. Si les aliments ne sont pas maintenus au froid tout au long de leur trajet vers l'assiette, il se peut que les températures chaudes permettent aux bactéries dangereuses et à d'autres agents pathogènes de se développer. Les aliments peuvent être contaminés par ces voies, ce qui pose un problème particulier pour ceux que l'on consomme crus, tels que les légumes-feuilles.

La santé dépend de la sécurité alimentaire – manger suffisamment d'aliments nutritifs. La sécurité alimentaire, à son tour, dépend de la capacité du système alimentaire à soutenir la disponibilité, l'accessibilité et l'utilisation des aliments (figure 8.1). Ceux-ci sont interconnectés et influencés par les étapes du système alimentaire et les déterminants sociaux de la sécurité alimentaire, comme le revenu et les traditions alimentaires culturelles. Si les changements climatiques ont une incidence sur le système alimentaire ou les déterminants de la sécurité alimentaire, ils peuvent produire des effets en cascade sur la santé. L'insécurité alimentaire dans les ménages est associée à de nombreux effets néfastes sur la santé physique et mentale, y compris les carences nutritionnelles, les maladies cardiovasculaires, le diabète, les problèmes de santé buccodentaire et la dépression. En outre, la malnutrition peut rendre les gens plus sensibles à la maladie {8.4.2}.

Les changements climatiques devraient avoir une incidence sur la disponibilité alimentaire mondiale, car la hausse des températures, l'évolution des configurations des précipitations, les conditions météorologiques extrêmes, les sécheresses et l'élévation du niveau de la mer (inondation des côtes en eau salée) pourraient toutes endommager directement les cultures et diminuer les rendements {tableau 8.2}. Ces facteurs pourraient également accroître les organismes nuisibles, les espèces envahissantes et les maladies ayant une incidence sur les disponibilités alimentaires. Nous constatons déjà des répercussions sur les cultures en raison des changements climatiques, comme la perte de la récolte de fraises en Ontario en 2012 en raison de températures printanières inhabituelles {8.4.3.1}. Comme l'a démontré une tempête à St. John's, à Terre-Neuve-et-Labrador, la sécurité alimentaire peut être compromise lorsque les gens ne peuvent pas se rendre dans les épiceries pendant de longues périodes {8.4.3.1}.

L'augmentation des niveaux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère peut nuire au contenu nutritionnel des aliments. Des expériences ont révélé que la production de cultures telles que le blé, le riz et les légumineuses dans des environnements contrôlés avec des concentrations atmosphériques élevées de dioxyde de carbone réduit les concentrations de zinc, de fer et de protéines de 3 % à 15 % {8.4.3.3.1}. En outre, les pesticides et les herbicides sont moins efficaces à mesure que le dioxyde de carbone augmente, ce qui pourrait entraîner une plus grande utilisation et davantage de risques pour la santé de ces produits {8.5.2.1.1}.

Les changements climatiques auront également une incidence sur l'accessibilité des aliments. La recherche a montré que les perturbations du système alimentaire mondial et de la chaîne d'approvisionnement en raison des aléas naturels, et la baisse du rendement des cultures liée au climat a déjà été associée à l'augmentation des prix des aliments au Canada et pourrait les pousser à la hausse. Ces prix pourraient rendre plus difficile

pour les Canadiens et les Canadiennes à faible revenu d'obtenir les aliments essentiels dont ils ont besoin pour rester en santé.

L'insécurité alimentaire peut également entraîner des changements dans la façon dont les gens utilisent les aliments. Cela est particulièrement évident dans les collectivités autochtones, où les changements climatiques ont une incidence sur la distribution, la qualité et la quantité des sources d'aliments traditionnels. En l'absence de sources stables pour les aliments traditionnels, il se peut que les peuples autochtones dépendent davantage des aliments achetés en magasin, qui peuvent contribuer à une alimentation riche en calories, en sel, en sucre et en gras saturés, et faible en grains entiers, noix, graines, légumineuses, fruits et légumes {2.4.4}. Ces régimes sont l'un des principaux facteurs de risque de décès et d'invalidité au Canada {8.4.3.3.3}.

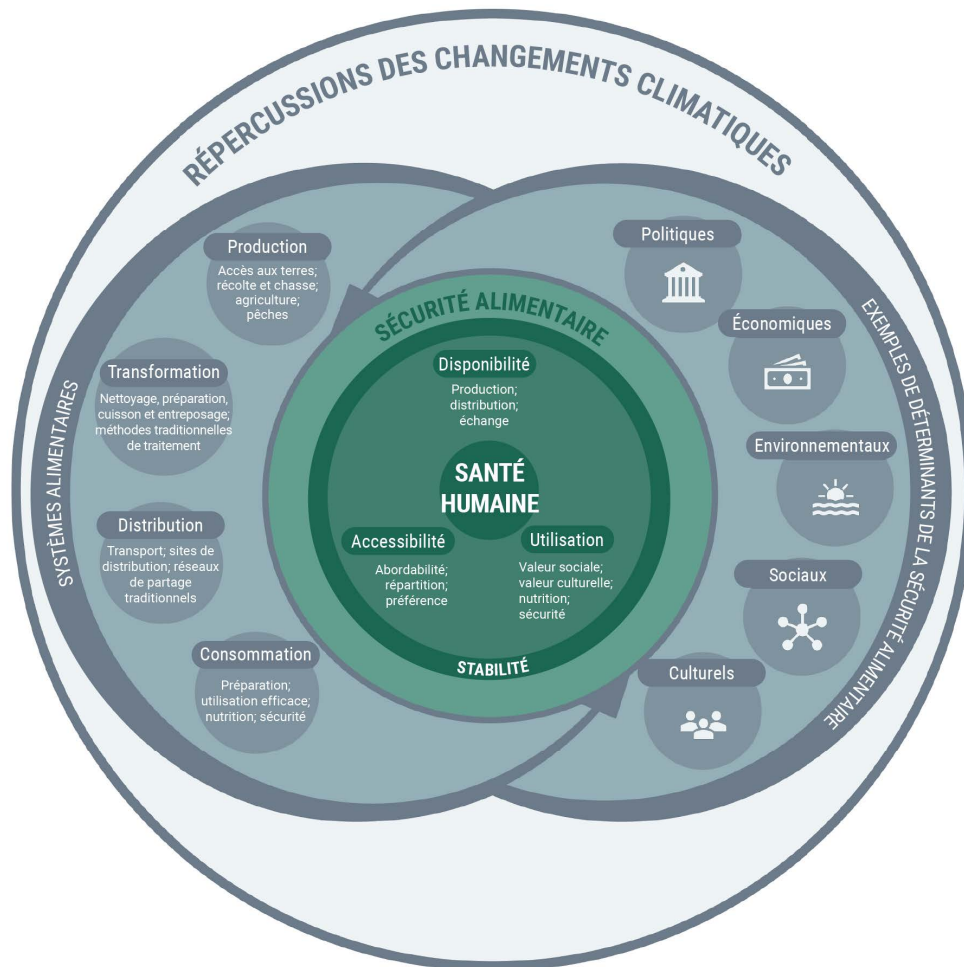


Figure 8.1 Cadre conceptuel décrivant les relations entre la sécurité alimentaire, la salubrité des aliments et la santé dans un contexte de changements climatiques.

Santé mentale

Selon la Commission de la santé mentale du Canada, 7,5 millions de personnes au Canada éprouvent des problèmes de santé mentale chaque année. Bien qu'il n'y ait pas d'études canadiennes connues qui présentent les effets des changements climatiques sur la santé mentale, le fardeau actuel associé à une santé mentale précaire au Canada est susceptible d'augmenter en raison des changements climatiques. On s'attend à ce que les coûts liés à la santé mentale assumés par les Canadiens et les Canadiennes et les systèmes de santé augmentent si d'autres mesures d'adaptation ne sont pas prises.

Les changements climatiques augmentent les risques d'effets sur la santé mentale :

- l'aggravation des maladies mentales existantes, comme la psychose;
- l'apparition de nouveaux cas de maladies mentales, comme le trouble de stress post-traumatique;
- les facteurs de stress liés à la santé mentale, comme le deuil, l'inquiétude, l'anxiété et les traumatismes indirects;
- la perte du sentiment d'appartenance, qui fait référence à un détachement perçu ou réel de la collectivité, de l'environnement ou de la patrie.

Les effets peuvent également inclure des perturbations du bien-être psychosocial et de la résilience, des perturbations du sens de la vie d'une personne et un manque de cohésion communautaire. Tout cela peut entraîner de la détresse, des taux plus élevés d'hospitalisation, une augmentation des idées suicidaires ou du suicide, et une augmentation de l'abus de substances, de la violence et de l'agressivité. Des études montrent également que les gens peuvent devenir affligés par les changements climatiques en soi, ce qui entraîne une anxiété accrue (souvent appelée écoanxiété ou anxiété climatique), un chagrin (souvent appelé deuil écologique ou climatique ou écodeuil), de l'inquiétude, de la colère, du désespoir et de la peur.

Les catastrophes liées au climat ont un lien avec les résultats en matière de santé mentale. Par exemple, les inondations, la forme de catastrophe la plus fréquente à l'échelle mondiale, peuvent entraîner une augmentation des niveaux de trouble de stress post-traumatique, de détresse générale, de dépression et d'anxiété chez les survivants de ces catastrophes {4.4.3.1}. Même les personnes qui sont indirectement exposées à des aléas liés au climat peuvent connaître de mauvais résultats en matière de santé mentale, y compris un traumatisme indirect, un stress secondaire ou une usure de compassion à l'égard de ceux dont la vie a été perturbée par des événements extrêmes {4.4.3}.

L'insécurité économique, la transplantation et l'insécurité alimentaire et en eau après une catastrophe peuvent également entraîner des problèmes de santé mentale tels que le stress, l'anxiété et la dépression {chapitre 4}. La recherche montre également que la chaleur extrême peut augmenter les taux d'agressivité et de suicide, ainsi que l'isolement social des personnes qui doivent rester à l'intérieur {3.4.2.8}. De plus, la chaleur extrême peut exposer les personnes atteintes d'une maladie mentale à un risque disproportionné, car certaines maladies mentales et certains médicaments qui traitent la maladie mentale peuvent nuire à la capacité du corps à se refroidir {4.4.3.2}. De plus, les personnes souffrant d'une maladie mentale peuvent avoir plus de difficulté à s'adapter à la chaleur extrême en raison de troubles cognitifs (p. ex. elles ne cherchent pas

l'ombre) ou d'obstacles socioéconomiques, qui touchent de façon disproportionnée les personnes atteintes d'une maladie mentale {4.4.3.2}.

Vulnérabilité aux effets sur la santé des changements climatiques

Tandis que de nombreux secteurs de la société canadienne travaillent ensemble pour atténuer les changements climatiques et s'y adapter, ils doivent se concentrer sur les Canadiens qui sont les plus vulnérables par rapport à ces effets. Bien que les changements climatiques puissent avoir une incidence sur la santé de tout Canadien, la sensibilité d'une personne aux changements climatiques, son exposition à ses effets et sa capacité à prendre des mesures pour se protéger et à s'adapter (figure 9.1) peuvent accroître ou diminuer la vulnérabilité et son risque d'être touché.

Les conditions et les facteurs qui influent sur la santé d'une personne, comme le revenu, le niveau de scolarité, l'emploi et les conditions de travail et de vie, sont appelés déterminants de la santé. Ces déterminants peuvent augmenter ou diminuer l'exposition ou la sensibilité d'une personne aux aléas pour la santé liés au climat et peuvent créer des obstacles qui limitent sa capacité à prendre des mesures pour se protéger. Les iniquités en santé (différences évitables et injustes en matière de santé) et les déterminants d'une mauvaise santé (comme le faible revenu, les logements insalubres, l'insécurité alimentaire) peuvent aggraver la vulnérabilité aux changements climatiques et créer des obstacles à l'adaptation. Les systèmes structurels d'oppression qui entraînent des iniquités en santé sont des facteurs sous-jacents de la vulnérabilité aux changements climatiques. Ces systèmes d'oppression comprennent le racisme, l'hétéronormativité et le colonialisme. Il est nécessaire de corriger les iniquités et de renforcer les déterminants d'une bonne santé pour accroître la capacité d'adaptation aux changements climatiques {9.4.3}.

Un risque accru peut également être lié à certains endroits, comme le Nord canadien, qui subit des changements climatiques plus rapides que les régions du Sud; les régions rurales et éloignées, où l'accès aux soins de santé peut poser des problèmes {9.4.3.3}; et les effets d'îlot de chaleur dans les villes, où les surfaces sombres et pavées et le manque d'espaces verts peuvent faire en sorte que les températures dépassent celles des zones environnantes, mettant en danger les résidents lors d'événements de chaleur extrême.

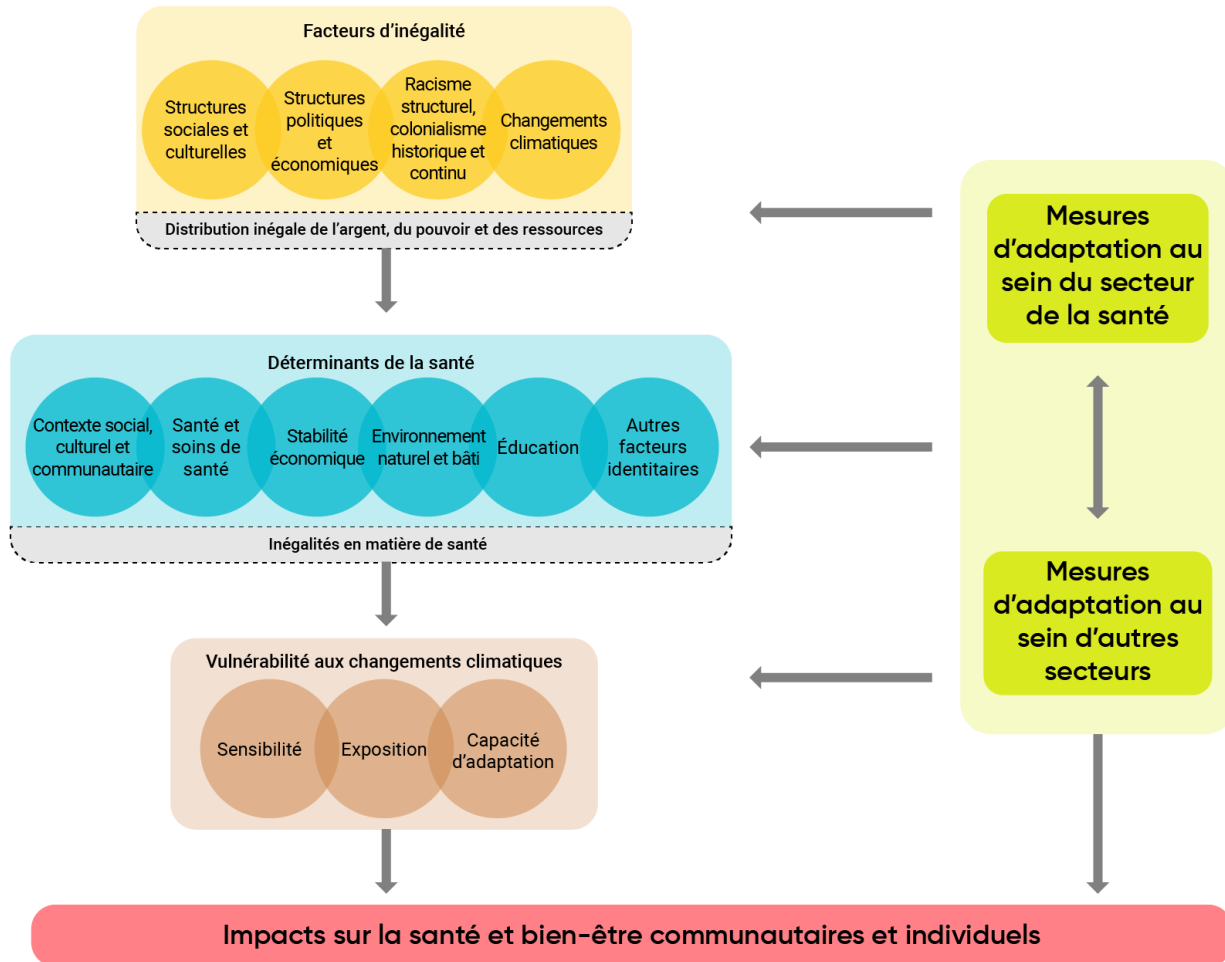


Figure 9.1 Cadre sur les liaisons entre les changements climatiques et l'équité en santé.

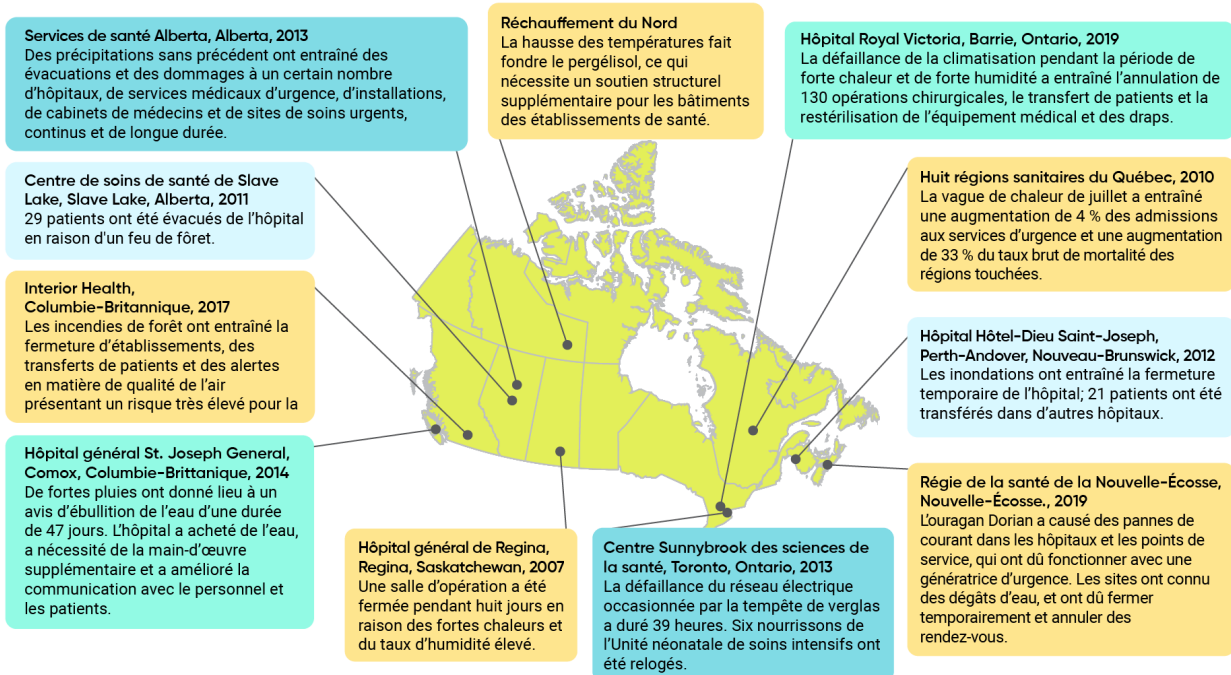
Les recherches montrent que les populations les plus touchées par de nombreux aléas liés aux changements climatiques sont les aînés, les enfants, les populations racisées, les personnes à faible revenu, les personnes ayant des problèmes de santé chroniques ainsi que les Premières Nations, les Inuits et les Métis (chapitre 2, chapitre 3, chapitre 9). Cependant, chaque personne qui fait partie de ces grands groupes de population a un large éventail de facteurs et de caractéristiques qui se recoupent et qui peuvent augmenter ou diminuer sa résilience. Les faits montrent que les caractéristiques et les ressources de chaque personne devraient être prises en compte lors de l'examen de la vulnérabilité et de l'élaboration de mesures pour donner aux gens les moyens de s'adapter et d'aider les personnes touchées de manière disproportionnée. Si l'on ne planifie pas soigneusement et qu'on ne tient pas compte des iniquités existantes en santé, les mesures d'adaptation peuvent ne profiter qu'à une partie de la population et aggraver par inadvertance les iniquités existantes (9.5.1).

De nombreuses collectivités autochtones, tout en subissant des effets disproportionnés des changements climatiques et des risques accrus, s'appuient sur le savoir autochtone qui leur a permis de s'adapter au climat et de survivre au cours des millénaires (2.5.1). Grâce à des liens solides, par exemple, dans les collectivités

autochtones de l'Arctique, les gens s'entraident pour faire face aux aléas et aux menaces à la santé et à la sécurité {9.4.3.4}. Dans les recherches actuelles, il manque de données sur la façon dont certains groupes sociaux, comme les personnes de diverses identités de genre et les personnes 2ELGBTQQIA+, subissent les effets des changements climatiques sur leur santé {9.2}.

Répercussions actuelles sur le système de santé

Lorsque des urgences et des catastrophes liées au climat frappent, les établissements et services de santé comptent parmi les victimes. Le rapport énumère de nombreux exemples de tempêtes, d'inondations et de feux de forêt qui ont forcé les centres de soins de santé et les hôpitaux du Canada à fermer temporairement, à évacuer des patients ou à annuler des interventions et d'autres services {tableau 10.5}. C'est précisément pendant ces catastrophes que les Canadiens et les Canadiennes ont besoin de services d'urgence, et les perturbations des soins de santé peuvent avoir des effets majeurs sur la santé et le bien-être. Même si les établissements et services de santé poursuivent leurs activités lors d'une catastrophe liée au climat, ils peuvent être poussés au-delà de leur capacité à intervenir pour prendre en charge les blessures, les maladies et les transferts de patients dus à la catastrophe {10.4.1}. Les effets combinés des changements climatiques qui se chevauchent et agissent les uns sur les autres pourraient entraîner des effets en cascade sur plusieurs résultats en matière de santé simultanément.



Répercussions de la variabilité et des changements climatiques sur les établissements de santé canadiens (chapitre 10, tableau 5).

Adaptation et préparation

Le Canada peut réduire les risques pour la santé – et donc les blessures, les maladies et les décès – découlant des changements climatiques en prenant des mesures pour s’y préparer et s’y adapter. Pour garder une longueur d’avance sur la courbe des effets croissants associés aux changements climatiques, les responsables de la santé doivent redoubler d’efforts, en collaboration avec ceux d’autres domaines, pour comprendre et évaluer ces effets sur la santé, s’y préparer et aider à les prévenir {10.3.1}.

De nombreuses mesures sont déjà prises pour protéger les Canadiens, et elles fournissent une base pour l’apprentissage et l’expansion de ces efforts. Par exemple, les systèmes d’alerte et d’intervention en cas de chaleur se multiplient au Canada. Ils permettent aux personnes qui subiront prochainement un temps chaud de prendre les précautions nécessaires, telles que s’hydrater, chercher des espaces frais et aider les membres de la famille et les amis qui pourraient en avoir besoin. Depuis qu’a eu lieu en 2010 un événement de chaleur extrême, la province de Québec s’est dotée d’un système d’alerte précoce, qui pourrait avoir aidé à atténuer les effets d’un événement de chaleur extrême qui s’est produit en 2018 {3.4.4.2}. Les tests d’un système d’alerte téléphonique pour les aînés et les personnes atteintes de maladies chroniques en cas de chaleur extrême dans la région de la Montérégie au Québec ont démontré que ce système permettait de réduire le nombre de rendez-vous médicaux {encadré 3.3}.

Afin de réduire les risques de pollution atmosphérique, Environnement et Changement climatique Canada prévoit une Cote air santé dans l’ensemble du pays (sauf au Québec, qui a son propre système). Cette cote fournit un indice de risque, des messages de santé et des conseils en matière de protection de la santé, ces deux derniers s’adressant à des groupes précis qui pourraient être exposés à un risque accru en ce qui concerne les effets sur la santé d’une mauvaise qualité de l’air {5.7.1}. De plus, le Ministère a déployé le Système de prévision de la fumée des feux de forêt pour le Canada (FireWork) pour prévoir les concentrations de matières particulaires fines dues aux feux de forêt dans l’ensemble du Canada au cours des 48 heures qui suivent {3.8.4.2; 5.7.2}.

Une autre adaptation courante est le « virage écologique » des espaces dans les villes en plantant des arbres et des arbustes et en créant des parcs. Plusieurs provinces et villes du Canada ont activement adopté cette mesure pour lutter contre les effets d’îlot de chaleur. Le sol dans les espaces verts peut également absorber l’excès d’eau lors de fortes pluies et d’inondations. Cependant, le virage écologique dans les espaces urbains doit être soigneusement planifié et accompagné de conseils et de messages de santé publique pour éviter d’augmenter les risques de maladies infectieuses telles que la maladie de Lyme et les effets du pollen sur les allergies.

Pour s’adapter aux maladies infectieuses qui peuvent émerger ou augmenter en lien avec les changements climatiques, il faut mettre en œuvre l’approche « Une seule santé », aussi connu sous le nom d’« Un monde, une santé » qui intègre nos connaissances sur les maladies chez les humains, le rôle des réservoirs de maladies animales et le rôle de l’environnement, y compris le climat. Cette approche intégrée est nécessaire pour concevoir et entreprendre des évaluations systématiques des endroits où les risques de maladie peuvent émerger, effectuer une surveillance des nouvelles maladies et élaborer des interventions de prévention et de contrôle (allant des alertes publiques aux programmes de vaccination) pour protéger les Canadiens contre les maladies infectieuses liées aux changements climatiques.

En général, les autorités sanitaires sont à la traîne en ce qui concerne les changements climatiques et les mesures de santé nécessaires pour faire face aux risques croissants pour les Canadiens et les Canadiennes. Par exemple, bon nombre d'entre elles n'ont pas de programme sur les changements climatiques et la santé ni de ressources réservées pour appuyer l'élaboration de mesures d'adaptation. La recherche montre également que de nombreux établissements de santé (qui sont une composante essentielle des systèmes de santé dans les efforts de réduction des effets engendrés par les changements climatiques) ne prennent pas les mesures nécessaires pour se préparer aux risques actuels et au réchauffement futur {10.4.1}.

De nombreux secteurs doivent s'unir pour faire face aux effets des changements climatiques, car les efforts d'adaptation liés à la planification de l'utilisation des terres, à l'aménagement en infrastructure, à la préparation aux situations d'urgence, à la gestion de l'environnement et à la planification des transports peuvent tous avoir une incidence sur la santé {chapitre 10}. Les plans d'adaptation aux changements climatiques, tant à l'échelle locale que dans l'ensemble du pays, peuvent réduire les résultats en matière de santé s'ils tiennent compte de la santé et qu'il est prévu d'évaluer régulièrement leur efficacité à mesure que le pays continue de se réchauffer.

Bien que l'adaptation entraîne des coûts, ceux-ci sont compensés par l'atténuation de l'escalade des coûts des soins de santé attribuables aux changements climatiques. Selon des recherches récentes menées au Québec, l'augmentation des allergies à l'herbe à poux dues aux changements climatiques s'établit à 360 millions de dollars pour les gouvernements dans cette province et à 475 millions de dollars pour l'ensemble de la société. Pour ce qui est de la chaleur extrême, l'étude a estimé une augmentation des coûts de 370 millions de dollars pour les gouvernements du Québec. De plus, l'augmentation des cas de la maladie de Lyme attribuable aux changements climatiques devrait coûter aux gouvernements du Québec de 60 à 95 millions de dollars {10.4.2}.

Rendre l'adaptation inclusive et équitable

Les recherches suggèrent que les évaluations de la vulnérabilité en matière de santé et de l'adaptation aux changements climatiques peuvent être utiles pour cibler les causes profondes de la vulnérabilité, telles que l'insécurité alimentaire, le revenu inadéquat et l'exclusion sociale {encadré 9.3}. Elles peuvent également être utilisées pour déterminer les effets non intentionnels – négatifs ou positifs – sur la santé d'une politique, d'un programme ou d'un projet prévu sur les populations marginalisées {9.4.4}.

La planification de l'adaptation devrait faire intervenir les collectivités et les personnes les plus souvent atteintes par les changements climatiques. La participation des personnes et des communautés marginalisées qui subissent déjà un fardeau disproportionné de maladies et d'iniquités en santé, comme les peuples autochtones et les populations racisées, est particulièrement importante {chapitre 9}. La planification de l'adaptation de la santé peut également comprendre l'établissement de partenariats avec les populations les plus vulnérables, notamment les femmes, les personnes handicapées, les aînés, les immigrants, les résidents à faible revenu, les personnes non-anglophones et non-francophones, les travailleurs en plein air, les personnes exposées à la pollution de l'environnement, les personnes atteintes de maladies existantes, les personnes sans accès à l'assurance, les résidents de logements sociaux, les nouveaux arrivants au Canada,

les ménages monoparentaux, les étudiants, les populations de passage et sans-abri et les parents ayant de jeunes enfants {10.3.2}.

Il existe un certain nombre de cadres que connaissent bien les autorités de santé publique pour aider les décideurs à nouer le dialogue avec les communautés. Pour accroître la représentation et la participation des groupes qui ont souvent été exclus, les décideurs et les chercheurs doivent reconnaître les obstacles à la participation (comme le fardeau financier, les exigences en matière de déplacements, la langue, la garde d'enfants, etc.), en tenir compte et les éliminer. Dans ce processus, il est essentiel d'investir du temps et des ressources dans l'établissement de relations et de cultiver la confiance {9.5.3}.

Les adaptations touchant les collectivités autochtones devraient être dirigées par les Autochtones. Il existe de nombreux exemples de projets d'adaptation qui ont amélioré la santé et qui ont été dirigés par la collectivité : un projet visant à créer des logements adaptés au climat, sains et qui respectent la culture à Nain, au Nunatsiavut, à Terre-Neuve-et-Labrador {9.5.2}; et un projet visant à cartographier les risques d'inondation et leurs effets dans la collectivité crie de Kashechewan, dans le nord de l'Ontario {2.4.1; encadré 2.2}.

L'adaptation à des collectivités et à des endroits précis des mesures visant à protéger la santé est l'un des moyens d'éviter les « maladaptation », c'est-à-dire de causer par inadvertance d'autres risques pour la santé lors de la mise en œuvre de mesures d'adaptation. Par exemple, si, dans le contexte du virage écologique, on plante des arbres producteurs de pollen, on risque de causer des problèmes de santé aux personnes allergiques {10.3.3; tableau 2}. Prenons aussi l'exemple de la création d'un espace urbain vert, qui peut avoir des effets contraires à ceux attendus si elle conduit à la gentrification et a pour résultat le déplacement des personnes à faible revenu pour qui le parc avait été conçu. L'adaptation doit être soigneusement planifiée pour éviter de tels faux pas {10.3.3; tableau 10.2}.

Adaptation du système de santé

Le système de santé doit être inclus dans l'adaptation. L'adaptation peut aider le système de santé à se préparer aux effets liés au climat sur la santé et à le protéger des effets futurs sur l'infrastructure, le personnel et les services. Le cadre d'adaptation des systèmes de santé {10.3.2} comprend, entre autres domaines d'intérêt, l'analyse de la résilience des établissements de santé, une première étape pour s'assurer que les services de santé restent fonctionnels. Pour appuyer une telle analyse, la Coalition canadienne pour un système de santé écologique, en partenariat avec Santé Canada, a dressé une liste de contrôle pour vérifier la résilience aux changements climatiques dans les établissements de soins de santé, laquelle peut permettre de déceler les lacunes dans la résilience. Un plus grand nombre d'établissements doivent évaluer leur état de préparation aux effets des changements climatiques. Dans un récent sondage, seulement 9 % des répondants du personnel des établissements de soins de santé ont déclaré avoir effectué des évaluations de la résilience, tandis que seulement 4 % ont procédé à des évaluations de vulnérabilité {10.4.1}.

Les mesures d'adaptation prises pour les établissements de soins de santé peuvent comprendre une gamme de mesures dans des domaines tels que la formation de la main-d'œuvre, l'approvisionnement en aliments et en fournitures médicales, la préparation aux situations d'urgence et les changements ou rénovations de

conception et d'ingénierie pour faire face à la chaleur, aux inondations et aux pannes d'électricité. À titre d'exemple, l'hôpital général régional de Nanaimo, en Colombie-Britannique, a achevé des rénovations en 2012 visant à réduire les risques en cas d'urgence météorologique extrême et à réduire les coûts énergétiques {encadré 10.6}.

Avantages accessoires de l'atténuation des changements climatiques et de l'adaptation à la santé

Les mesures prises dans de nombreux secteurs pour atténuer les changements climatiques (en réduisant les GES ou en séquestrant le carbone) ou pour s'y adapter peuvent également avoir de très grands avantages pour la santé – immédiatement ou à long terme. Ces « avantages accessoires » obtenues en atténuant les changements climatiques et en s'y adaptant ajoutent à la valeur des mesures prises et peuvent éviter de piètres résultats en matière de santé et des coûts économiques pour les systèmes de santé et la société {10.6}. Les économies découlant de telles mesures peuvent également aider à compenser les coûts pour la société de la réduction des GES.

À titre d'exemple, la réduction de l'utilisation de combustibles fossiles peut améliorer la qualité de l'air grâce à la réduction des matières particulaires fines, y compris la suie et l'ozone troposphérique. Une meilleure qualité de l'air permet de retirer de multiples avantages accessoires, notamment la réduction des maladies cardiovasculaires et respiratoires ainsi que des décès. Le virage écologique des collectivités pour les refroidir peut également avoir de multiples répercussions sur la santé, comme la réduction des maladies chroniques et l'amélioration de la santé mentale. Des mesures visant à rendre la vie dans les collectivités plus agréable, comme l'installation de sentiers pédestres et cyclables, peuvent améliorer les niveaux d'exercice et la santé mentale des résidents. De telles mesures peuvent également avoir des effets positifs en réduisant l'isolement social et la criminalité {10.6}. L'analyse effectuée dans le cadre de la présente évaluation a estimé que des réductions des émissions canadiennes de GES et de polluants atmosphériques conformes à un profil représentatif d'évolution de concentration RCP 6.0 pourraient permettre d'éviter 5 200 décès pour un seul été en 2050.

Plusieurs projets fructueux d'atténuation des GES et d'adaptation aux changements climatiques au Canada ont eu d'importantes avantages accessoires. Pour n'en mentionner qu'un, le Réseau universitaire de santé (RUS) de Toronto, en Ontario, a réduit de 19 % l'utilisation du gaz naturel sur place et la consommation d'électricité, de chaleur ou de vapeur achetées de 2010 à 2019. Un nombre de 214 projets de valorisation des ressources énergétiques achevés entre 2013 et 2018 a donné lieu à une grande partie de cette réduction, ce qui a permis au RUS d'économiser 18,9 millions de dollars en coûts des services publics. En ce qui concerne le refroidissement, le RUS a également remplacé les refroidisseurs traditionnels par un système de refroidissement en eaux froides profondes dans certaines de ses installations; cette technologie utilise de l'eau refroidie par le lac Ontario, améliorant la capacité, la résilience et la fiabilité du système d'eau réfrigérée du RUS, et permet d'économiser plus de 22 millions de dollars sur 20 ans. De tels projets améliorent la qualité



de l'air en éliminant les sources d'utilisation de combustibles fossiles et la disponibilité de l'eau, en renonçant à l'utilisation de l'eau dans le refroidissement (dans ce cas, 67 millions de litres par an) {encadré 10.8}.

Intensifier les efforts pour protéger les Canadiens et les Canadiennes

Il est possible de protéger la santé des Canadiens et les Canadiennes contre les changements climatiques. Le Canada a une occasion historique d'éviter bon nombre de leurs effets sur la santé. Les décideurs du secteur de la santé reconnaissent la nécessité de prendre des mesures d'adaptation pour se préparer aux effets des changements climatiques sur la santé. Les niveaux d'iniquité, de cohésion sociale et d'innovation technologique influenceront sur la mesure dans laquelle la santé des Canadiens et des Canadiennes et de leurs collectivités sont touchés par les changements climatiques et devraient être pris en compte dans tous les plans et processus d'adaptation. La résilience des systèmes de santé ainsi que la volonté et la capacité des décideurs à prendre les mesures d'adaptation nécessaires, en étroite collaboration avec d'autres secteurs, détermineront la façon dont le système de santé réagit aux changements climatiques et aideront les Canadiens et des Canadiennes qui en subissent les effets. Pour réduire les risques pour la santé des Premières Nations, des Inuits et des Métis, il faut respecter les droits et les responsabilités à l'égard de leurs terres, de leurs ressources naturelles et de leurs modes de vie, et faire progresser ces droits grâce à des activités d'adaptation aux changements climatiques, de politiques et de recherches fondées sur les distinctions, dirigées par les Autochtones {chapitre 2}.

Un certain nombre d'autorités sanitaires, de l'échelle locale à l'échelle nationale, au Canada, prennent des mesures d'adaptation pour réduire les risques pour la santé. Ces expériences peuvent être transmises dans le but de déployer plus d'efforts pour protéger la santé. Ces efforts doivent être intensifiés rapidement et axés sur la santé et les systèmes de santé afin de tirer parti de cette occasion pour prévenir les effets des changements climatiques sur la santé et s'y préparer.

La santé des Canadiens et des Canadiennes et de leurs collectivités ne peut être protégée si le réchauffement se poursuit sans relâche. Des efforts accrus pour réduire les GES peuvent favoriser de très grands avantages accessoires pour la santé, en renforçant la résilience des personnes et des systèmes de santé et en contrant les effets du réchauffement climatique. Le secteur de la santé a l'occasion de faire preuve de leadership en réduisant son empreinte carbone et en se préparant aux changements climatiques. La santé future des Canadiens et des Canadiennes dépendra de ces efforts de la part de nos décideurs.

Source :

P. Berry et R. Schnitter (éd.). (2022). [La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir](#). Ottawa (Ontario) : gouvernement du Canada.



CHAPITRE 1

Liens entre les changements climatiques et la santé

LA SANTÉ DES CANADIENS ET DES CANADIENNES DANS
UN CLIMAT EN CHANGEMENT : FAIRE PROGRESSER NOS
CONNAISSANCES POUR AGIR



Santé
Canada

Health
Canada

Canada



Auteurs principaux

Peter Berry, Santé Canada

Rebekka Schnitter, Santé Canada

Jolly Noor, Université de Waterloo

Suggestion de citation

Berry, P., Schnitter, R., et Noor, J. (2022). Liens entre les changements climatiques et la santé. Dans P. Berry et R. Schnitter (éd.), [*La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir*](#). Ottawa (Ontario) : gouvernement du Canada.



Table des matières

1.1 Introduction	40
1.2 Climat en évolution du Canada	40
1.3 Changements climatiques et santé	44
1.4 Meilleure connaissance des impacts des changements climatiques sur la santé des Canadiens et des Canadiennes	48
1.5 Tendances démographiques et socioéconomiques de la population canadienne	49
1.5.1 Croissance démographique	49
1.5.2 Capital social et réseaux	50
1.5.3 Diversité raciale et ethnique	50
1.5.4 Disparité et iniquité économiques	50
1.5.5 État de santé	51
1.6 Impacts des changements climatiques sur la santé des Autochtones	52
1.7 Références	54

1.1 Introduction

Il y a plus de 20 ans, des scientifiques ont recensé un large éventail de risques que posaient les changements climatiques pour la santé et le bien-être des Canadiens et des Canadiennes (Société royale du Canada, 1995; Koshida et Avis, 1998; Santé Canada, 1999). Des évaluations scientifiques et des études connexes à l'échelle nationale, provinciale ou locale ont par la suite démontré que les risques pour la santé augmentent, qu'ils menacent sérieusement les populations et entraînent pour certaines personnes et collectivités d'importants impacts en raison de la variabilité actuelle du climat (Séguin, 2008; Gosselin, 2010; Berry et coll., 2014a; Berry et coll., 2014b; Levison et coll., 2018). Compte tenu de l'augmentation de certaines maladies, comme la maladie de Lyme, attribuables en partie au climat en évolution (Hoegh-Guldberg et coll., 2018), et de la plus grande fréquence et gravité des événements météorologiques extrêmes et des catastrophes, comme des événements de chaleur extrême et des feux de forêt, et les augmentations prévues des événements de précipitations extrêmes qui se produisent en raison du réchauffement climatique et les risques associés d'inondation dans certaines régions, il est essentiel de mieux comprendre les populations et les régions les plus susceptibles d'être touchées négativement sur le plan de la santé. Il faut recueillir de nouveaux renseignements sur les risques croissants, les principaux facteurs de vulnérabilité et les options d'adaptation prometteuses si l'on veut accroître la résilience des Canadiens et des Canadiennes, de leurs collectivités et de leurs systèmes de santé.

La population canadienne s'inquiète des impacts des changements climatiques sur la santé. En 2017, 93 % des Canadiens et des Canadiennes qui admettent que les changements climatiques sont effectivement une réalité ont indiqué que ceux-ci constituent déjà un risque pour la santé (53 %) ou le feront dans l'avenir (40 %), et plus de la moitié (55 %) se sentent personnellement vulnérables à cet égard (Environics, 2017). En outre, les autorités sanitaires et les organisations médicales au Canada et à l'étranger ont réclamé que les pays se concertent pour réduire les risques et accroître la résilience des systèmes de santé aux changements climatiques (OMS, 2015; Health Care Without Harm, 2017; Medical Society Consortium on Climate & Health, 2017; Howard, 2018; Association médicale mondiale [AMM], 2018; Claudel et coll., 2020; The Global Climate and Health Alliance, 2020). L'adoption de mesures d'adaptation fondées sur des preuves solides des risques pour la santé peut réussir à protéger les personnes, y compris celles qui subissent des impacts disproportionnés des changements climatiques (Ebi et Burton, 2008; OMS, 2015). Cependant, des limites considérables de l'adaptation peuvent exister à mesure que le réchauffement climatique s'accroît (Ebi et coll., 2021).

1.2 Climat en évolution du Canada

Les gaz à effet de serre (GES) qui causent le réchauffement de la planète continuent d'augmenter rapidement. En 2019, les concentrations atmosphériques moyennes à l'échelle mondiale de dioxyde de carbone (CO₂), qui constitue le principal déterminant du changement climatique à long terme, ont atteint un sommet record de 409,8 parties par million (ppm), une hausse par rapport aux 400,1 ppm enregistrées en 2015 (Organisation météorologique mondiale [OMM], 2018a; Lindsey, 2020). De tels niveaux de CO₂ sont sans précédent; il faut



remonter jusqu'à 3 à 5 millions d'années pour constater des niveaux similaires, lorsque la température de la Terre était de 2 °C à 3 °C plus chaude et que le niveau de la mer était de 10 à 20 mètres plus élevé (OMM, 2018b). Les émissions mondiales de CO₂ ont augmenté de 1,7 % en 2018 (Agence internationale de l'énergie [AIE], 2019). Les concentrations atmosphériques des deux autres importants composants des GES à long terme, le méthane (CH₄) et l'oxyde nitreux (N₂O), continuent également d'augmenter rapidement. En 2018, le CH₄ a atteint 259 % et le N₂O 123 % des niveaux préindustriels (1750) (OMM, 2020).

En raison des émissions anthropiques mondiales de GES, le climat du Canada a changé et devrait continuer de le faire au cours des prochaines décennies. En moyenne, le Canada se réchauffe à un rythme environ deux fois plus rapide que celui de la moyenne mondiale, et la région du Nord, encore plus rapidement (Bush et Lemmen, 2019). Depuis 1948, les températures moyennes sur la masse terrestre canadienne ont augmenté de 1,7 °C par année, tandis que le Nord s'est réchauffé en moyenne de 2,3 °C au cours de la même période. De plus, la chaleur extrême s'est accentuée, tandis que les températures extrêmement froides se sont atténuées (Bush et Lemmen, 2019).

Selon les modèles climatiques, les températures au Canada continueront d'augmenter, principalement en hiver. Il est « presque certain » que le réchauffement se poursuivra (Zhang et coll., 2019), mais l'ampleur de celui-ci variera selon le taux futur d'émissions de GES. En vertu d'un scénario mondial de faibles émissions (RCP 2.6), un accroissement du réchauffement d'environ 2 °C par année est prévu pendant la plus grande partie de ce siècle par rapport à la période de référence de 1986 à 2005, alors qu'un scénario de fortes émissions (RCP 8.5) devrait entraîner une hausse du réchauffement de plus de 6 °C pour le pays dans son ensemble entre le moment actuel et la fin du siècle, et des changements encore plus importants dans le Nord (figure 1.1).

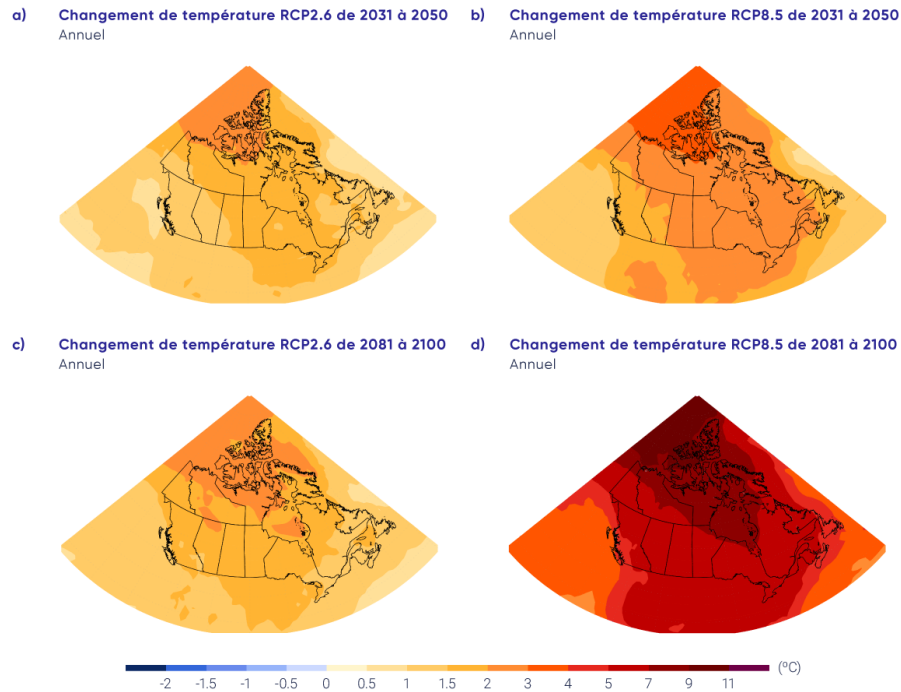


Figure 1.1 Prévisions relatives à la variation annuelle de la température moyenne au Canada. La figure illustre les prévisions relatives à la variation annuelle de la température au Canada, selon un scénario de faibles émissions (RCP 2.6) (panneau de gauche) et un scénario de fortes émissions (RCP 8.5) (panneau de droite), à court terme (rangée du haut) et à la fin du siècle (rangée du bas). Les projections sont représentées par la médiane de l'ensemble multi-modèles du Projet d'intercomparaison de modèles couplés (CMIP5). Les changements se rapportent à la période de 1986 à 2005. Source : Zhang et coll., 2019.

De nombreuses régions du Canada ont vécu une augmentation des précipitations, davantage sous forme de pluie que de neige. Les événements de précipitations extrêmes n'ont pas augmenté dans l'ensemble du Canada (c'est-à-dire les quantités accumulées pendant une journée ou moins); toutefois, à l'avenir, on prévoit une augmentation des événements quotidiens de précipitations extrêmes (Zhang et coll., 2019). Le réchauffement continu signifie que les précipitations totales devraient augmenter pour une grande partie du Canada (figure 1.2), tandis que certaines régions pourraient connaître une diminution en été vers la fin du siècle, particulièrement dans le sud du Canada, d'après un scénario de fortes émissions (Zhang et coll., 2019). La quantité d'eau douce pourrait diminuer à mesure que le réchauffement se poursuit, et ainsi accroître les risques de pénurie d'eau en été dans certaines régions (Bonsal et coll., 2019; Bush et Lemmen, 2019).

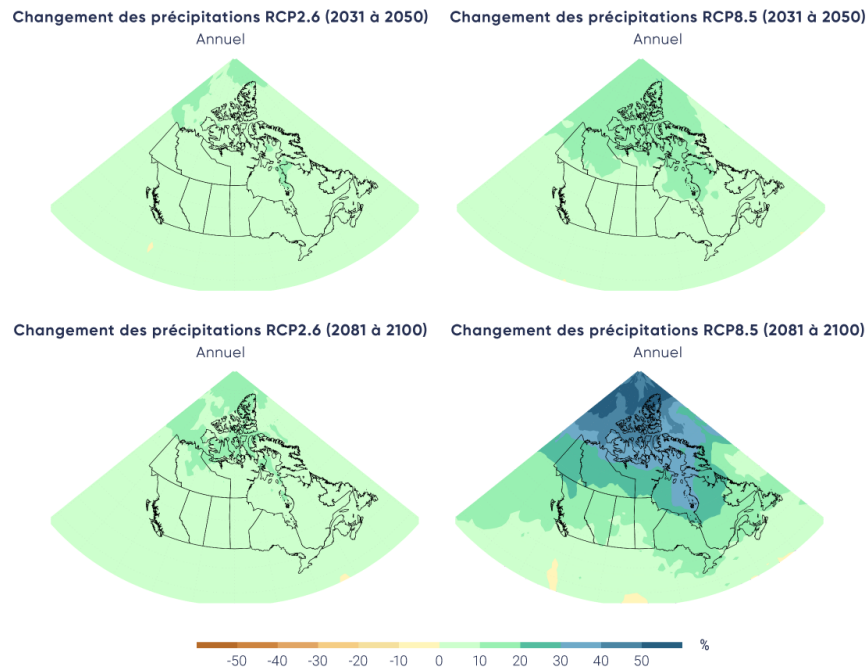


Figure 1.2 Changements prévus des précipitations annuelles au Canada. La figure illustre les variations annuelles des précipitations prévues au Canada selon un scénario de faibles émissions (RCP 2.6) (panneau de gauche) et un scénario de fortes émissions (RCP 8.5) (panneau de droite), à court terme (rangée du haut) et à la fin du siècle (rangée du bas). Il s'agit de cartes et séries chronologiques de la variation moyenne prévue des précipitations (%) par année, représentée par la médiane de la cinquième phase de l'ensemble multi-modèles du Projet d'intercomparaison de modèles couplés (CMIP5). Ces variations s'appliquent à la période allant de 1986 à 2005. Source : Zhang et coll., 2019.

Les événements quotidiens de précipitations extrêmes devraient augmenter, alors que les périodes de retour de ces phénomènes, c'est-à-dire l'intervalle entre les épisodes, devraient raccourcir. Dans un scénario de fortes émissions de GES, la fréquence des précipitations extrêmes qui s'établit à un épisode par 20 ans passera à un épisode par 10 ans d'ici le milieu du siècle (une augmentation du double de la fréquence) (Zhang et coll., 2019). Les zones urbaines devront donc gérer les risques accrus d'inondation et les menaces pour la santé qui en découlent (p. ex., les approvisionnements en eau contaminée) en raison des chutes de pluie plus fortes. Le niveau local de la mer devrait s'élever le long d'une grande partie du littoral canadien, ce qui entraînera une augmentation de la fréquence et de l'ampleur des événements extrêmes d'élévation de l'eau de même qu'une hausse des inondations côtières (Greenan et coll., 2019).

Étant donné l'inévitabilité d'une hausse du réchauffement, de nombreuses tendances actuelles en matière d'impacts des changements climatiques sur la santé se poursuivront, notamment (Bush et Lemmen, 2019) :

- des événements de chaleur extrême plus fréquents et plus intenses;
- une plus grande gravité des événements de chaleur extrême;

- des événements de froid extrême en moins grand nombre;
- un risque accru de sécheresse;
- un risque accru de feux de forêt;
- une saison de croissance plus longue;
- une saison de couverture glaciale dans l'Arctique plus courte;
- l'étendue de la glace de mer réduite;
- un amincissement des glaciers;
- un réchauffement et dégel du pergélisol.

L'accroissement de la variabilité des conditions météorologiques et du climat fait en sorte que les personnes auront plus de difficulté à s'adapter. Si les émissions mondiales de gaz à effet de serre continuent d'augmenter au cours du présent siècle, elles devraient avoir des effets profonds sur le climat canadien. La limitation du réchauffement de la planète, et du Canada, appelle à une action mondiale afin de réduire les émissions de GES à un seuil tout près de zéro d'ici quelques décennies (Bush et Lemmen, 2019).

1.3 Changements climatiques et santé

Des rapports publiés par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (Confalonieri et coll., 2007; Smith et coll., 2014; OMS, 2014; OMS, 2018) et des études connexes (Watts et coll., 2015; Crimmins et coll., 2016; Watts et coll., 2018) ont fourni des données probantes sur les risques des changements climatiques pour la santé et sur les voies d'exposition. Les facteurs climatiques causant des problèmes de santé, qu'il faut comprendre pour prendre des mesures d'adaptation, sont complexes et dépendent d'un éventail de déterminants de la santé et d'autres facteurs situationnels, comportementaux et organisationnels (figure 1.3). Il s'agit d'un défi pour les responsables de la santé publique qui doivent gérer les risques actuels pour la santé et les impacts prévus, grâce à des partenariats étroits qu'ils devront établir avec des intervenants de divers secteurs, notamment du secteur de la santé.

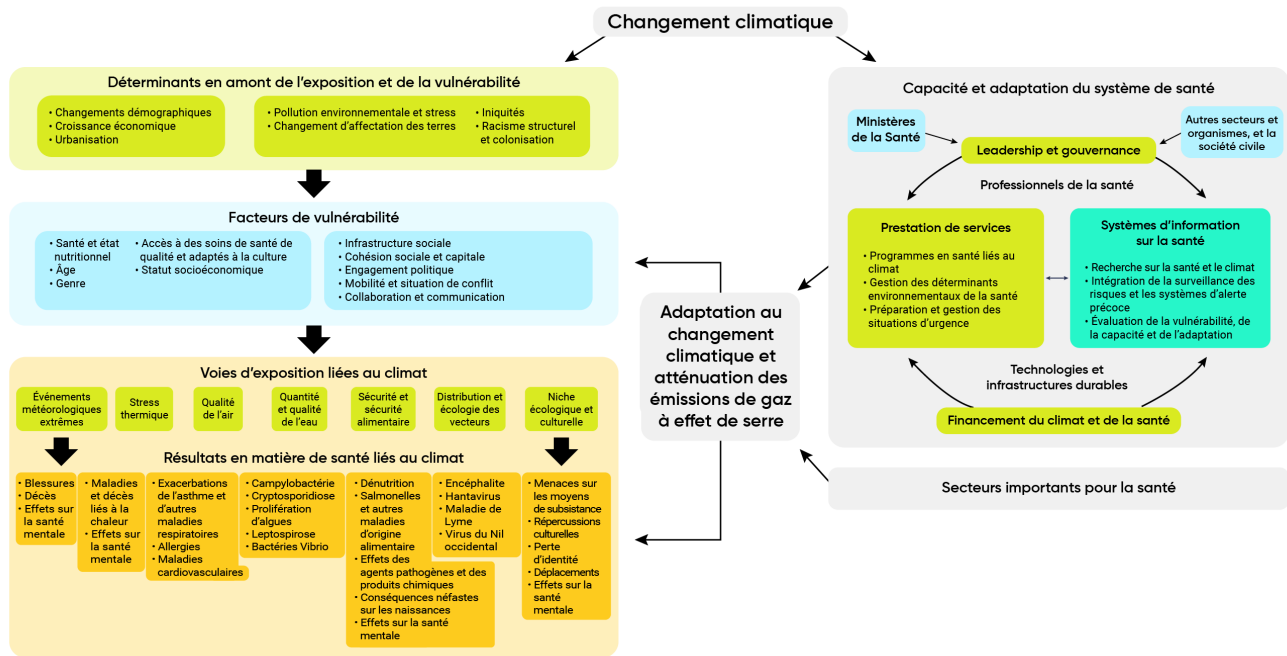


Figure 1.3 Voies d'exposition des Canadiens et des Canadiennes aux risques associés aux changements climatiques. Source: Adapté from OMS, 2022, Working paper on measuring climate resilience of health systems; Haines & Ebi, 2019.

Les facteurs en amont liés à diverses tendances, comme la croissance démographique, l'essor économique, l'urbanisation, le colonialisme et le racisme, peuvent exercer des pressions sur un éventail d'éléments pouvant accroître ou atténuer la vulnérabilité aux impacts des changements climatiques sur la santé. Les changements climatiques peuvent avoir des effets directs ou indirects sur la santé par le biais d'une gamme de voies d'exposition à mesure que les températures continuent d'augmenter, que les régimes de précipitation changent et que les événements météorologiques extrêmes sont de plus en plus fréquents et sévères et entraînent plus de catastrophes naturelles (GIEC, 2012; Smith et coll., 2014; Watts et coll., 2015; Hoegh-Guldberg et coll., 2018).

Les impacts directs sur la santé peuvent comprendre les maladies non transmissibles (p. ex., les maladies respiratoires et cardiovasculaires et les impacts sur la santé mentale) et des blessures et des décès associés aux événements météorologiques extrêmes comme les feux de forêt, les tempêtes, les événements de chaleur extrême, les inondations et les sécheresses. Les effets moins évidents des changements climatiques sur la santé ont trait aux changements associés aux écosystèmes qui favorisent la propagation des maladies, des agents pathogènes ou des contaminants à l'humain, par exemple, la propagation de maladies à transmission vectorielle dans de nouvelles régions géographiques, l'accroissement de la pollution hydrique et atmosphérique et des températures plus chaudes, ou de plus grands risques pour l'insécurité alimentaire. Les changements climatiques augmentent la vulnérabilité à de multiples aléas simultanés qui menacent la santé (Mora et coll., 2018), et le réchauffement planétaire continu au-delà de 1,5 °C augmente les risques de

dépassement de seuils critiques qui entraîneraient une dégradation plus importante des systèmes naturels et des sociétés humaines (Haines et Ebi, 2019).

Les services de santé et les services sociaux jouent un rôle important dans la protection des Canadiens et des Canadiennes contre les impacts des changements climatiques. Ils représentent les premières lignes de défense, que ce soit par la prévention primaire (p. ex., la réduction des émissions de GES dans les soins de santé et l'atténuation de l'effet des îlots de chaleur urbains), la prévention secondaire (p. ex., les systèmes d'alerte précoce et les campagnes de sensibilisation publique) ou la prévention tertiaire (p. ex., le traitement des blessures et des maladies liées aux aléas climatiques) (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé). La défaillance de ces services pendant un événement extrême ou une capacité moindre de fournir des services au fil du temps auraient des impacts directs sur la santé et le bien-être. On cerne davantage les impacts que peuvent avoir les changements climatiques sur les réseaux de santé (OMS, 2015; Balbus et coll., 2016; Haines et Ebi, 2019) comme le prouvent les récentes catastrophes, comme les ouragans Katrina et Sandy aux États-Unis (Health Care Without Harm, 2018) et les feux de forêt catastrophiques en Alberta et en Colombie-Britannique (Purdy, 2016; Toews, 2018).

Certaines populations au Canada et ailleurs subissent un fardeau disproportionné des impacts des changements climatiques sur la santé (Berry et coll., 2014; Hoegh-Guldberg et coll., 2018; Shultz et coll., 2020) (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada; le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé). À l'échelle mondiale, on estime que les enfants subissent, dans une mesure de 88 %, le fardeau des maladies liées aux changements climatiques (OMS et Programme des Nations Unies pour l'environnement [PNUE], 2010). Les changements climatiques menacent la santé des gens dans tous les pays. Certaines forces dynamiques qui entraînent des risques, comme les maladies infectieuses, les effets sur les systèmes hydriques et alimentaires, ou les perturbations de la chaîne d'approvisionnement, peuvent transcender les frontières (Balbus et coll., 2016; Friel, 2019) et toucher les Canadiens et les Canadiennes.

Les changements climatiques augmentent le risque de crises humanitaires (Jochum et coll., 2018) et menacent les avancées réalisées en matière de santé à l'échelle du globe réalisées au cours du siècle dernier (Smith et coll., 2014). Entre 2014 et 2017, les chocs liés aux changements climatiques ont contribué en partie à l'augmentation du nombre de personnes souffrant d'insécurité alimentaire dans le monde, qui a atteint plus de 800 millions, soit une croissance allant de 37 à 122 millions (Commission mondiale pour l'adaptation [GCA], 2019). À l'échelle mondiale, on estime que 200 millions de personnes par année d'ici 2050 pourraient avoir besoin d'aide humanitaire internationale en raison des impacts des changements climatiques, ce qui représente presque le double du nombre de personnes (108 millions) qui ont eu besoin d'aide en 2018 pour se rétablir des inondations, des tempêtes et des feux de forêt (Fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge [FISCR], 2019). Il existe des liens possibles entre les aléas causés par le climat et la migration humaine (Haut-Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés [HCR], 2015; Haines et Ebi, 2019; McLeman, 2020), par exemple, les sécheresses de 2018 en Amérique centrale ont coïncidé avec des schémas de migration internationale (Centre de recherche sur épidémiologie des catastrophes [CRED], 2019). Les impacts ont également été liés aux conflits (Schleussner et coll., 2016; Werrell et Femia, 2017), par exemple, les sécheresses en Éthiopie ont été indirectement liées à la baisse de la sécurité alimentaire et aux zones de conflits (OMS, 2018) et la sécheresse de 2006 en Syrie a contribué à la détérioration de la conjoncture économique et au conflit qui a suivi (Gleick, 2014; Kelley et coll., 2015).

Les changements climatiques sont considérés comme un « multiplicateur de menaces » (Hallegatte et coll., 2015) et devraient entraîner une augmentation de la pauvreté, des déplacements et de la migration forcée chez de nombreuses populations (Hoegh-Guldberg et coll., 2018). Ces changements climatiques sont reconnus comme une question de sécurité sanitaire nationale de plus en plus importante, étant donné l'interaction réciproque entre les changements climatiques et les maladies infectieuses, y compris les pandémies (Hawa, 2017) (voir le chapitre 6 : Maladies infectieuses). Cependant, la façon dont les chocs et les tensions liés aux changements climatiques peuvent aggraver d'autres déterminants de conflit et de migration est complexe, tout comme les répercussions sur la santé humaine, et la recherche dans ces domaines en est encore à ses débuts (Hsiang, 2013; Bowles et coll., 2015).

Les impacts sur la santé des populations et des collectivités peuvent être immédiats ou durer des années (p. ex., les maladies non transmissibles comme la santé mentale; voir le chapitre 4 : Santé mentale et bien-être), ou peuvent avoir une longue durée de vie, être multigénérationnelles ou irréversibles, comme les effets sur les cultures ou la perte de cultures (OMS, 2018) (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). De plus, les chercheurs commencent à établir un lien direct entre les changements climatiques et des phénomènes particuliers qui ont eu un effet sur la santé. Par exemple, certains événements météorologiques extrêmes, notamment les conditions chaudes et sèches qui ont contribué aux feux de forêt exceptionnels en Colombie-Britannique en 2016, ou la vague de chaleur record dans cette province en juin 2021, sont reliés aux changements climatiques (Herring et coll., 2018; World Weather Attribution, 2021), et ont ainsi permis aux chercheurs d'établir des liens avec les impacts sur la santé de tels événements (Ebi et coll., 2017; Hoegh-Guldberg et coll., 2018). De plus, Vicedo-Cabrera et coll. (2021) estiment qu'entre 1991 et 2018, 38,5 % de la mortalité liée à la chaleur dans 25 régions métropolitaines de recensement du Canada pourrait être attribuée aux changements climatiques d'origine humaine.

Les scientifiques en apprennent aussi davantage sur les avantages accessoires à court et à long terme très considérables pour la santé que procurent des mesures d'atténuation des GES bien conçues et des initiatives d'adaptation proactives dans d'autres secteurs. Les mesures en vue de lutter contre les changements climatiques dans les secteurs de l'agriculture, de l'eau et des services sanitaires, des infrastructures, de l'énergie, de l'urbanisme et des transports, par exemple, peuvent réduire la pollution de l'environnement et soutenir des modes de vie sains et des collectivités en santé (Haines et coll., 2009; Smith et coll., 2014; Martinez et coll., 2018). Les avantages possibles, comme la diminution des décès attribuables à la pollution atmosphérique, sont si importants que la Commission Lancet sur le climat et la santé a indiqué que les changements climatiques représentaient la plus grande possibilité pour la santé mondiale du XXI^e siècle (Watts et coll., 2015, p. 1) (voir le chapitre 5 : Qualité de l'air). D'après les recherches, la valeur des avantages pour la santé découlant de politiques et d'activités qui visent les cibles de l'Accord de Paris de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques pourrait excéder les coûts pour un grand éventail de scénarios futurs (Markandya et coll., 2018). Le Canada est signataire de l'Accord de Paris et s'est engagé à réduire ses émissions de GES à 511 Mt d'équivalent de CO₂ d'ici 2030¹ et à atteindre la cible de zéro émission nette d'ici 2050 (gouvernement du Canada, 2021).

L'infrastructure du système de santé et les services de santé au Canada sont touchés par les aléas causés par le climat; la réduction des pressions et des coûts pour les systèmes de santé découlant de l'amélioration de la santé de la population grâce à de telles mesures peut dégager des ressources nécessaires pour mettre

1 Les émissions de GES du Canada étaient de 729 Mt d'équivalent de CO₂ en 2018 (gouvernement du Canada, 2020).

en place des systèmes de santé résilients face aux changements climatiques et se remettre des impacts inévitables (Martinez et coll., 2018). Une meilleure compréhension de la façon d'évaluer la résilience des systèmes de santé aux changements climatiques (p. ex., les indicateurs), des outils pour faciliter l'adaptation requise, des rôles et des responsabilités des principaux intervenants et des possibilités de partenariat contribuera à renforcer les efforts de préparation (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé).

1.4 Meilleure connaissance des impacts des changements climatiques sur la santé des Canadiens et des Canadiennes

La première évaluation nationale des impacts des changements climatiques sur les Canadiens et les Canadiennes, qui comprenait de l'information sur la santé humaine et le bien-être, a été réalisée il y a plus de vingt ans (Koshida et Avis, 1998). Depuis, Santé Canada a effectué deux évaluations nationales des changements climatiques et de la santé (Séguin, 2008; Berry et coll., 2014) qui ont contribué à accroître la base de données scientifiques. L'étude de 2014 a mis à jour des données sur les problèmes de santé liés aux changements climatiques, qui avaient été publiés dans des rapports antérieurs (p. ex., la pollution atmosphérique, les maladies infectieuses, les maladies d'origine hydrique et alimentaire et les aléas naturels liées au climat), sur les populations qui subissent des impacts disproportionnés et sur les options d'adaptation.

L'évaluation de 2014 a également fourni de nouveaux renseignements sur les défis en matière de santé auxquels font face les personnes vivant dans des collectivités et des régions particulières – urbaines, rurales, côtières et du Nord – et comprenait une liste des principaux domaines dans lesquels il faut accroître les recherches pour éclairer les efforts visant à protéger la santé. La population du Canada est menacée par les impacts sur la santé des changements climatiques. Cependant, l'expérience liée aux impacts et la capacité d'adaptation sont très inégales et varient selon les populations, les collectivités et les régions. La sensibilité d'une personne aux impacts des changements climatiques, son exposition aux aléas liés aux changements climatiques et sa capacité à prendre des mesures de protection contribuent toutes à la vulnérabilité aux changements climatiques. Les facteurs d'inégalité en amont (p. ex., le colonialisme, le racisme, les iniquités sociales et économiques) interagissent avec les déterminants de la santé et les façonnent. Les iniquités en santé et les déterminants d'une mauvaise santé augmentent la vulnérabilité et, par conséquent, certaines personnes et certains groupes de population font face à des risques sanitaires disproportionnés et à des difficultés associées à l'adaptation. De plus, la pandémie de COVID-19 a intensifié les inégalités préexistantes dans la société canadienne (Statistique Canada, 2020a).

Les efforts visant à protéger la santé contre les changements climatiques au moyen de mesures d'adaptation et d'atténuation des GES peuvent involontairement exacerber la vulnérabilité de la population ou présenter des possibilités de renforcer l'équité en santé et de réduire les risques sanitaires disproportionnés dans la société (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé). Les larges groupes de population

qui sont généralement plus vulnérables aux impacts des changements climatiques sur la santé au Canada comprennent les aînés, les enfants et les jeunes, les personnes économiquement ou socialement défavorisées, les peuples autochtones, les personnes atteintes de maladies chroniques et dont le système immunitaire est affaibli, les personnes handicapées, les premiers intervenants d'urgence et les travailleurs de soutien, ainsi que les résidents des collectivités nordiques et éloignées (Berry et coll., 2014a). Il y a d'importants écarts au sein de ces groupes au Canada et entre eux. Les populations les plus exposées au risque et celles qui sont les premières à subir les effets des changements climatiques ont toujours été qualifiées de « victimes », alors qu'en réalité, de nombreuses personnes ont fait preuve depuis longtemps de capacités d'adaptation, malgré les iniquités en santé et la discrimination existantes.

1.5 Tendances démographiques et socioéconomiques de la population canadienne

La plupart des Canadiens et des Canadiennes sont en bonne santé, ce qui les rend plus résilients aux impacts des changements climatiques. Il est important de cerner les tendances démographiques, sociales et économiques précises pour comprendre les risques actuels et futurs pour la santé associés aux changements climatiques, car elles peuvent avoir une incidence sur la vulnérabilité et entraîner des résultats inévitables en matière de santé à mesure que les risques augmentent (Balbus et coll., 2016). Par exemple, les disparités sur le plan de la santé et du revenu peuvent rendre certaines personnes plus vulnérables aux impacts des changements climatiques sur la santé (Balbus et coll., 2016; OMS, 2018). Les tendances qui permettent de comprendre les impacts actuels et futurs des changements climatiques sur les risques sur la santé au Canada sont présentées ci-dessous.

1.5.1 Croissance démographique

- On estime que la population du Canada a augmenté de 23,7 % entre 2000 (30,7 millions) et 2020 (38 millions) (Statistique Canada, 2020b).
- De plus, une grande partie de la population canadienne est plus âgée. Selon le Recensement de 2016, les adultes de plus de 65 ans (5,9 millions) sont maintenant plus nombreux que les enfants de moins de 15 ans (5,8 millions). Le nombre de Canadiens et de Canadiennes de plus de 85 ans augmente rapidement – quatre fois plus rapidement que la population générale (ASPC, 2017).
- Par contre, les cohortes de jeunes Autochtones augmentent rapidement et les collectivités autochtones comptent proportionnellement plus d'enfants que d'adultes plus âgés (ASPC, 2017).

1.5.2 Capital social et réseaux

- Beaucoup plus de Canadiens et de Canadiennes vivent maintenant seuls. En 2016, 4 millions de Canadiens et de Canadiennes vivaient seuls, soit le double du nombre enregistré en 1981 (Statistique Canada, 2019b).
- L'isolement social augmente au Canada. En 2017, 44 % des Canadiens et des Canadiennes ont rendu visite à des amis au moins quelques fois par semaine, alors qu'en 2003, 58 % l'ont fait. De plus, le nombre de visites aux membres de sa famille a également diminué au cours de cette période, passant de 38 % à 26 % (ASPC, 2017).
- En 2018, 86 % des Canadiens et des Canadiennes avaient accès à Internet haute vitesse à large bande (CRTC, 2019).

1.5.3 Diversité raciale et ethnique

- En 2011, près d'un Canadien sur cinq (19,1 %) appartenait à une minorité visible, ce qui représente une hausse par rapport à 16,2 % en 2006. Les trois groupes de minorités visibles les plus importants en 2011 étaient les Asiatiques du Sud (25 % de la population issue d'une minorité visible), les Chinois (21,1 %) et les Noirs (15,1 %). D'ici 2031, Statistique Canada estime que les minorités visibles représenteront entre 29 % et 32 % de la population (Statistique Canada, 2018).

1.5.4 Disparité et iniquité économiques

- Le pourcentage de Canadiens et de Canadiennes considérés comme ayant un faible revenu après impôt était de 12,3 % en 2018, ce qui est légèrement inférieur au taux de 2000 (12,8 %) (Statistique Canada, 2020c).
- Un grand nombre de Canadiens et de Canadiennes sont aux prises avec une insécurité en matière d'alimentation et d'approvisionnement en eau, et les taux varient d'un bout à l'autre du Canada, mais sont plus élevés dans le Nord. On a estimé qu'en 2017-2018, 12,7 % des ménages canadiens ont été victimes d'insécurité alimentaire à un moment donné au cours de l'année précédente, ce qui constitue une augmentation par rapport aux estimations nationales précédentes (Tarasuk et Mitchell, 2020). Il s'agit probablement d'une sous-estimation, car toutes les populations n'ont pas été prises en compte dans l'enquête (p. ex., les Autochtones vivant dans les réserves et les sans-abris) et ce ne sont pas toutes les provinces et tous les territoires qui surveillent les taux d'insécurité alimentaire (ASPC, 2017).
- En 2016, 1,7 million de ménages avaient des besoins impérieux en matière de logement; c'est-à-dire que leur logement est considéré comme inadéquat, inabordable ou d'une taille non convenable (Statistique Canada, 2016), et 22 190 Canadiens et Canadiennes vivaient dans 995 refuges (Statistique Canada, 2019c).



1.5.5 État de santé

- L'espérance de vie a continué d'augmenter au Canada, avec une augmentation de 5,3 ans pour les hommes et de 3,3 ans pour les femmes de 1995 à 2019 (OPS, 2019). De 2016 à 2017, pour la première fois, l'espérance de vie n'a pas augmenté en raison de l'épidémie d'opioïdes (Statistique Canada, 2019a).
- En 2016, 44 % de tous les Canadiens et les Canadiennes de plus de 20 ans souffraient d'au moins un problème de santé chronique, y compris l'hypertension (25 %), les troubles anxieux ou de l'humeur (13 %), le diabète (11 %), l'asthme (11 %), une maladie pulmonaire obstructive chronique (10 %), la cardiopathie ischémique (8 %), le cancer (8 %) et la démence (7 %) (ASPC, 2019b).
- Le Canada compte de plus en plus de Canadiens et de Canadiennes qui se disent obèses ou qui vivent avec le diabète ou un trouble de l'humeur. Au cours des trois dernières décennies, le nombre d'enfants obèses a triplé (ASPC, 2019a) et le nombre de Canadiens et de Canadiennes obèses a augmenté, passant de 23,1 % en 2004 à 26,7 % en 2015 (Statistique Canada, 2017). Ces conditions sont liées à l'accroissement de risques accrus de cancer, de maladies cardiovasculaires et de maladies respiratoires (ASPC, 2017).
- Il existe d'importantes différences entre les populations rurales et urbaines sur le plan de l'état de santé. Les gens qui vivent en milieu urbain ont tendance à avoir des taux plus faibles de mortalité associée à des blessures, des suicides et des accidents de la route, ainsi que des taux plus faibles de tabagisme et d'embonpoint ou d'obésité. Cependant, les populations urbaines tendent à avoir des taux plus élevés de cancer, de maladies infectieuses, de stress et un sentiment d'appartenance communautaire plus faible. Pas moins de 80 % des Canadiens et des Canadiennes vivent en milieu urbain ou en banlieue, et près de 36 % (12,5 millions) vivent à Toronto, à Montréal ou à Vancouver (ASPC, 2017). Par contre, les Canadiens et les Canadiennes des régions rurales ont tendance à être en mauvaise santé ou en santé passable, à être moins stressés et à avoir un plus fort sentiment d'appartenance communautaire. De plus, ils affichent les taux de mortalité les plus élevés à tous les points de vue, y compris pour les maladies respiratoires (ASPC, 2017).

1.6 Impacts des changements climatiques sur la santé des Autochtones

La santé et le bien-être des Autochtones du Canada² continuent d'être touchés par les antécédents de racisme, de colonialisme et de discrimination systémiques. Prenons notamment comme exemple les expulsions des territoires traditionnels, les cas de violence et de négligence dans les pensionnats autochtones et la perte de la culture, de la langue, et des pratiques traditionnelles (ASPC, 2020). Comparativement aux non-Autochtones, les Premières Nations, les Inuits et les Métis doivent relever de plus grands défis quant aux impacts des changements climatiques sur la santé en raison des disparités existantes, comme une espérance de vie plus courte, des taux plus élevés de maladies chroniques et une plus grande insécurité sur le plan de l'alimentation et de l'approvisionnement en eau dans de nombreuses collectivités (ASPC, 2011; RSPN, 2018; ASPC, 2018). Il existe des écarts marqués en matière d'état de santé entre certains Canadiens et Canadiennes autochtones et non autochtones. De nombreux problèmes de santé graves touchent les Autochtones qui vivent dans des collectivités éloignées en raison d'un accès réduit à l'eau potable, aux soins de santé et à des logements de qualité, sans compter les problèmes de sécurité et de salubrité alimentaires (ASPC, 2017). Plusieurs facteurs augmentent les risques pour les Premières Nations, les Inuits et les Métis découlant des impacts des changements climatiques, notamment (Furgal et Séguin, 2006; Furgal et coll., 2008; Turner et Clifton, 2009) :

- un lien culturel étroit et une dépendance à l'égard de l'environnement naturel;
- les fardeaux historiques et permanents du colonialisme;
- les vastes distances entre les collectivités;
- de petits centres de services;
- un climat plus aride;
- l'éloignement et l'isolement;
- les possibilités sociales, éducatives et d'emploi limitées;
- des systèmes de transport plus pauvres;
- une infrastructure vulnérable (p. ex., logements, aqueducs et égouts instables);
- le coût des aliments;
- les effets de l'extraction industrielle des ressources; et
- les structures juridiques, de gouvernance et de services uniques et relativement complexes qui régissent et appuient les peuples et les collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis.

S'appuyant sur des études qui ont eu recours au savoir autochtone et à la science occidentale, cette évaluation comprend un examen de la façon dont les changements climatiques devraient exacerber les

2 Le terme « Autochtones » est utilisé dans le présent rapport pour désigner les premiers habitants du Canada et leurs descendants, y compris les Premières Nations, les Inuits et les Métis au sens de l'article 35 de la *Loi constitutionnelle de 1982*.



risques pour la santé chez les Autochtones vivant au Canada. Par exemple, la santé peut être compromise par les effets du climat sur la nourriture et l'eau, ou moins directement par l'érosion de divers cultures, langues et moyens de subsistance traditionnels. Cependant, les éléments culturels et sociaux propres aux Premières Nations, aux Inuits et aux Métis, y compris le lien inextricable qui les lie à la terre et à l'eau auxquels ils se fient pour leur alimentation, leurs médicaments, leur identité et leur spiritualité, ainsi qu'une vision intégrée de la santé et du bien-être, peuvent témoigner d'une capacité d'adaptation unique dont pourraient apprendre et bénéficier tous les Canadiens et les Canadiennes (ASPC, 2017) (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). La prise en compte des perspectives particulières et des impacts disproportionnés que subissent les peuples autochtones du Canada dans la présente évaluation peut appuyer les efforts visant à mettre en œuvre les recommandations de la *Commission de vérité et réconciliation du Canada : appels à l'action* (CVR, 2015) et de la *Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones* en ce qui a trait à l'action contre les changements climatiques (ONU, 2007).

1.7 Références

- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2017). *Rapport de l'administrateur en chef de la santé publique sur l'état de la santé publique au Canada, 2017 – Concevoir un mode de vie sain*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/rapport-administrateur-en-chef-sante-publique-sur-etat-sante-publique-au-canada/2017-concevoir-mode-vie-sain.html>>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2018). *Les principales inégalités en santé au Canada – Sommaire exécutif*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/science-recherche-et-donnees/rapport-principales-inegalites-sante-canada-sommaire-executif.html>>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2019a). *Obésité juvénile*. Consulté sur le site <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/obesite-juvenile/obesite-juvenile.html>>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2019b). *Prévalence des maladies chroniques chez les adultes canadiens*. Consulté sur le site <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies-chroniques/prevalance-adultes-canadiens-infographie-2019.html>>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2020). *Du risque à la résilience : Une approche axée sur l'équité concernant la COVID-19*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/organisation/publications/rapports-etat-sante-publique-canada-administrateur-chef-sante-publique/du-risque-resilience-approche-equite-covid-19.html>>
- Association médicale mondiale (AMM). (2018). *Pourquoi les médecins doivent rejoindre la lutte contre le changement climatique*. Consulté sur le site <<https://www.wma.net/fr/news-post/pourquoi-les-medecins-doivent-rejoindre-la-lutte-contre-le-changement-climatique/>>
- Balbus, J., Crimmins, A., Gamble, J. L., Easterling, D. R., Kunkel, K. E., Saha, S., et Sarofim, M. C. (2016). Climate Change and Human Health. Dans A. Crimmins, J. Balbus, J. L. Gamble, C. B. Beard, J. E. Bell, D. Dodgen, R. J. Eisen, N. Fann, M. D. Hawkins, S. C. Herring, L. Jantarasami, D. M. Mills, S. Saha, M. C. Sarofim, J. Trtanj, et L. Ziska (éd.), *The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment* (pages 25 à 42). Washington, DC: U.S. Global Change Research Program. <<https://doi.org/10.7930/J0765C7V>>
- Berry, P., Clarke, K.-L., Fleury, M. D., et Parker, S. (2014a). Santé humaine. Dans F. J. Warren et D. S. Lemmen (éd.), *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation* (pages 191 à 232). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.643395/publication.html>>
- Berry, P., Paterson, J., et Buse, C. (2014b). *Assessment of Vulnerability to the Health Impacts of Climate Change in Middlesex-London*. Rapport produit par la Middlesex-London Health Unit. Londres, Royaume Uni. Consulté sur le site <<https://www.healthunit.com/climate-change>>
- Bonsal, B. R., Peters, D. L., Seglenieks, F., Rivera, A., et Berg, A. (2019). Changes in freshwater availability across Canada. Dans E. Bush et D. Lemmen (éd.), *Rapport sur le climat changeant du Canada* (pages 261 à 342). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/>>
- Bowles, D. C., Butler, C. D., et Morisetti, N. (2015). Climate change, conflict and health. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 108(10), 390–395. <<https://doi.org/10.1177/0141076815603234>>
- Bush, E., et Lemmen D. (éd.). (2019). *Rapport sur le climat changeant du Canada*. Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/>>
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). (2019). Disasters 2018: Year in review. *CRED crunch*, Issue No. 54. Consulté sur le site <<https://www.emdat.be/cred-crunch-54-disasters-2018-year-review>>
- Claudel, P.-D., Hackett, F., McGregor, D., et Banasiak, K. (2020). *Le Lancet Countdown sur la santé et les changements climatiques : Compte rendu à l'intention du Canada*. Lancet Countdown Tracking Progress on Health and Climate Change et Association Médicale Canadienne. Consulté sur le site <<https://www.cma.ca/fr/le-lancet-countdown-sur-la-sante-et-les-changements-climatiques-2019-compte-rendu-lintention-du>>
- Commission de vérité et réconciliation du Canada. (2015). *Honorer la vérité, réconcilier pour l'avenir: sommaire du rapport final de la commission de vérité et réconciliation du Canada*. Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.814357/publication.html>>
- Confalonieri, U., Menne, B., Akhtar, R., Ebi, K. L., Hauengue, M., Kovats, R. S., Revich, B., et Woodward, A. (2007). Santé humaine. Dans M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, et C. E. Hanson (éd.), *Changements climatiques 2007 : Conséquences, adaptation et vulnérabilité. Contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* (pages 391 à 431). Cambridge, Royaume Uni: Cambridge University Press. Consulté sur le site <<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg2-sum-vol-fr.pdf>>
- Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes (CRTC). (2019). *Rapport de surveillance des communications*. Consulté sur le site <<https://crtc.gc.ca/fra/publications/reports/policymonitoring/2019/>>

- Crimmins, A., Balbus, J., Gamble, J. L., Beard, C. B., Bell, J. E., Dodgen, D., Eisen, R. J., Fann, N., Hawkins, M. D., Herring, S. C., Jantarasami, L., Mills, D. M., Saha, S., Sarofim, M. C., Trtanj, J., et Ziska, L. (éd.). (2016). *The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment*. Washington, DC: U.S. Global Research Program.
- Ebi, K. L., Boyer, C., Ogden, N., Paz, S., Berry, P., Campbell-Lendrum, D., Hess, J. J., et Woodward, A. (2021). Burning embers: synthesis of the health risks of climate change. *Environmental Research Letters*, 16(4), 044042. Consulté sur le site <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abeadd/pdf>>
- Ebi, K. L., et Burton, I. (2008). Identifying practical adaptation options: an approach to address climate change-related health risks. *Environmental Science and Policy*, 11(4), 359–369.
- Ebi, K. L., Ogden, N. H., Semenza, J. C., et Woodward, A. (2017). Detecting and Attributing Health Burdens to Climate Change. *Environment Health Perspectives*, 125(8), 085004. doi: 10.1289/EHP1509.
- Environics Research. (2017). *Public perceptions of climate change and health – Final report*. Rapport préparé pour Santé Canada. Ottawa, ON.
- Fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge (FISCROR). (2019). *The cost of doing nothing: The humanitarian price of climate change and how it can be avoided*. Genève, Suisse.
- First Nations Health Authority (FNHA). (2018). *First Nations Health Status & Health Services Utilization: Summary of Key Findings 2008/09 - 2014-15*. Vancouver Ouest, C.-B: First Nations Health Authority.
- Friel, S. (2019). *Climate change and the people's health* (N. Krieger, éd.). Oxford University Press. doi:10.1093/oso/9780190492731.001.0001
- Furgal, C., Buell, M., Chan, L., Edge, V., Martin, D., et Ogden, N. (2008). Les effets des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien. Dans J. Séguin (éd.), *Santé et changements climatiques : évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada* (pages 303 à 366). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.635906/publication.html>>
- Furgal, C., et Séguin, J. (2006). Climate change, health, and vulnerability in Canadian northern Aboriginal communities. *Environmental health perspectives*, 114(12), 1964–1970. <<https://doi.org/10.1289/ehp.8433>>
- Gleick, P. H. (2014). Water, Drought, Climate Change, and Conflict in Syria. *Weather, Climate, and Society*, 6(3), 331–340. Consulté sur le site <https://journals.ametsoc.org/view/journals/wcas/6/3/wcas-d-13-00059_1.xml>
- Global Climate and Health Alliance. (2020). *Health as a driver for action on climate change*. Consulté sur le site <<http://climateandhealthalliance.org/climate-health/health-as-a-driver-for-action-on-climate-change/>>
- Global Commission on Adaptation (GCA). (2019). *Adapt now: A global call for leadership on climate resilience*. Global Centre on Adaptation et World Resources Institutes. Consulté sur le site <https://gca.org/wp-content/uploads/2019/09/GlobalCommission_Report_FINAL.pdf>
- Gosselin, P. (2010). La santé des populations. Dans C. Desjarlais, M. Allard, D. Bélanger, A. Blondlot, A. Bouffard, A. Bourque, D. Chaumont, P. Gosselin, D. Houle, C. Larrivée, N. Lease, A. T. Pham, R. Roy, J. P. Savard, R. Turcotte, et C. Villeneuve (éd.), *Savoir s'adapter aux changements climatiques* (pages 64 à 75). Montréal, QC: Ouranos. Consulté sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportDesjarlais2010_FR.pdf>
- Gouvernement du Canada. (2020). Émissions de gaz à effet de serre. Ottawa, ON. Consulté sur le site <<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/emissions-gaz-effet-serre.html>>
- Gouvernement du Canada. (2021). *Progrès vers la cible de réduction des émissions de gaz à effet de serre du Canada*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/progres-cible-reduction-emissions-gaz-effet-serre-Canada.html>>
- Greenan, B. J. W., James, T. S., Loder, J. W., Pepin, P., Azetsu-Scott, K., Ianson, D., Hamme, R. C., Gilbert, D., Tremblay, J.-E., Wang, X. L. et Perrie, W. (2019). Changements touchant les océans qui bordent le Canada. Dans E. Bush et D. Lemmen (éd.), *Rapport sur le climat changeant du Canada* (pages 344 à 425). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/>>
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G.-K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor, et P. M. Midgley, éd.). Cambridge, Royaume Uni et New York, NY, États-Unis: Cambridge University Press. Consulté sur le site <<https://www.ipcc.ch/report/managing-the-risks-of-extreme-events-and-disasters-to-advance-climate-change-adaptation/>>
- Haines, A., et Ebi, K. (2019). The Imperative for Climate Action to Protect Health. *The New England Journal of Medicine*, 380(3), 263–273. <<https://doi.org/10.1056/NEJMra1807873>>



- Haines, A., McMichael, A. J., Smith, K. R., Roberts, I., Woodcock, J., Markandya, A., Armstrong, B. G., Campbell-Lendrum, D., Dangour, A. D., Davies, M., Bruce, N., Tonne, C., Barrett, M., et Wilkinson, P. (2009). Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: Overview and implications for policy makers. *Lancet (London, England)*, 374(9707), 2104–2114. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61759-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61759-1)>
- Hallegatte, S., Bangalore, M., Bonzanigo, L., Fay, M., Kane, T., Narloch, U., Rozenberg, J., Treguer, D., et Vogt-Schilb, A. (2015). *Shock waves: managing the impacts of climate change on poverty*. Washington, DC: Banque mondiale.
- Haut Commissariat des Nations Unies pour les réfugiés. (2015). *The environment and climate change*. Genève, Suisse. Consulté sur le site <<https://www.unhcr.org/540854f49.pdf>>
- Hawa, K. (2017). Health and climate Security: Interconnected security challenges of climate change and infectious disease. Dans C.E. Werrell, et F. Femia (éd.), *Epicenters of Climate and Security: The New Geostategic Landscape of the Anthropocene*. The Center for Climate and Security. Consulté sur le site <https://climateandsecurity.files.wordpress.com/2017/06/epicenters-of-climate-and-security-the-new-geostrategic-landscape-of-the-anthropocene_2017_06_091.pdf>
- Health Care without Harm. (2017). *Health Care Worldwide Calls for Action on Climate Change*. Consulté sur le site <<https://noharm-global.org/articles/news/global/health-care-worldwide-calls-action-climate-change>>
- Health Care without Harm. (2018). *Safe haven in the storm: Protecting lives and margins with climate-smart health care*. Consulté sur le site <<https://noharm-uscanada.org/documents/safe-haven-storm-protecting-lives-and-margins-climate-smart-health-care>>
- Herring, S. C., Christidis, N., Hoell, A., Kossin, J. P., Schreck, C. J., III, et Stott, P. A. (2018). Explaining Extreme Events of 2016 from a Climate Perspective. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 99(1), 1-157. Consulté sur le site <<https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/99/1/bams-explainingextremeevents2016.1.xml>>
- Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M., Bindi, M., Brown, S., Camilloni, I., Diedhiou, A., Djalante, R., Ebi, K.L., Engelbrecht, F., Guiot, J., Hijioka, Y., Mehrotra, S., Payne, A., Seneviratne, S. I., Thomas, A., Warren, R., et Zhou, G. (2018). Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems. Dans V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, et T. Waterfield (éd.), *Réchauffement planétaire de 1,5 °C*. Cambridge, Royaume Uni: Cambridge University Press. Consulté sur le site <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Chapter3_Low_Res.pdf>
- Howard, C. (2017). *Lancet countdown 2017 report: Briefing for Canadian policymakers*. Association médicale canadienne et Association canadienne de santé publique. Consulté sur le site <https://www.cpha.ca/sites/default/files/uploads/advocacy/2017_lancet_canada_brief.pdf>
- Howard, C. (2018). *Lancet countdown 2018 report: Briefing for Canadian policymakers*. Association médicale canadienne et Association canadienne de santé publique. Consulté sur le site <<https://cape.ca/wp-content/uploads/2018/11/2018-Lancet-Countdown-Policy-Brief-Canada.pdf>>
- Hsiang, S. M., Burke, M., et Miguel, E. (2013). Quantifying the influence of climate on human conflict. *Science*, 341, 1235367. <<http://dx.doi.org/10.1126/science.1235367>>
- International Energy Agency (IEA). (2019). *Global Energy & CO2 Status Report 2019*. Paris, France. Consulté sur le site <<https://www.iea.org/reports/global-energy-co2-status-report-2019>>
- Jochum, B., Devine, C., Calain, P., Guevara, M., Schwerdtle, P. N., Belliveau, L. B., Ali, S. I., Tremblay, L. L., McIver, L., Xue, K., Harczy, G., Lai, W., Lamb, S., Collet, O., et Tirima, S. (2018). *Climate Change and Health: an urgent new frontier for humanitarianism*. Lancet Countdown: Tracking Program on Health et Climate Change et Médecins sans frontières. Consulté sur le site <<https://www.doctorswithoutborders.ca/sites/default/files/2018-lancet-countdown-policy-brief-msf.pdf>>
- Kelley, C. P., Mohtadi, S., Cane, M. A., Seager, R., et Kushnir, Y. (2015). Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought. *PHAS*, 112(11), 3241-3246.
- Koshida, G., et Avis, W. (éd.). (1998). Executive Summary. Dans *Canada Country Study*, Volume VII. Global Climate Change: National Sectoral Issue. Ottawa, ON: Gouvernement du Canada.
- Levison, M., Butler, A., Rebellato, S., Armstrong, B., Whelan, M., et Gardner, C. (2018). Development of a Climate Change Vulnerability Assessment Using a Public Health Lens to Determine Local Health Vulnerabilities: An Ontario Health Unit Experience. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(10), 2237. <<http://dx.doi.org/10.3390/ijerph15102237>>
- Lindsey, R. (2020). *Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide*. Consulté sur le site <<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>>
- Markandya, A., Sampedro, J., Smith, S. J., Dingenen, R. V., Pizarro-Irizar, C., Arto, I., et González-Eguino, M. (2018). Health co-benefits from air pollution and mitigation costs of the Paris Agreement: A modelling study. *The Lancet Planetary Health*, 2(3). doi:10.1016/s2542-5196(18)30029-9
- Martinez, G.S., Berry, P., Balbus, J., Hodgson, T., Salazar, M., Sellers, S., et Hess, J. (2018). The Adaptation Health Gap: A Global Overview. Dans *Adaptation Gap Report*. Nairobi, Kenya: Programme des Nations Unies pour l'environnement.

- McLeman, R. (2020). *How will international migration policy and sustainable development affect future climate-related migration?*. Transatlantic Council on Migration. Consulté sur le site <https://www.migrationpolicy.org/sites/default/files/publications/tcm-climate-migration-mcleman_final.pdf>
- Medical Society Consortium on Climate & Health. (2017). *Medical Alert! Climate change is harming our health*. Consulté sur le site <https://medsocietiesforclimatehealth.org/wp-content/uploads/2017/03/gmu_medical_alert_updated_082417.pdf>
- Mora, C., Spirandelli, D., Franklin, E. C., Lynham, J., Kantar, M. B., Miles, W., Smith, C. Z., Freel, K., Moy, J., Louis, L. V., Barba, E. W., Bettinger, K., Frazier, A. G., Colburn, J. F. IX., Hanasaki, N., Hawkins, E., Hirabayashi, Y., Knorr, W.,...Hunter, C. L. (2018). Broad threat to humanity from cumulative climate hazards intensified by greenhouse gas emissions. *Nature Climate Change*, 8(12), 1062–1071. <<https://doi.org/10.1038/s41558-018-0315-6>>
- Nations Unies. (2007). *Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones*. New York, NY. Consulté sur le site <https://www.un.org/development/desa/indigenouspeoples/wp-content/uploads/sites/19/2018/11/UNDRIP_F_web.pdf>
- Organisation météorologique mondiale (OMM). (2018a). *Bulletin sur les gaz à effet de serre - N°14: Bilan des gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère d'après les observations effectuées à l'échelle du globe en 2017*. Consulté sur le site <https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=20729#.Ya0dVtDMI2w>
- Organisation météorologique mondiale (OMM). (2018b). *Déclaration de l'OMM sur l'état du climat mondial en 2017*. Consulté sur le site <https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=20221#.Ya0dndDMI2w>
- Organisation météorologique mondiale (OMM). (2020). *Declaración de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2019*. Consulté sur le site <https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21704#.Ya0d_NDMI2w>
- Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2014). *Quantitative Risk Assessment of the Effects of Climate Change on Selected Causes of Death, 2030s and 2050s*. Genève, Suisse.
- Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2015). *Cadre opérationnel pour renforcer la résilience des systèmes de santé face au changement climatique*. Genève, Suisse. Consulté sur le site <<https://www.who.int/fr/publications/i/item/operational-framework-for-building-climate-resilient-health-systems>>
- Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2018). *COP 24 Special Report – Health and climate change*. Genève, Suisse. Consulté sur le site <<https://www.who.int/publications/i/item/cop24-special-report-health-climate-change>>
- Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2019). *WHO Health and Climate Change Survey Report: Tracking Global Progress*. Genève, Suisse. Consulté sur le site <<https://www.who.int/publications/i/item/who-health-and-climate-change-survey-report-tracking-global-progress>>
- Organisation mondiale de la Santé (OMS) et Programme des Nations Unies pour l'environnement. (2010). *Un environnement sain pour des enfants sains: messages clés pour des actions concrètes*. Consulté sur le site <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44463/9789242599886_fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pan American Health Organization (PAHO). (2019). *Core indicators 2019: Health trends in the Americas*. Washington, DC. Consulté sur le site <https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15499:core-indicators-2019-health-trends-in-the-americas&Itemid=1894&lang=en>
- Provincial Health Services Authority (PHSA). (2011). *Towards reducing health inequities: A health system approach to chronic disease prevention. A discussion paper*. Vancouver, C.-B: Population & Public Health, Provincial Health Services Authority.
- Purdy C. (2016). Fort McMurray residents plagued by sleepless nights, study finds. *Toronto Star*.
- Santé Canada. (1999). *CAPITALizing on Science: Report of a Workshop on Climate Change, Science and Health*. *Canadian Journal of Public Health*.
- Schleussner, C-F., Donges, J. F., Donner, R. V., Schellnhuber, H. J. (2016). Enhanced conflict risks by natural disasters. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(33), 9216-9221. doi: 10.1073/pnas.1601611113
- Séguin, J. (éd.). (2008). *Santé et changements climatiques: évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada*. Ottawa, ON: Gouvernement of Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.635906/publication.html>>
- Shultz, J. M., Sands, D. E., Kossin, J. P., et Galea, S. (2020). Double environmental injustice – climate change, Hurricane Dorian, and the Bahamas. *New England Journal of Medicine*, 382, 1-3. Consulté sur le site <<https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMp1912965>>
- Smith, K. R., Woodward, A., Campbell-Lendrum, D., Chadee, D. D., Honda, Y., Liu, Q.,... Sauerborn, R. (2014). Human health: Impacts, adaptation, and co-benefits. Dans C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, et L. L. White (éd.), *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pages 709 à 754). Cambridge, Royaume Uni: Cambridge University Press. Consulté sur le site <<https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>>



- Société royale du Canada. (1995). *Implications of global change for human health: Final report of the health issues panel of the Canadian Global Change Program*. Incidental Report No IR95-2. Ottawa, ON.
- Statistique Canada. (2016). *Les besoins impérieux en matière de logement, Recensement de la population de 2016*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/catalogue/98-509-X>>
- Statistique Canada. (2017). *Indice de masse corporelle mesuré, Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes – Nutrition, 2015*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/170801/dq170801a-fra.htm>>
- Statistique Canada. (2018). *Diversité ethnique et immigration*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-402-x/2011000/chap/imm/imm-fra.htm>>
- Statistique Canada. (2019a). *Variation de l'espérance de vie selon certaines causes de décès, 2017*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/190530/dq190530d-fra.htm>>
- Statistique Canada. (2019b). *Regards sur la société canadienne : Vivre seul au Canada*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/75-006-x/2019001/article/00003-fra.htm>>
- Statistique Canada. (2019c). *Série de documents de recherche: Les caractéristiques des résidents des refuges*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/75f0002m/75f0002m2019004-fra.htm>>
- Statistique Canada. (2020a). *Expérience de la discrimination pendant la pandémie de COVID-19*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/200917/dq200917a-fra.htm>>
- Statistique Canada. (2020b). *Tableau 17-10-0009-01 Estimations de la population, trimestrielles*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1710000901&request_locale=fr>
- Statistique Canada. (2020c). *Tableau 11-10-0135-02 Statistiques du faible revenu selon l'âge, le sexe et le type de famille économique*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1110013501&request_locale=fr>
- Tarasuk, V., et Mitchell, A. (2020). *Insécurité alimentaire des ménages au Canada, 2017-18*. Toronto, ON: Research to identify policy options to reduce food insecurity (PROOF). Consulté sur le site <https://proof.utoronto.ca/wp-content/uploads/2020/04/REPORT-1_FR.pdf>
- Toews, E. (2018). Canadian Healthcare Facilities: Winter 2017-2018. *Journal of Canadian Healthcare Engineering Society*, 38(1), 28-30. Consulté sur le site <https://issuu.com/riccardo11/docs/chf_winter_2017-2018>
- Turner, N. J., et Clifton, H. (2009). "It's so different today": Climate change and indigenous lifeways in British Columbia, Canada. *Global Environmental Change*, 19(2), 180–190. <<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.01.005>>
- Vicedo-Cabrera, A. M., Scovronick, N., Sera, F., Royé, D., Schneider, R., Tobias, A., Astrom, C., Guo, Y., Honda, Y., Hondula, D. M., Abrutzky, R., Tong, S., de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho, M., Nascimento Saldiva, P. H., Lavigne, E., Matus Correa, P., Valdes Ortega, N., Kan, H., Osorio, S., Kyselý, J., Urban, A., ... Gasparrini, A. (2021). The burden of heat-related mortality attributable to recent human-induced climate change. *Nature Climate Change*. <<https://doi.org/10.1038/s41558-021-01058-x>>
- Watts, N., Adger, W. N., Agnolucci, P., Blackstock, J., Byass, P., Cai, W., Chaytor, S., Colbourn, T., Collins, M., Cooper, A., Cox, P. M., Depledge, J., Drummond, P., Ekins, P., Galaz, V., Grace, D., Graham, H., Grubb, M., Haines, A., Hamilton, I., ... Costello, A. (2015). Health and climate change: policy responses to protect public health. *Lancet (London, England)*, 386(10006), 1861–1914. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60854-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60854-6)>
- Watts, N., Amann, M., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Bouley, T., Boykoff, M., Byass, P., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Chambers, J., Cox, P. M., Daly, M., Dasandi, N., Davies, M., Depledge, M., Depoux, A., Dominguez-Salas, P., Drummond, P., Ekins, P., Flahault, A., ... Costello, A. (2018). The Lancet Countdown on health and climate change: from 25 years of inaction to a global transformation for public health. *Lancet (London, England)*, 391(10120), 581–630. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32464-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32464-9)>
- Werrell, C. E., et Femia, F. (éd.). (2017). *Epicenters of climate and security: The new geostrategic landscape of the Anthropocene*. The Center for Climate and Security. Consulté sur le site <https://climateandsecurity.files.wordpress.com/2017/06/epicenters-of-climate-and-security-the-new-geostrategic-landscape-of-the-anthropocene_2017_06_091.pdf>
- World Weather Attribution. (2021). Western North American extreme heat virtually impossible without human-caused climate change. Consulté sur le site <<https://www.worldweatherattribution.org/western-north-american-extreme-heat-virtually-impossible-without-human-caused-climate-change/>>
- Zhang, X., Flato, G., Kirchmeier-Young, M., Vincent, L., Wan, H., Wang, X., Rong, R., Fyfe, J., Li, G., et Kharin, V. V. (2019). Les changements de température et de précipitations au Canada. Dans E. Bush et D. Lemmen (éd.), *Rapport sur le climat changeant du Canada* (pages 112 à 193). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/>>



CHAPITRE 2

Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada

LA SANTÉ DES CANADIENS ET DES CANADIENNES DANS
UN CLIMAT EN CHANGEMENT : FAIRE PROGRESSER NOS
CONNAISSANCES POUR AGIR



Santé
Canada

Health
Canada

Canada



Rédigé par le Centre de collaboration nationale de la santé autochtone avec la contribution de Donna Atkinson, de Roberta Stout, de Regine Halseth et de Margo Greenwood

Suggestion de citation

Centre de collaboration nationale de la santé autochtone (CCNSA). (2022). Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada. Dans P. Berry et R. Schnitter (éd.), [*La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir*](#). Ottawa (Ontario) : gouvernement du Canada.



Table des matières

Résumé	63
Messages clés	63
2.1 Introduction	67
2.1.1 Populations des Premières Nations, des Inuits et des Métis du Canada	68
2.2 Méthodes et approche	71
Encadré 2.1 Données et recherches sur la santé des Autochtones au Canada	72
2.3 Inégalités en santé et santé des peuples autochtones	73
2.3.1 Genre comme déterminant de la santé des peuples autochtones	74
2.4 Risques liés aux changements climatiques pour la santé des Autochtones	77
2.4.1 Aléas naturels	78
Encadré 2.2 Cartographie des aléas dans la Première Nation de Kashechewan	81
Encadré 2.3 Programme Intelli-feu de la région désignée métisse de Peavine	83
2.4.2 Santé mentale et bien-être	84
Encadré 2.4 Amélioration de la santé mentale et de la résilience aux changements climatiques chez les jeunes des Premières Nations de Selkirk	86
2.4.3 Qualité de l'air	87
Encadré 2.5 Été de fumée à Yellowknife, en 2014	88
2.4.4 Salubrité et sécurité des aliments	88
Encadré 2.6 Amélioration de la salubrité et de la sécurité des aliments pour les populations autochtones en milieu urbain face aux changements climatiques	91
2.4.5 Qualité, salubrité et sécurité de l'eau	91
Encadré 2.7 Adaptations concernant la qualité, la salubrité et la sécurité de l'eau au Yukon et dans la région désignée des Inuvialuits	94
2.4.6 Maladies infectieuses	94
Encadré 2.8 Rôle possible du savoir autochtone pour atténuer la propagation du <i>Toxoplasma gondii</i> et d'autres maladies infectieuses liées au climat	96
2.4.7 Systèmes de santé	97
Encadré 2.9 Adaptation des réseaux de santé pour réduire les risques auxquels font face les Premières Nations et les Inuits	99
2.5 Savoir autochtone	99
2.5.1 Savoir autochtone et changements climatiques	100



Encadré 2.10 Utilisation du savoir autochtone dans l'adaptation aux changements climatiques	104
2.6 Droits des peuples autochtones et engagements nationaux et internationaux	105
2.6.1 Rôles et responsabilités en matière de santé des peuples autochtones et des changements climatiques	106
Encadré 2.11 Programme sur le changement climatique et l'adaptation du secteur de la santé de Services aux Autochtones Canada	109
2.7 Lacunes sur le plan des connaissances	110
2.8 Conclusion	111
2.9 Références	113



Résumé

Les Premières Nations, les Inuits et les Métis du Canada sont particulièrement susceptibles de subir les impacts des changements climatiques compte tenu de leur tendance à vivre dans des régions touchées à l'heure actuelle par de rapides changements climatiques, de leurs liens étroits avec l'environnement et ses ressources naturelles et du fait qu'ils en dépendent. Les impacts directs et indirects des changements climatiques sur la santé et le bien-être des Premières Nations, des Inuits et des Métis sont interreliés et profonds.

Le climat en évolution exacerbera les inégalités socioéconomiques et iniquités en santé que subissent déjà les Premières Nations, les Inuits et les Métis, y compris les maladies respiratoires, cardiovasculaires, les maladies d'origine hydrique et alimentaire, les maladies chroniques et infectieuses, ainsi que les difficultés financières et l'insécurité alimentaire. Les aléas naturels, associés à des événements météorologiques imprévisibles et extrêmes, peuvent entraîner des évacuations temporaires ou à long terme des territoires traditionnels, en plus d'augmenter le risque de blessures et de décès causés par des accidents survenus sur le terrain. Les dommages aux infrastructures ou l'instabilité de celles-ci causés par les changements climatiques, en particulier dans les régions nordiques et éloignées, peuvent restreindre l'accès aux systèmes de santé et aux fournitures médicales. Les changements climatiques menacent les modes de vie, la résilience, la cohésion culturelle et les possibilités de transmission du savoir autochtone et des compétences liées aux terres des Premières Nations, des Inuits et des Métis, en particulier chez les jeunes. Les impacts transversaux des changements climatiques perturberont les moyens de subsistance des Premières Nations, des Inuits et des Métis, de leurs familles et de leurs collectivités, ayant une incidence sur leur sentiment d'identité et leur continuité culturelle et aggravant les problèmes de santé mentale existants. Les systèmes du savoir et les pratiques autochtones sont essentiels à la capacité des Premières Nations, des Inuits et des Métis d'observer les changements climatiques et environnementaux, d'y réagir et de s'y adapter.

Messages clés

- Les Premières Nations, les Inuits et les Métis du Canada sont particulièrement susceptibles de subir les impacts des changements climatiques compte tenu de leurs liens étroits avec la terre, les cours et plans d'eau, les animaux, la flore et les ressources naturelles, de leur tendance à vivre dans des régions touchées à l'heure actuelle par de rapides changements climatiques, particulièrement dans le nord du Canada, et du fardeau plus lourd que leur imposent les iniquités en santé et les déterminants de la santé connexes.
- Les changements climatiques ont des impacts interreliés et profonds sur la santé des Premières Nations, des Inuits et des Métis. Ces impacts directs et indirects des changements climatiques exacerbent les inégalités existantes et ont des effets sur la sécurité alimentaire et hydrique, la qualité de l'air, les infrastructures, la sécurité personnelle, le bien-être mental, les moyens de subsistance et l'identité, en plus d'augmenter l'exposition aux organismes pathogènes.



- Les impacts sur la santé sont ressentis différemment entre les collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis et entre les membres de ces collectivités, de même qu'entre les hommes, les femmes, les garçons, les filles et les personnes de diverses identités de genre. Par conséquent, la recherche et les adaptations doivent respecter les cultures, la géographie, les contextes locaux et les besoins particuliers de ces collectivités.
 - Depuis des temps immémoriaux, les Premières Nations, les Inuits et les Métis observent activement les changements environnementaux et s'y adaptent de diverses façons. Les systèmes du savoir et les pratiques autochtones sont égaux aux connaissances scientifiques et ont été et continuent d'être essentiels à la survie et à la résilience des peuples autochtones.
 - Il est de plus en plus reconnu à l'échelle nationale et internationale que les systèmes du savoir autochtone sont importants pour l'adaptation aux changements climatiques, la surveillance des impacts à l'échelle locale et régionale, et l'élaboration des politiques et de la recherche sur les changements climatiques.
 - Les membres des Premières Nations, les Inuits et les Métis sont détenteurs de droits. Dans le cadre de la préparation aux impacts sur la santé des changements climatiques, il faut respecter, protéger et mettre de l'avant les droits et responsabilités des peuples autochtones à l'égard de leurs terres, de leurs ressources naturelles et de leurs modes de vie par des politiques, des recherches et des mesures d'adaptation en matière de changements climatiques fondées sur les distinctions et dirigées par les Autochtones.
-



Aperçu des impacts des changements climatiques sur la santé et le bien-être des Premières Nations, des Inuits et des Métis du Canada

CATÉGORIE D'IMPACT ET D'ALÉA POUR LA SANTÉ	CAUSES LIÉES AU CLIMAT	EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ
Impacts sur les peuples et les collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis	<ul style="list-style-type: none">• Augmentation des feux de forêt, des périodes de sécheresse et des inondations• Instabilité et fonte du pergélisol et changements à la couverture de neige au sol, à l'étendue et à l'épaisseur des glaces marines• Modifications du niveau de la mer et des conditions météorologiques• Exposition accrue aux risques climatiques liés aux milieux naturels et bâtis (p. ex., logements insalubres, eau, assainissement et contaminants environnementaux)• Baisse de la disponibilité, de la qualité, de la quantité et de la salubrité des sources d'alimentation traditionnelles• Fonte et dommages aux routes de glace• Effets du réchauffement et variations des régimes de précipitations qui ont une incidence sur la survie et la transmission des organismes pathogènes	<ul style="list-style-type: none">• Exacerbation des inégalités socioéconomiques et des iniquités en santé• Impacts de la qualité de l'air sur la santé (p. ex., maladies respiratoires et cardiovasculaires)• Augmentation des maladies d'origine hydrique et alimentaire• Impacts sur la santé mentale (stress, anxiété et trouble de stress post-traumatique)• Exacerbation des maladies chroniques et infectieuses• Augmentation du nombre de blessures et de décès causés par des accidents (p. ex., aléas naturels et événements météorologiques extrêmes)• Augmentation des impacts directs et indirects sur la santé des dommages causés aux infrastructures par le pergélisol



CATÉGORIE D'IMPACT ET D'ALÉA POUR LA SANTÉ	CAUSES LIÉES AU CLIMAT	EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ
		<ul style="list-style-type: none">• Diminution des possibilités de transmission du savoir autochtone et des compétences liées aux terres, en particulier chez les jeunes, affectant le sentiment d'identité, le bien-être mental et les cultures• Évacuation temporaire ou à long terme ou déplacement de populations des territoires traditionnels, perturbation de la vie, difficultés financières et atteinte au bien-être mental• Insécurité alimentaire et hydrique en raison de la diminution de l'accès aux terres, aux ressources hydriques, aux plantes, aux animaux et aux ressources naturelles et de la baisse de leur qualité• Impacts sur la santé et les infrastructures (p. ex., déplacements restreints ou retardés pour les services de santé et d'urgence, accès aux fournitures médicales et sécurité des patients)

2.1 Introduction

*« Sœur de l'océan et du sable,
Peux-tu voir nos glaciers grogner sous le poids de la chaleur du monde?
Je t'attends, ici,
sur la terre de mes ancêtres,
le cœur lourd et assoiffé de solutions
alors que je regarde cette terre changer
dans un monde de silence » [traduction] ¹*

Il est reconnu que les peuples autochtones² du Canada et d'ailleurs sont particulièrement sensibles aux impacts des changements climatiques parce qu'ils vivent souvent dans des régions qui subissent déjà des changements rapides et qu'ils entretiennent des liens étroits avec la terre, les cours et plans d'eau, les animaux, la flore et les ressources naturelles et en dépendent pour leur subsistance, leur mode de vie, leur culture, leur identité, leur santé et leur bien-être (Ford, 2012; Organisation internationale du Travail [OIT], 2017; Jones, 2019). Certains déterminants de la santé qui ne sont pas liés aux changements climatiques exacerbent ces susceptibilités, notamment le fardeau plus lourd qu'imposent les iniquités en santé comparativement à celui des populations non autochtones, ainsi que les effets historiques et continus du colonialisme et de la marginalisation socioéconomique et politique (Ford et coll. 2010a; Ford, 2012; OIT, 2017; Jones, 2019).

Les changements climatiques ont des impacts interreliés et profonds sur la santé des Premières Nations, des Inuits et des Métis. Les changements subis par les régimes de température et de précipitations accentueront la fréquence et l'intensité des événements météorologiques extrêmes (p. ex., les inondations, les tempêtes, les événements de chaleur et les sécheresses), des feux de forêt, de l'augmentation du niveau de la mer et de l'érosion côtière et auront, par le fait même, des impacts directs et indirects sur la sécurité alimentaire et hydrique, la qualité de l'air, les infrastructures, la sécurité personnelle, la santé mentale et le bien-être, les moyens de subsistance et l'identité (Ford et coll., 2010a; Ford, 2012; Yusa et coll., 2015). Les impacts de ces expériences seront ressentis différemment au sein et entre les collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis et les membres de ces collectivités de l'Atlantique au Pacifique à l'Arctique, de même que chez et entre les hommes, les femmes, les garçons, les filles et les personnes de diverses identités de genre.

Bien qu'ils soient souvent dépeints dans les reportages internationaux comme des victimes passives ou des prophètes des changements climatiques (Ford et coll., 2016b; Belfer et coll., 2017), les peuples autochtones

1 Extrait de Rise (Jetñil-Kijiner et Niviâna, s.d.).

2 Le terme « autochtone » est utilisé dans le présent chapitre pour désigner collectivement les premiers habitants du Canada et leurs descendants, y compris les Premières Nations, les Inuits et les Métis selon la définition de l'article 35 de la *Loi constitutionnelle de 1982*. Dans la mesure du possible, des distinctions claires sont faites entre ces trois groupes distincts et reconnus par la Constitution. Les peuples autochtones à l'extérieur du Canada sont également mentionnés dans certains cas – en particulier en ce qui concerne les politiques, les processus et les droits internationaux en matière de climat – et sont désignés comme tels.

du Canada et du monde entier observent et s'adaptent activement aux milieux changeants de diverses façons, depuis des temps immémoriaux (Ford et coll., 2020). Les systèmes du savoir et les pratiques autochtones ont été essentiels à la survie et à la résilience des Autochtones et sont de plus en plus reconnus comme des éléments précieux pour comprendre les changements climatiques et y réagir (Ford et coll., 2016b; Groupe d'experts sur les résultats de l'adaptation et de la résilience aux changements climatiques, 2018; OIT, 2019). C'est toutefois un grand défi de mobiliser le savoir autochtone et les expériences en matière d'adaptation aux changements climatiques, de politiques et de recherche d'une manière cohérente, collaborative, décolonisée et fondée sur les droits (GIEC, 2014; Ford et coll., 2016b; Belfer, et coll., 2019; Huntington et coll., 2019; Latulippe et Klenk, 2020).

Le présent chapitre donne un aperçu des risques liés aux changements climatiques pour la santé des peuples autochtones du Canada. Il commence par une description des iniquités en santé que vivent les Autochtones, puis décrit les risques climatiques que posent particulièrement les aléas naturels à la santé mentale et au bien-être, à la qualité de l'air, à la salubrité et à la sécurité des aliments, à la qualité, à la quantité et à la sécurité de l'eau, aux maladies infectieuses et aux systèmes de santé. Le chapitre examine ensuite le rôle du savoir autochtone sur le plan de l'adaptation aux changements climatiques, de la surveillance, des politiques et de la recherche dans le contexte des droits des peuples autochtones et des obligations nationales et internationales. Il signale de plus les lacunes actuelles en matière de connaissances propres aux Premières Nations, aux Inuits et aux Métis, qui sont importantes pour protéger la santé, et énonce des points à considérer pour l'avenir.

2.1.1 Populations des Premières Nations, des Inuits et des Métis du Canada

La population des Premières Nations, des Inuits et des Métis est jeune et connaît une croissance rapide. En 2016, la population autochtone comptait 1 673 785 millions de personnes (4,9 % de la population canadienne totale), ce qui représente une augmentation de 42,5 % par rapport au Recensement de 2006 (Statistique Canada, 2017). De 2006 à 2016, la population des Premières Nations a augmenté de 39,3 % pour atteindre 977 230 personnes; la population inuite a connu une hausse de 29,1 % pour s'établir à 65 025 personnes; tandis que la population métisse s'est accrue de 51,2 % pour totaliser 587 545 personnes. La population autochtone affichait en 2016 un âge moyen de 32,1 ans, soit près d'une décennie de moins que celui de la population non autochtone. Environ 29,2 % des membres des Premières Nations, 33 % des Inuits et 22,3 % des Métis étaient âgés de 14 ans ou moins en 2016, comparativement à 16,4 % de la population non autochtone (Statistique Canada, 2017). La proportion d'Autochtones de plus de 65 ans est également en hausse et représentait 7,3 % des populations des Premières Nations, des Inuits et des Métis en 2016 (Statistique Canada, 2017).

Le Canada compte plus de 600 collectivités des Premières Nations et plus de 60 langues autochtones (Statistique Canada, 2017). La plus forte proportion des membres des Premières Nations vivent en Ontario (24,2 %), puis dans les provinces de l'Ouest, soit en Colombie-Britannique (17,7 %), en Alberta (14,0 %), au Manitoba (13,4 %) et en Saskatchewan (11,7 %) (Statistique Canada, 2017). En 2016, la majorité des Inuits (72,8 %) vivaient dans les 53 collectivités de l'Inuit Nunangat (les terres ancestrales des Inuits), la plus grande

proportion étant au Nunavut (63,7 %), suivi du Nunavik (24,9 %), de la région désignée des Inuvialuits (6,6 %) et du Nunatsiavut (4,8 %) (Statistique Canada, 2017). L'inuktitut est le terme utilisé pour désigner toutes les langues inuites et inclut 12 dialectes principaux et neuf systèmes d'écriture différents³ (Société géographique royale du Canada, 2018). La majorité de la population métisse (80,3 %) vit dans des collectivités et des régions désignées⁴ en Ontario et dans les provinces de l'Ouest. L'Alberta compte la population métisse la plus importante (19,5 %), suivie du Manitoba (15,2 %), de la Colombie-Britannique (15,2 %), du Québec (11,8 %), de la Saskatchewan (9,9 %) et des provinces de l'Atlantique (7,2 %). Les Métis ont leur propre langue, le michif, une combinaison de français et de cri qui emprunte en plus à l'anglais et à d'autres langues autochtones.

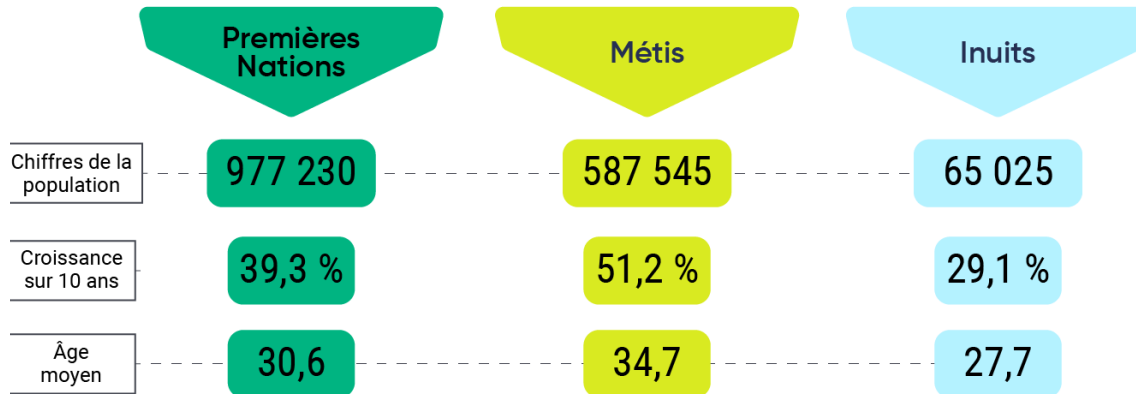
Selon des données récentes de Statistique Canada, les peuples autochtones sont de plus en plus urbanisés. Parmi les membres des Premières Nations ayant le statut d'Indien inscrit ou des traités, 44,2 % vivaient dans une réserve en 2016, tandis que les autres vivaient hors réserve. De 2006 à 2016, il y a eu hausse des membres des Premières Nations vivant dans les réserves (+12,8 %) et hors réserve (+49,1 %) (Statistique Canada, 2017). Bien que la plupart des Inuits vivaient à l'intérieur de l'Inuit Nunangat en 2016, environ 27,2 % d'entre eux résidaient à l'extérieur de celui-ci; de ce nombre, 56,2 % se trouvaient dans une région métropolitaine d'au moins 30 000 personnes, principalement à Ottawa-Gatineau, à Edmonton et à Montréal (Statistique Canada, 2017). Parmi les trois groupes autochtones, les Métis sont les plus susceptibles de vivre dans une ville, alors que 62,6 % d'entre eux résident dans une région métropolitaine d'au moins 30 000 habitants. Winnipeg a la population métisse la plus élevée au Canada, suivi d'Edmonton, de Vancouver et de Calgary (Statistique Canada, 2017).

3 En septembre 2019, le conseil d'administration de l'Inuit Tapiriit Kanatami a approuvé une orthographe unifiée pour l'inuktitut appelée Inuktitut Qaliujaapait. Ce système d'écriture normalisé a été élaboré par les Inuits pour les Inuits afin de renforcer l'utilisation de l'inuktitut par les générations futures dans l'Inuit Nunangat (ITK, 2019a).

4 L'Alberta compte huit régions désignées, soit Paddle Prairie (ou Keg River), Buffalo Lake (Caslan), East Prairie, Elizabeth, Fishing Lake (Packechawanis), Gift Lake (Ma-cha-cho-wi-se), Kikino (Goodfish Lake), Big Prairie (maintenant Peavine). Ces régions désignées sont les seuls territoires métis reconnus au Canada (Société géographique royale du Canada, 2018).

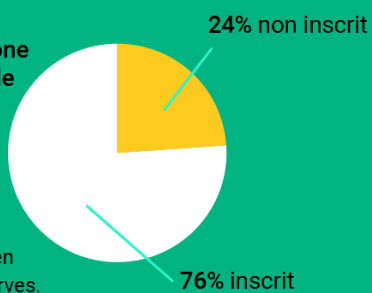
La population autochtone au Canada est jeune et en croissance

Population totale en 2016 : **1 673 785** (4,9 % de la population totale du Canada) Croissance (2006 à 2016) : **+42,5 %** Âge moyen : **32,1 ans** (presqu'une décennie plus jeune que la population non autochtone)



Trois quarts de la population autochtone ont déclaré détenir le statut d'Indien inscrit.

44 % de la population des Premières Nations qui ont un statut d'Indien inscrit vit dans les réserves.



Huit Régions Métropolitaines de Recensement ont une population de Métis de plus de 10 000 personnes...

Vancouver
Calgary
Edmonton
Saskatoon
Winnipeg
Toronto
Ottawa-Gatineau
Montréal



...ce qui représente un tiers de la population de Métis (34 %).

Plus de **70** langues autochtones ont été déclarées dans le Recensement de 2016.

36 de ces langues ont au moins 500 locuteurs.

La majorité de la population inuite habite dans l'Inuit Nunangat, la patrie des Inuits au Canada



Figure 2.1 La population autochtone au Canada. Source : Statistique Canada, 2016.

2.2 Méthodes et approche

Le présent chapitre résume la documentation publique examinée par des pairs et la littérature grise, ainsi que d'autres sources médiatiques (p. ex., des vidéos et des articles médiatiques) qui portent sur les risques liés aux changements climatiques pour la santé des Premières Nations, des Inuits et des Métis du Canada et sur le rôle que peut jouer le savoir autochtone dans l'adaptation aux changements climatiques, les politiques et les travaux de recherche. Il est important de noter que c'est la première fois que l'évaluation nationale des changements climatiques et de la santé inclut un chapitre réservé aux Autochtones. Les auteurs ont privilégié la documentation propre au Canada publiée depuis l'évaluation de 2014 sur la santé humaine, qui a paru dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation* (Berry et coll., 2014), même s'ils ont consulté au besoin des sources plus anciennes et de la documentation internationale.

Ils ont repéré les sources à consulter au moyen d'une recherche dans des bases de données universitaires (p. ex., BioMed Central, PubMed et Science Direct), Google et Google Scholar en utilisant les termes de recherche suivants : « Premières Nations/Inuits/Métis/Autochtones », « changements climatiques », « adaptation/maladies infectieuses/aléas naturels/santé mentale/qualité de l'air/sécurité alimentaire/salubrité de l'eau/sécurité de l'eau/services de santé » et « Canada », puis « savoir traditionnel/connaissances écologiques traditionnelles/savoir autochtone ». En plus de cette recherche, il y a eu une analyse manuelle des citations dans des publications clés et une recherche ciblée de sites Web pertinents, y compris d'organismes gouvernementaux et d'organisations autochtones et non autochtones (p. ex., des organisations autochtones nationales et Services aux Autochtones Canada). D'autres sources ont été incluses par suite des commentaires des pairs sur le présent chapitre.

Parmi les publications pertinentes mentionnées, la majorité a fait l'objet d'un examen par les pairs et portait précisément sur les populations inuites dans l'Arctique, alors que le reste avait trait aux Premières Nations ou aux populations autochtones en général dans les régions rurales et nordiques du Canada. Dans la mesure du possible, le présent chapitre fait la distinction au sein des populations particulières afin de mettre en évidence les diverses perspectives et expériences au sein et entre les Premières Nations, les Inuits, les Métis et leurs collectivités. Toutefois, les auteurs ont fait certaines généralisations en fonction du nombre et de la nature des citations utilisées (p. ex., plus d'un groupe autochtone mentionné) et dans les cas où il peut y avoir des expériences partagées (p. ex., les iniquités en santé et les déterminants de la santé).

Parmi les lacunes importantes relevées à la suite de cet examen, mentionnons la documentation sur les risques liés aux changements climatiques pour la santé qui touchent des populations autochtones dans d'autres régions du Canada (p. ex., les Prairies et les Maritimes), des Métis et des populations autochtones urbaines, et sur les points de vue axés sur le genre en la matière (voir la section 2.7 Lacunes sur le plan des connaissances). L'accent a été mis sur la recherche dans le Nord parce que le réchauffement est plus rapide dans cette région et que les impacts actuels et prévus sont plus graves (Ford et coll., 2014; ITK, 2019b). Les lacunes soulignent également les limites de la recherche et des données sur la santé des Autochtones au Canada en général (voir l'encadré 2.1).

Encadré 2.1 Données et recherches sur la santé des Autochtones au Canada

L'évaluation des risques des changements climatiques pour la santé a fait ressortir les limites et les défis des données et de la recherche actuelles portant sur la santé des Autochtones du Canada. Il est pertinent de souligner qu'il est difficile d'obtenir de l'information de grande qualité en raison du manque de données ventilées et longitudinales propres aux Premières Nations, aux Inuits et aux Métis, de l'absence d'identificateurs autochtones applicables, cohérents et inclusifs dans les sources de données sur la santé de la population et le manque d'indicateurs de santé et de mieux-être fondés sur les forces et axés sur la collectivité (Smylie, 2010; Smylie et Firestone, 2015). Certaines régions et populations sont surreprésentées dans les principales sources de données sur la santé des populations (p. ex., les membres inscrits des Premières Nations vivant dans des réserves ou les Inuits résidant dans l'Inuit Nunangat), alors que d'autres sont sérieusement sous-représentées (p. ex., les membres non inscrits des Premières Nations, les Métis ou les autres Autochtones vivant dans des régions urbaines) (Young, 2003; Smylie, 2010; Kumar et coll., 2012). Ces données déficientes sur la santé donnent lieu à des généralisations fondées sur des populations diverses des Premières Nations, des Inuits et des Métis et à une sous-estimation des iniquités en santé entre les Autochtones et les non-Autochtones (Smylie et Firestone, 2015). Il est essentiel pour relever ces défis de travailler en partenariat avec les Premières Nations, les Inuits et les Métis et leurs organisations représentatives et gouvernantes pour régir et gérer les données recueillies auprès d'eux (Smylie et Firestone, 2015).

La recherche sur la santé des Autochtones a été et continue d'être dominée par des chercheurs non autochtones (Brown, 2018; Anderson, 2019) et des paradigmes de recherche scientifique qui jugent les méthodologies, les épistémologies, le savoir et les perspectives autochtones moins rigoureux que la science occidentale (Saini, 2012; Hyett et coll., 2018). Elle est de plus entachée par d'anciennes politiques et pratiques non éthiques, y compris l'usurpation et l'abus du savoir, des biens, de la culture et des échantillons biologiques autochtones, le manque de communication des données et des avantages en découlant et la diffusion de l'information qui présente de manière fautive ou qui stigmatise des collectivités entières (Hyett et coll., 2018, page E616). Par conséquent, une grande partie de la recherche en santé menée à ce jour n'a pas trait aux besoins ou aux priorités sanitaires des Premières Nations, des Inuits et des Métis (Young, 2003; Wilson et Young, 2008; Hyett et coll., 2018). Bien que les lignes directrices en matière d'éthique, les approches communautaires et les partenariats améliorent la pratique de la recherche en santé concernant les Premières Nations, les Inuits et les Métis (Hyett et coll., 2018), il reste encore beaucoup à faire pour que la recherche soit respectueuse, pertinente, réciproque, et responsable. Des organismes non gouvernementaux et gouvernementaux, ainsi que des organisations autochtones nationales, ont établi des lignes directrices sur les meilleures pratiques de recherche concernant les Autochtones et les collectivités autochtones, alors que des ressources complémentaires ont été élaborées par des collectivités ou d'autres organisations (RCAP, 1996; ONSA, 2011; Centre de gouvernance de l'information des Premières Nations, 2014; Hyett et coll., 2018; IRSC, 2013; IRSC, CRSNG et CRSH, 2018; ITK, 2018; Kilian et coll., 2019).

2.3 Inégalités en santé et santé des peuples autochtones

« Les changements climatiques rapides sont une autre cause de stress qui pèse sur notre société déjà stressée. » [traduction] ⁵

Bien que les peuples autochtones constituent le segment de la population canadienne le plus jeune et celui qui connaît la croissance la plus rapide, ils ne bénéficient pas des mêmes avantages que les autres Canadiens en matière de santé. Les membres, familles et collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis connaissent des problèmes de santé disproportionnés comparativement aux non-Autochtones, notamment une proportion beaucoup plus élevée de mortalité infantile et post-infantile, de blessures et de décès non intentionnels, de maladies chroniques et infectieuses, de suicides, d'exposition à des contaminants environnementaux, de malnutrition et d'une espérance de vie plus courte (Gracey et King, 2009; Greenwood et coll., 2018; ASPC, 2018a). Les disparités sur le plan de la santé sont attribuables, en partie, aux déterminants sociaux de la santé ou aux conditions dans lesquelles les personnes naissent, grandissent, vivent, travaillent et vieillissent (Commission sur les déterminants sociaux de la santé [CDSS], 2008). Les principaux déterminants de la santé comprennent le revenu et le statut social, l'emploi et les conditions de travail, l'éducation, les expériences de la petite enfance, les milieux physiques, les soutiens sociaux et les capacités d'adaptation, les comportements sains, l'accès aux services de santé, le genre, la culture et la race. Ces conditions sont à leur tour le résultat de structures et de systèmes complexes au niveau local, national et mondial qui déterminent la répartition de l'argent, du pouvoir et des ressources au sein des pays et entre eux (Marmot, 2007; CDSS, 2008; Reading, 2018). Ensemble, les déterminants de la santé et leurs facteurs structurels contribuent à un gradient social de la santé, où les populations les plus défavorisées sur le plan socioéconomique subissent le plus lourd fardeau de mauvaise santé (Marmot, 2007) (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé).

Les déterminants de la santé propres aux Autochtones sont liés aux politiques et aux pratiques passées et actuelles découlant du colonialisme, notamment la dépossession du territoire traditionnel, la relocalisation forcée dans des réserves ou des régions désignées, la prise en charge des enfants par les pensionnats indiens, la rafle des années soixante⁶ et les politiques subséquentes sur la protection de l'enfance,

5 Natan Obed, cité dans ITK (2016, page 28).

6 Les peuples autochtones ont continué de vivre des traumatismes, des pertes et des chagrins en raison de l'expansion rapide du système de protection de l'enfance dans les années 1960. Au cours de cette période, communément appelée « rafle des années soixante » (Sinclair, 2007), un nombre disproportionné d'enfants autochtones ont été placés en famille d'accueil. À la fin des années 1960, de 30 % à 40 % des enfants qui étaient pupilles de l'État étaient des enfants autochtones, ce qui contraste vivement avec le taux de 1 % observé en 1959 (Fournier et Crey, 1997, cité dans Kirmayer et coll., 2000, page 609).

la relocalisation forcée dans des sanatoriums pour les tuberculeux et des hôpitaux pour les Indiens⁷, l'oppression par le biais de la *Loi sur les Indiens*, et la discrimination systémique (Gracey et King, 2009; Greenwood et coll., 2018). Ces déterminants perpétuent les inégalités structurelles et les désavantages systémiques tout au long de la vie et d'une génération à l'autre. Ces répercussions intergénérationnelles se manifestent par des taux inquiétants de logements insalubres ou surpeuplés, la pauvreté, l'insécurité alimentaire et hydrique, le chômage, la prise en charge des enfants, l'incarcération, ainsi que des taux plus faibles de réussite scolaire et un accès plus limité à des soins de santé de qualité (Reading et Wien, 2009; CCNSA, 2012; CCNSA, 2017). Au contraire, des facteurs comme le fait de passer beaucoup de temps dans la nature, de posséder un fort sens de leur identité autochtone, la continuité culturelle, l'appui de leurs familles et les liens communautaires, ainsi que les symboles d'autonomie gouvernementale et d'autodétermination, peuvent promouvoir des facteurs de protection, comme la résilience, l'autosuffisance et la confiance en soi, qui contribuent à un meilleur état de santé (Chandler et Lalonde, 1998; Petrusek MacDonald et coll., 2013a; Kielland et Simeone, 2014). Les déterminants de la santé se recoupent et se manifestent différemment chez les Premières Nations, les Inuits et les Métis, et influent par le fait même sur les facteurs de risque et de protection associés à l'état de santé de façon distincte tout au long de la vie (Reading et Wien, 2009).

Les cadres applicables aux déterminants de la santé et les perspectives de santé et de bien-être en général varient considérablement au sein des peuples des Premières Nations, des Inuits et des Métis et entre eux. À l'échelle nationale, certains documents clés énonçant ces points de vue comprennent :

- *Plan de transformation de la santé des Premières Nations de l'Assemblée des Premières Nations* (APN, 2017);
- *Social Determinants of Inuit Health in Canada* de l'Inuit Tapiriit Kanatami (ITK, 2014);
- *Métis Life Promotion Framework*® (MLPF) (Martens et coll., 2010).

L'état des déterminants de la santé peut accroître ou atténuer la vulnérabilité aux risques pour la santé associés aux changements climatiques (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé). Les iniquités et les inégalités existantes en santé peuvent aggraver la vulnérabilité de la santé aux risques liés au climat. Il en résulte une exposition et une sensibilité accrues aux aléas climatiques, ainsi qu'une diminution de la résilience et de la capacité d'adaptation (Islam et Winkel, 2017).

2.3.1 Genre comme déterminant de la santé des peuples autochtones

Avant la colonisation, la catégorisation du sexe et du genre chez les Autochtones s'était manifestée dans d'autres pratiques culturelles et sociales et était aussi diversifiée que les cultures autochtones elles-mêmes (Hunt, 2016, page 7). Les processus coloniaux historiques qui se poursuivent encore aujourd'hui ont imposé de nouvelles normes sociales et de nouveaux droits juridiques qui ont modifié ces rôles et responsabilités axés sur le genre souvent égalitaires et matrifocaux, créant ainsi d'importantes inégalités entre les sexes,

7 Les hôpitaux pour Indiens étaient des établissements de ségrégation raciale qui servaient à l'origine de sanatoriums pour les tuberculeux, mais qui ont été transformés par la suite en hôpitaux généraux supervisés par le Service de santé des Indiens. Ils étaient mal financés, surpeuplés, et manquaient de personnel; de nombreux Autochtones y ont été victimes de violence, de coercition et d'expérimentation médicale (Lux, 2016; McCallum et Perry, 2018).

ainsi que de la discrimination à l'égard de la fluidité de genre et de l'homosexualité (Vinyeta et coll., 2015; Hunt, 2016). Dans le contexte des changements climatiques, le genre interagit avec d'autres déterminants de la santé, notamment l'éducation, la race, le revenu et le statut social, pour créer des vulnérabilités uniques aux changements climatiques, à la résilience et aux expériences vécues chez les femmes, les hommes, les garçons, les filles et les personnes de diverses identités de genre des Premières Nations, des Inuits et des Métis (OMS, 2014; Vinyeta et coll., 2015; Williams et coll., 2018). Au Canada, la majorité des travaux de recherche sur le genre et les changements climatiques menés jusqu'à maintenant auprès des populations des Premières Nations, des Inuits et des Métis a porté sur la sécurité alimentaire, la santé mentale, ainsi que sur les blessures et les décès non intentionnels (Sellers, 2018); les attitudes et comportements à l'égard des changements climatiques (Bunce, 2015; Bunce et coll., 2016); et la gouvernance environnementale (Natcher, 2013; Staples et Natcher, 2015a; Staples et Natcher, 2015b; Sellers, 2018).

Les impacts des changements climatiques sont ressentis différemment selon le genre en raison des différences culturelles au chapitre des responsabilités fondées sur le sexe. Dans une étude réalisée par Bunce (2015), des activités telles que la cueillette de baies, la confection de vêtements, la préparation et la conservation des aliments constituent un élément essentiel de l'identité et du bien-être des femmes inuites. Les changements relatifs à la production de baies, à l'épaisseur et la durée de la glace de mer, ainsi qu'à la qualité et à la quantité de fourrures et de peaux, peuvent nuire à l'accomplissement de ces rôles traditionnels et à la transmission de ces compétences aux jeunes générations (Dowsley et coll., 2010; Pauktuutit, 2011; Bunce, 2015; Bunce et coll., 2016). Pour les femmes des Premières Nations, des Inuits et des Métis, un élément clé de l'identité féminine est la relation spéciale avec l'eau et les responsabilités de s'en occuper et de la protéger (Anderson, 2010; McGregor, 2012; Szach, 2013; Powys Whyte, 2014). Les changements climatiques peuvent avoir un effet sur la disponibilité et la qualité de l'eau douce, ce qui peut avoir une incidence importante sur la santé et le bien-être émotionnels, mentaux et spirituels (Longboat, 2013; Szach, 2013).

Il est bien connu que le réchauffement des températures devrait accroître la fréquence et l'intensité des événements de chaleur extrême, ainsi que l'aire de répartition et la survie des vecteurs de maladies infectieuses, comme les moustiques et les tiques. Kovats et Hajat (2007) ont constaté que les hommes sont plus susceptibles d'être actifs par temps chaud, ce qui les rend plus vulnérables au stress thermique. Les femmes enceintes sont plus susceptibles d'avoir de mauvais résultats pour la santé en raison d'un décollement placentaire dans les grossesses à terme (He et coll., 2018) (voir le chapitre 3 : Aléas naturels). Étant donné que les hommes inuits, métis et issus des Premières Nations passent beaucoup plus de temps à l'extérieur, car ils exercent des activités liées à la nature (p. ex., la chasse, la pêche et le piégeage), les changements climatiques devraient les mettre en danger d'une manière disproportionnée et accroître les risques de problèmes liés à la chaleur et de maladies à transmission vectorielle, comme la maladie de Lyme et le virus du Nil occidental (Vinyeta et coll., 2016; Sellers, 2018).

Cependant, il y a à l'heure actuelle un manque de surveillance et de rapports sur ces types d'impacts liés au climat. Par exemple, malgré le plus large aire de répartition et la plus grande fréquence des maladies à transmission vectorielle, comme le virus du Nil occidental, la maladie de Lyme et le virus Zika, et la reconnaissance de l'importance des programmes de surveillance et de suivi des maladies à transmission vectorielle, y compris chez les collectivités des Premières Nations (ASPC, 2018b), la surveillance systématique des vecteurs n'a pas lieu dans toutes les provinces et tous les territoires (Awuor et coll., 2019), et le statut autochtone n'a pas été déterminé dans les données de surveillance des cas humains.



Par conséquent, il ne semble pas y avoir de données accessibles au public provenant des programmes de surveillance qui indiquent la prévalence des maladies à transmission vectorielle parmi les populations particulières, y compris les populations autochtones.

Les hommes autochtones sont davantage exposés au risque d'accident à mesure que les milieux dans lesquels ils exercent leurs activités traditionnelles deviennent plus dangereux (Vinyeta et coll., 2016). Les changements météorologiques et climatiques, y compris la diminution des populations fauniques ou l'accès sécuritaire aux zones de chasse, peuvent également limiter la transmission des connaissances et des compétences axés sur le genre aux jeunes générations (Jacob et coll., 2010; Downing et Cuerrier, 2011; Pauktuutit, 2011; Bunce, 2015; Bunce et coll., 2016).

Les réactions émotionnelles et les stratégies d'adaptation liées aux effets des changements climatiques peuvent aussi être axées sur le genre. Par exemple, les femmes inuites ont eu des réactions émotionnelles plus fortes (p. ex., peur, détresse, impuissance, colère, tristesse et frustration) aux effets des changements climatiques que les hommes inuits, tandis que ces derniers ont été plus susceptibles de vivre de l'anxiété en réaction à ceux-ci (Cunsolo Willox et coll., 2012; Sellers, 2018). Les femmes inuites sont également plus susceptibles de parler de leurs sentiments avec d'autres et de gérer le stress de façon saine, notamment en devenant des militantes engagées de la lutte contre les changements climatiques à l'échelle mondiale et locale (Bunce, 2015; Williams et coll., 2018; Hania, 2019; Santisteban, 2020). Les hommes inuits, métis et issus des Premières Nations peuvent subir plus de stress parce qu'ils n'ont plus accès à des ressources ou à des endroits qui sont essentiels pour l'identité masculine, particulièrement ceux liés étroitement aux modes de subsistance, ce qui peut exacerber les problèmes de toxicomanie ou d'alcoolisme, de suicide et de violence familiale, qui ont été associés à la colonisation et à la perte culturelle et qui sont particulièrement prédominants chez certaines collectivités des Premières Nations et inuites (Cunsolo Willox et coll., 2012; Cunsolo Willox et coll., 2015; Vinyeta et coll., 2016).

2.4 Risques liés aux changements climatiques pour la santé des Autochtones

« *Le respect qu'il faut accorder à la terre et son lien avec nous. Nous sommes la terre. Si la terre est malade, nous serons aussi malades peu de temps après.* » [traduction]⁸

Les impacts des changements climatiques sur la terre et sur les liens entre les peuples autochtones et la terre sont déjà évidents dans les collectivités de l'Atlantique au Pacifique à l'Arctique, non seulement en ce qui concerne les effets sur la santé physique, mais aussi en ce qui a trait au bien-être émotionnel, spirituel, psychologique et culturel des peuples autochtones (SAC, 2019a). Le rythme spectaculaire et sans précédent des changements a amené certaines collectivités et organisations autochtones à déclarer l'état d'urgence à l'égard des changements climatiques. En mai 2019, la Première Nation des Gwitchin Vuntut (Old Crow, Yukon) a été la première à déclarer officiellement l'état d'urgence, affirmant que son mode de vie traditionnel était menacé par l'évolution rapide du paysage (Yeednoo Diinehdoo Ji'heezrit Nits'oo Ts'o' Nan He'aa Declaration, s.d.). Dana Tizya-Tramm, chef de la Première Nation des Gwitchin Vuntut, a fait remarquer que ce n'est qu'une question de temps avant que son arrière-petit-enfant vive sur un territoire complètement différent, et que si ce n'est pas une urgence, il ne sait pas ce qu'est une urgence (Avery, 2019, s.p.). L'Assemblée des Premières Nations (APN) a par la suite déclaré une urgence climatique mondiale à l'occasion de son assemblée générale annuelle de juillet 2019, a lancé des appels à l'élaboration d'une stratégie climatique dirigée par les Premières Nations et a convoqué une réunion nationale pour intensifier la lutte contre les changements climatiques, qui a eu lieu en mars 2020, à Whitehorse, au Yukon (APN, 2019, APN, 2020).

En ce qui concerne l'Inuit Nunangat qui se réchauffe presque trois fois plus vite que la moyenne mondiale (Bush et Lemmen, 2019), l'Inuit Tapiriit Kanatami (ITK) a réagi à ce rythme sans précédent de changements et d'impacts en publiant le rapport *Priorités inuites relatives à la Stratégie canadienne de lutte contre les changements climatiques : La vision des Inuits canadiens sur leur avenir commun dans leur patrie* (ITK, 2016) et la *Stratégie nationale inuite sur les changements climatiques* (ITK, 2019b).

En octobre 2016, le Ralliement national des Métis (RNM) a également adopté une résolution sur les changements climatiques et l'environnement à l'occasion d'une séance spéciale de son assemblée générale. Présentée dans le cadre d'une approche de nation à nation et de gouvernement à gouvernement, la résolution appuie la participation significative des Métis et l'examen des lois, des politiques, de la protection, de la gestion et des processus d'évaluation fédéraux en matière d'environnement (Ralliement national des Métis, 2016). Le RNM a également mené une évaluation nationale des changements climatiques et de la vulnérabilité de la santé (JF Consulting, 2020).

Les impacts des changements climatiques sur la santé des Premières Nations, des Inuits et des Métis sont considérables et ont déjà été observés dans de nombreuses régions du Canada. La section suivante donne un aperçu général des risques que posent les changements climatiques pour la santé et le bien-être des Premières Nations, des Inuits et des Métis relativement aux aléas naturels, à la santé mentale, à la qualité de

8 Aîné Batchewana cité dans Tobias et Richmond (2014, page 29).

l'air, aux maladies infectieuses, à la salubrité et à la sécurité alimentaire et hydrique et aux réseaux de santé. Les risques sont examinés dans le contexte des iniquités existantes en santé chez les Premières Nations, les Inuits et les Métis et des susceptibilités particulières des peuples autochtones aux changements climatiques. La section donne aussi des exemples de projets et d'initiatives d'adaptation des Autochtones aux quatre coins du Canada en réponse aux changements climatiques.

2.4.1 Aléas naturels

« La glace marine a vraiment changé. Je voyageais à la fois en traîneau à chiens et en motoneige pour me rendre à Pond Inlet et en revenir. Lors de mon récent voyage, la neige avait changé. La couche de neige supérieure et l'état de cette couche de neige avaient changé. Normalement, au printemps, la couche de neige supérieure gèle la nuit. Ce processus s'appelle qiqqsuqqaqtuq. On peut voir cette couche gelée lorsque la journée commence à peine; elle est étincelante en raison du récent gel sur le dessus. J'ai remarqué que ce n'était plus le cas. Ce processus, le gel, n'a plus lieu. » [traduction] ⁹

Les membres des Premières Nations, les Inuits et les Métis sont particulièrement susceptibles de subir les impacts des événements climatiques sur la santé, étant donné qu'ils dépendent étroitement de la nature pour leur subsistance, leurs moyens de subsistance et leurs pratiques culturelles (Ford, 2012; Kipp et coll., 2019b). Les impacts connexes sur la santé sont ressentis directement et indirectement. Dans l'Arctique, la hausse des températures déstabilise le pergélisol et a un effet sur la couverture de neige au sol, l'étendue et l'épaisseur de la glace de mer, le niveau de la mer et les régimes météorologiques (Ford et coll., 2014; Durkalec et coll., 2015; ITK, 2016). Ces changements exacerbent la perte de connaissances et de compétences liées aux terres en matière de prévisions météorologiques, de transport jusqu'aux territoires de chasse et d'habitudes de la faune et entraînent un risque accru de blessures et de décès, exigent un plus grand nombre de missions de sauvetage et réduisent l'accès aux aliments traditionnels¹⁰ (Lemelin et coll., 2010; Andrachuk et Smit, 2012; Pearce et coll., 2012; Sheedy, 2018). Par exemple, la proportion de blessures accidentelles a été plus de trois fois élevée que la moyenne canadienne de 2006 à 2015 chez les utilisateurs inuits du territoire au Nunavut, et le nombre d'opérations de recherche et sauvetages a plus que doublé au cours des dix dernières années en raison des changements associés à la température et à la glace (Clark et coll., 2016a; Clark et coll., 2016b). La perte de connaissances et de compétences liées aux terres menace également l'identité et le bien-être des Inuits en réduisant les possibilités d'activités terrestres et maritimes, ainsi que la mise en commun et l'enseignement des connaissances et des compétences, en particulier pour les jeunes (ITK, 2016).

La dégradation du pergélisol, les fortes tempêtes et l'érosion côtière peuvent entraîner la destruction d'endroits qui ont une signification culturelle et peuvent avoir, par le fait même, des impacts sur la santé

9 Palluq (2007) cité dans Dowsley et coll. (2010, page 156).

10 Les aliments traditionnels comprennent « ceux récoltés sur terre et en mer, comprenant principalement du gibier sauvage, des mammifères marins, du poisson et des baies » et peuvent varier d'une région à l'autre (McGrath-Hanna et coll., 2003).

mentale (gouvernement du Nunavut, 2010; gouvernement du Nunavut, 2012; Donatuto et coll., 2014). De tels événements peuvent également déstabiliser le logement, les pipelines, ainsi que l'infrastructure et les systèmes des municipalités locales servant à l'approvisionnement en eau, au traitement des eaux usées et au transport, et peuvent accroître le risque de blessures, de maladies d'origine hydrique et de contamination environnementale, en plus de perturber les chaînes d'approvisionnement (gouvernement du Nunavut, 2010; gouvernement du Nunavut, 2014; Berner et coll., 2016; FRMFNMES, 2016). Dans le hameau inuvialuit de Tuktoyaktuk, par exemple, l'érosion côtière oblige déjà les résidents à relocaliser leurs maisons plus loin à l'intérieur des terres et sur des terres plus élevées (Faris, 2019). Ces impacts exercent des pressions financières supplémentaires sur les ménages et les collectivités inuits en raison d'un coût de la vie élevé, d'un faible revenu des ménages, de la faible population et des revenus insuffisants des administrations locales (ITK, 2016). En réaction à ces changements, des jeunes inuits locaux ont créé un collectif de la réalisation cinématographique (Tuk TV) et capté ces expériences dans un documentaire intitulé *Happening to Us* qui a été visionné à la 25^e session de la Conférence des Parties (COP 25) de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), tenue en 2019 à Madrid, en Espagne¹¹.

Le réchauffement des températures et les changements dans les régimes de précipitation ont entraîné une augmentation de la fréquence et de la gravité des événements météorologiques extrêmes, comme les inondations, les feux de forêt et les canicules (Berry et coll., 2014; Bush et Lemmen, 2019). Certaines collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis sont plus vulnérables à ces événements en raison de leur emplacement géographique, ainsi que des conditions socioéconomiques et de l'infrastructure existantes (CIER, 2008; Christianson et coll., 2012; Collier, 2015; McNeill et coll., 2017). Au cours de la période de 2006 à 2016, environ 67 collectivités des Premières Nations ont connu un total combiné de près de 100 inondations, causant des dommages importants aux biens et aux infrastructures, des perturbations des services communautaires et des impacts sur la santé et le bien-être (McNeill et coll., 2017).

Les changements climatiques ont contribué à des événements de chaleur extrême et à des sécheresses de plus en plus fréquentes et à la prolifération de ravageurs comme le dendroctone du pin ponderosa, ce qui par le fait même accroît la prévalence, l'ampleur et l'intensité des feux de forêt et la dévastation des forêts (voir le chapitre 5 : Qualité de l'air). Ces problèmes ont des répercussions sociales, psychologiques, émotionnelles et financières énormes sur les collectivités des Premières Nations et des Métis partout au Canada (Scharbach et Waldram, 2016; Howard et coll., 2017; Dodd et coll., 2018a; Dodd et coll., 2018b; SAC, 2018). De nombreuses collectivités autochtones sont situées dans des régions qui devraient connaître une augmentation des feux de forêt au cours des 40 prochaines années, y compris certaines parties de la côte de la Colombie-Britannique et de Haida Gwaii, le nord-est de l'Alberta, le centre de la Saskatchewan, le sud du Manitoba et de l'Ontario, et dans les Territoires du Nord-Ouest (B.J. Stocks Wildfire Investigations Ltd., 2013).

La prévalence et la gravité accrues des événements météorologiques et climatiques extrêmes peuvent avoir des impacts directs et indirects sur la santé humaine (voir le chapitre 3 : Aléas naturels). Ils peuvent contribuer directement à l'accroissement des blessures et des décès (Kipp et coll., 2019b). Les sécheresses peuvent influencer sur la santé respiratoire, la santé mentale, l'exposition aux toxines environnementales, la sécurité alimentaire et hydrique et les taux de blessures et de maladies infectieuses, et peuvent intensifier les pressions sur les systèmes de traitement de l'eau (Yusa et coll., 2015). Les inondations peuvent causer la contamination de l'eau et des aliments par le rejet de contaminants environnementaux, de bactéries et

11 Le documentaire *Happening to Us* est disponible sur demande auprès de Tuk TV.



d'agents pathogènes (Patrick, 2011; Huseman et Short, 2012; Daley et coll., 2015). Cela peut entraîner une augmentation des infections d'origine hydrique et alimentaire, des problèmes de peau et des malformations congénitales, ainsi que de l'obésité, du diabète, de l'hypertension, du stress psychologique, des maladies du cœur et du foie, des problèmes rénaux, des problèmes neurologiques, de l'immunopathologie, des cancers, des problèmes thyroïdiens et de la mortalité infantile (Bradford et coll., 2016). Les inondations et les feux de forêt peuvent endommager l'habitat du poisson et de la faune qui est important pour la reproduction des espèces, et avoir ainsi un impact sur la sécurité alimentaire (Kipp et coll., 2019b). Les feux de forêt peuvent dégrader la qualité de l'air et contribuer aux fortes proportions de maladies respiratoires et cardiovasculaires (Liu et coll., 2015; Reid et coll., 2016) et causer des problèmes psychologiques, comme le stress, l'anxiété et la dépression (Cunsolo Willox et coll., 2015; Dodd et coll., 2018a; Dodd et coll., 2018b; Manning et Clayton, 2018). La chaleur extrême peut entraîner des maladies et des décès liés à la chaleur, surtout dans le sud du Canada et les centres urbains (Conseil des académies canadiennes, 2019). Bien que les recherches sur les populations autochtones et la chaleur extrême soient limitées, une étude comparative de la morbidité liée aux conditions climatiques chez les populations autochtones urbaines et rurales de l'Ontario a révélé que les populations urbaines sont plus à risque en raison des iniquités relatives à l'accès aux services de santé, de l'état de santé, de la pauvreté, du logement et de la marginalisation politique (Tam, 2013).

Encadré 2.2 Cartographie des aléas dans la Première Nation de Kashechewan

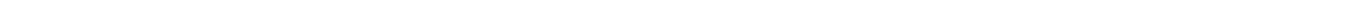
Dans la collectivité crie vulnérable aux inondations de Kashechewan, située dans le nord de l'Ontario, le savoir autochtone sur l'évolution des saisons, la fonte des neiges et le ruissellement a été utilisé conjointement avec les données des systèmes d'information géographique pour mieux comprendre les inondations et leurs effets sur la collectivité (Khalafzai et coll., 2019). Le gouvernement fédéral a fait de nombreuses tentatives infructueuses pour atténuer les inondations depuis les années 1990; de lourds embâcles ont continué de causer de l'érosion et des dommages à l'usine de traitement de l'eau de la collectivité, ce qui a mené à une éclosion d'*Escherichia coli* (*E. coli*) en 2005. La collectivité a été évacuée au moins 12 fois depuis 2004, ce qui a entraîné des coûts financiers, émotionnels et psychologiques importants. En 2015, les ingénieurs ont signalé que la digue se détériorait et était inadéquate pour protéger la collectivité en croissance (Khalafzai et coll., 2019, page 4).

En 2016, la collectivité de Kashechewan a participé à une étude documentaire sur le savoir autochtone concernant les inondations printanières, qui faisait appel à plusieurs méthodes participatives (p. ex., entrevues en profondeur, ateliers de cartographie des inondations, visites sur place) (Khalafzai et coll., 2019). Les résultats ont révélé que le réchauffement climatique augmentait la fréquence et l'ampleur de la débâcle printanière et des embâcles, entraînant des inondations plus précoces et plus intenses et un plus grand risque de dommages dans la collectivité. Les participants ont également mentionné un certain nombre d'éléments liés au paysage et à l'activité humaine qui ont exacerbé les impacts des inondations sur la collectivité, y compris des infrastructures communautaires inadéquates (p. ex., l'usine de traitement de l'eau) et la protection contre les inondations, la topographie de la région et les activités d'exploitation des ressources dans la région. Ces changements écologiques ont eu une incidence sur les pratiques locales de chasse et de récolte, les activités socioculturelles et la transmission intergénérationnelle du savoir. Les résultats de cette étude pourraient être utiles pour la surveillance continue des inondations et les activités de réduction des risques de catastrophe dans la collectivité.

Les urgences liées au climat peuvent également entraîner des évacuations temporaires ou des départs à long terme des territoires traditionnels, ce qui touche tous les aspects de la santé et du bien-être des Autochtones. Ces relocalisations perturbent des vies, créent des difficultés financières, accroissent le stress, l'anxiété et le trouble de stress post-traumatique, et peuvent ramener à la surface des traumatismes historiques associés aux réinstallations forcées et aux interventions gouvernementales dans la vie des peuples autochtones (Thompson et coll., 2014; Scharbach et Waldram, 2016; Bedard et Richards, 2018; Dicken, 2018; Hassler et coll., 2019). Les membres des Premières Nations vivant dans les réserves, en particulier, ont été touchés de façon disproportionnée par les déplacements causés par des événements climatiques. Par exemple, au cours de la période d'avril 2017 à mars 2019, près de 15 000 résidents des Premières Nations ont été évacués en raison d'inondations, de feux de forêt et de vagues de chaleur extrême (SAC, 2019, selon le Service d'information et de recherche parlementaires, 2020). À l'avenir, les interventions d'urgence à ces événements climatiques nécessiteront un financement adéquat pour les activités de planification d'urgence,



le renforcement de la capacité et la formation, la participation des Autochtones aux activités de coordination, l'utilisation du savoir et des compétences autochtones, l'intervention d'urgence directe et immédiate, les processus d'évacuation qui tiennent compte des Autochtones, ainsi que les efforts constants pour que les collectivités autochtones puissent se rétablir après de tels événements (Comité permanent des affaires autochtones et du Nord, 2018).



Encadré 2.3 Programme Intelli-feu de la région désignée métisse de Peavine

De nombreuses collectivités autochtones sont situées dans des forêts sujettes aux incendies où les changements climatiques augmentent le risque de feux de forêt (Christianson et coll., 2014). Intelli-feu Canada collabore avec les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux et des organismes pour renforcer la résilience des collectivités à l'égard des feux de forêt aux quatre coins du Canada en mettant en œuvre des principes et des pratiques exemplaires de prévention des feux de forêt, d'atténuation et de préparation (Christianson et coll., 2012; SAC, 2019b; Intelli-feu Canada, 2020). À l'aide du savoir autochtone et des données scientifiques, les membres de la collectivité acquièrent et mettent en commun de l'information notamment sur la forêt, la végétation et la gestion des écosystèmes, les pratiques de brûlage traditionnelles, les stratégies et opérations pare-feu et coupe-feu, la protection des habitations et de l'infrastructure communautaire et les interventions d'urgence (gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, 2010; Christianson et coll., 2012; Environnement et ressources naturelles, 2015; Environnement et ressources naturelles, 2016; Dodd et coll., 2018a; Dodd et coll., 2018b).

Le programme Intelli-feu de la région désignée métisse de Peavine propose des mesures d'atténuation des risques d'incendie à l'échelle résidentielle et communautaire. En plus de certains projets communautaires uniques, qui ont lieu deux fois par année, le programme comprend six activités permanentes (Christianson et coll., 2012) :

- un programme de tracteurs de gazon encourage les citoyens à couper l'herbe autour de leur résidence;
- l'agriculture 50/50 soutient la conversion des forêts en terres agricoles et l'éclaircissage de la végétation;
- le programme Maisons neuves appuie le défrichage et l'éclaircissage de la végétation des futurs sites de construction;
- des coupe-feux ou l'enlèvement de la végétation à divers intervalles pour aider à ralentir ou à arrêter la propagation des feux de forêt;
- l'équipe des garde-forestiers juniors autochtones participe à des projets estivaux du programme Intelli-feu, comme la gestion de la végétation;
- un service de pompiers volontaires gère les incendies.

Les normes et les valeurs culturelles influencent la perception d'une collectivité et sa réaction aux risques d'incendie et à leur atténuation (Christianson et coll., 2014). Dans le cas de la région désignée métisse de Peavine, les activités portaient notamment sur l'importance de l'aide aux Aînés de la collectivité, la participation aux activités de subsistance dans la nature, le savoir traditionnel, les relations sociales et le soutien aux membres de la collectivité, la confiance, la fierté à l'égard de l'esthétique, le transfert intergénérationnel des connaissances et l'autosuffisance. Chacune de ces valeurs est intégrée dans certains éléments du programme Intelli-feu de la collectivité (Christianson et coll., 2012; Christianson et coll., 2014).

2.4.2 Santé mentale et bien-être

Les changements climatiques menacent les dimensions culturelles de la vie et des moyens de subsistance des peuples autochtones, qui sont au cœur de l'identité, de la cohésion communautaire et du sentiment d'appartenance (Adger et coll., 2013). Les impacts des changements climatiques sur la santé mentale et le bien-être peuvent imposer un fardeau disproportionné à certains groupes, notamment les femmes, les enfants et les personnes autochtones des collectivités socioéconomiques défavorisées (voir le chapitre 4 : Santé mentale et bien-être), ainsi que les Aînés qui peuvent être profondément perturbés par les changements dont ils sont témoins (FRMFNMES, 2016; Manning et Clayton, 2018). Étant donné que les Premières Nations, les Inuits et les Métis affichent des taux de suicide, de toxicomanie, d'alcoolisme et de violence disproportionnellement élevés en raison des traumatismes intergénérationnels et de la marginalisation socioéconomique (Aguiar et Halseth, 2015; Kumar et Tjepkema, 2019), ces impacts des changements climatiques peuvent aggraver les problèmes de santé mentale existants.

Les Premières Nations, les Inuits et les Métis ont un profond lien économique, social et spirituel avec la terre pour l'alimentation, l'habillement, l'enseignement, les loisirs et un lien avec les générations passées, actuelles et futures (Mecredi, 2010; Tobias et Richmond, 2014). Ils voient ces liens comme interreliés avec les autres déterminants de la santé (Harper et coll., 2015c, page 6). La participation à des activités axées sur la terre et la culture peut être bénéfique sur le plan mental, émotionnel, social, culturel et spirituel et, par le fait même, contribuer à la résilience individuelle et communautaire face aux changements climatiques. Ces activités peuvent, par exemple, aider à se ressourcer, à atténuer le stress, à accroître l'activité physique et à améliorer la nutrition, à faciliter l'accès à la médecine traditionnelle, à bâtir la confiance en soi, à favoriser des relations positives, à renforcer les identités culturelles et à augmenter les occasions de transmettre les connaissances d'une génération à l'autre (Consolo Willox et coll., 2012; Première Nation Nisga'a, 2012; Airas-Bustamante, 2013; Consolo Willox et coll., 2013a; Ulturgasheva et coll., 2014; Durkalec et coll., 2015; Harper et coll., 2015c).

Les changements climatiques peuvent perturber la capacité des peuples autochtones de chasser, de pêcher, de piéger, de se nourrir et de passer du temps sur la terre, ce qui peut avoir une incidence néfaste sur leur santé mentale et émotionnelle et leur bien-être. Cette perturbation peut présenter de nouveaux aléas et causer ainsi du stress et de l'anxiété par rapport à la sécurité des membres de la famille qui voyagent sur la terre (Harper et coll., 2015c). Elle peut nuire à la transmission aux jeunes générations du savoir intergénérationnel et des compétences liées aux terres, deux éléments qui sont essentiels à la formation d'une forte identité culturelle et à la résilience (Chandler et Lalonde, 1998; Kral et Idlout, 2009; Wexler, 2013). Les événements climatiques extrêmes, comme les feux de forêt et les évacuations qui en résultent, de même que les impacts à évolution lente des changements climatiques peuvent leur causer du stress ou des inquiétudes quant à l'avenir (Cunsolo Willox, 2012a; Cunsolo Willox, 2012b; Cunsolo Willox et coll., 2012; Scharback et Waldram, 2016; Asfaw, 2018; Dodd et coll., 2018a; Dodd et coll., 2018b; Manning et Clayton, 2018).

Les peuples autochtones peuvent également vivre un « deuil écologique » causé par les pertes passées et futures liées aux changements climatiques à l'égard de la terre, des écosystèmes et des espèces, du savoir environnemental et de l'identité culturelle (Cunsolo et Rigolet, gouvernement de la communauté inuite, 2014; Cunsolo et Ellis, 2018; Meloche, 2018). À mesure que le climat se réchauffe, l'anxiété, le stress et le « deuil écologique » devraient devenir de plus en plus courants (Cunsolo Willox et coll., 2013b; Bourque et Cunsolo Willox, 2014; Consolo Willox et coll., 2015; Harper et coll., 2015c; Cunsolo et Ellis, 2018; Cunsolo et coll.,

2020) (voir le chapitre 4 : Santé mentale et bien-être). Il sera difficile et exigeant de réagir à l'augmentation des problèmes de santé mentale, surtout compte tenu du fait que de nombreuses collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis n'ont pas accès à des services de santé mentale adéquats (Commission de la santé mentale du Canada, 2016; Comité permanent des affaires autochtones et du Nord, 2017; Carrière et coll., 2018). La fragmentation des compétences en matière de soins de santé entre les gouvernements fédéral et provinciaux et le manque de financement à long terme réservé aux services de santé mentale demeurent des obstacles importants à l'atteinte de la santé et du bien-être dans les collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis (Boksa et coll., 2015).

L'exploration des impacts des changements climatiques sur la santé mentale des Premières Nations, des Inuits et des Métis est un domaine d'étude émergent axé principalement sur les fortes réactions émotionnelles et psychologiques vécues face aux changements écologiques rapides. Pour les Inuits, ces réactions comprennent de forts sentiments d'anxiété, de peur, de stress, de colère, de tristesse, de désorientation, de chagrin, de perte et de plainte, ainsi qu'un accroissement de la toxicomanie et de l'alcoolisme, des idées suicidaires et des tentatives de suicide, de la violence, et une diminution de la consolation qu'apporte la terre (Cunsolo Willox, 2012a; Cunsolo Willox, 2012b; Cunsolo Willox et coll., 2013a; Cunsolo Willox et coll., 2013b; Petrusek MacDonald et coll., 2013a; Petrusek MacDonald et coll., 2013b; Ulturgasheva et coll., 2014; Cunsolo Willox et coll., 2015; Harper et coll., 2015c; Bunce et coll., 2016). Comme l'ont fait remarquer Durkalec et ses collègues (2015), les changements climatiques intensifient la dépossession environnementale pour les Inuits, ce qui aggrave les perturbations et le dénigrement de leur savoir et leurs modes de vie. La recherche concernant les impacts des changements climatiques sur la santé mentale des Premières Nations et des Métis est plus restreinte. Une étude a porté sur les impacts d'un été de feux de forêt sur la santé et le bien-être de quatre collectivités des Premières Nations vivant dans les Territoires du Nord-Ouest. Les participants à cette étude ont parlé d'évacuations et d'isolement qu'ils avaient vécus, et ont avoué qu'ils ressentaient de la peur, du stress et de l'incertitude quant à l'avenir (Dodd et coll., 2018a; Dodd et coll., 2018b).

Services aux Autochtones Canada finance plusieurs stratégies nationales ciblées, notamment la Stratégie nationale de prévention du suicide chez les jeunes Autochtones, le Programme national de lutte contre l'abus d'alcool et de drogues chez les Autochtones, le counseling en santé mentale et le Programme de soutien en santé mentale des pensionnats indiens (SAC, 2019c). Seule une assez faible proportion des Premières Nations et des Inuits¹² peut avoir accès à ces programmes qui n'assurent pas la diversité et la qualité des services nécessaires pour traiter les problèmes complexes de santé mentale que vivent les collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis (Maar et coll., 2009; Boksa et coll., 2015). Il faut une plus grande collaboration entre les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux pour veiller à ce que ces collectivités disposent d'un financement durable spécial afin de répondre aux besoins en matière de santé mentale, qui pourraient être de plus en plus grands en raison des impacts des changements climatiques.

12 En vertu des ententes actuelles, le gouvernement fédéral verse un financement qui, pour la plupart des programmes et des services de santé mentale, s'applique à des services communautaires accessibles aux membres inscrits des Premières Nations vivant dans les réserves et aux Inuits qui résident dans les collectivités inuites. Dans les petites collectivités éloignées, l'accès aux services de santé mentale peut être très restreint ou inexistant (Boksa et coll., 2015). De plus, les membres non inscrits des Premières Nations et les Métis n'ont pas droit à l'heure actuelle aux mêmes services et avantages.

Encadré 2.4 Amélioration de la santé mentale et de la résilience aux changements climatiques chez les jeunes des Premières Nations de Selkirk

De nombreuses collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis jugent que la participation à des activités axées sur la terre et la culture constitue un moyen d'améliorer la santé mentale et le bien-être, en particulier chez les jeunes (Cunsolo Willox et coll., 2012; Auger, 2019; Première Nation de Selkirk et Arctic Institute of Community-Based Research, 2019). Au Yukon, le régime alimentaire de la Première Nation de Selkirk est à base de saumon, et la pêche au saumon dans les camps de pêche est essentielle au bien-être mental, physique, émotionnel et spirituel de ses membres (Richards et coll., 2019). La communauté a remarqué un déclin spectaculaire de la population de saumon, ce qui menace non seulement sa sécurité alimentaire, mais aussi l'essence de son identité culturelle – la tradition séculaire des camps de pêche. En 2015-2016, la Première Nation de Selkirk a reçu du financement dans le cadre du Programme sur le changement climatique et l'adaptation du secteur de la santé du gouvernement fédéral pour mener un projet communautaire de recherche et d'adaptation axé sur le maintien de la sécurité alimentaire, du savoir traditionnel et de la culture associés aux camps de pêche dans le but d'assurer le bien-être des membres de la collectivité.

Le projet de la Première Nation de Selkirk visait à court et à long terme les objectifs suivants :

- mobiliser les membres de la collectivité pour aborder collectivement les enjeux liés aux changements climatiques;
- renforcer la capacité des jeunes à comprendre les changements climatiques et à mener des recherches;
- établir des relations et de la cohésion dans la collectivité;
- présenter le point de vue des jeunes sur le bien-être mental au moyen de la photographie;
- compiler des stratégies communautaires pour s'adapter aux impacts des changements climatiques sur les camps de pêche et élaborer un plan d'adaptation communautaire aux changements climatiques et au rôle des camps de pêche pour la santé mentale des jeunes;
- comprendre les changements climatiques et la santé d'un point de vue régional et nordique;
- faire entendre la voix de la Première Nation de Selkirk sur les questions de santé et de changement climatique tout en protégeant les modes de vie traditionnels;
- appuyer le leadership des jeunes dans ce domaine.

Le projet de recherche était dirigé par un comité consultatif composé d'Aînés et de membres de la collectivité, tandis que les jeunes effectuaient des visites des camps de pêche afin de pouvoir apprendre directement la valeur et le rôle de ces camps et les impacts des changements climatiques sur leurs terres, leur collectivité et leur culture. Les jeunes ont appris des Aînés l'importance d'établir des liens avec le savoir traditionnel et les traditions culturelles pour promouvoir la santé mentale et favoriser la résilience à l'avenir. Ils ont acquis de précieuses compétences dans le cadre d'activités sur le terrain menées dans un camp de pêche d'hiver pour les jeunes, ainsi que des aptitudes à réaliser des recherches communautaires. Le projet intitulé « *Keeping Our Traditions for the Health and Wellbeing of Future Selkirk First Nation Generations: What do we do at the* »



fish camp when there is no fish? » a produit une stratégie d'adaptation comprenant un certain nombre de mesures axées sur l'aide à la santé mentale et à la résilience des jeunes, notamment enseigner aux jeunes les valeurs, les modes de vie et les lois traditionnels, renouer avec la terre et appuyer les activités culturelles, comme les arts et la danse (Première Nation de Selkirk de concert avec l'Arctic Institute of Community-Based Research, 2016).

2.4.3 Qualité de l'air

Les conditions météorologiques et climatiques peuvent avoir une incidence sur la qualité de l'air à l'intérieur et à l'extérieur et avoir des impacts sur la santé humaine (Kinney, 2008) (voir le chapitre 5 : Qualité de l'air). Le réchauffement des températures peut augmenter les niveaux de polluants atmosphériques (p. ex., l'ozone troposphérique, les matières particulaires) et la production d'aéroallergènes (p. ex., les pollens et les moisissures) qui sont associés à un plus grand risque de maladies cardiovasculaires et respiratoires, ainsi qu'à la mort prématurée (Berry et coll., 2014; Reid et coll., 2016). Les Premières Nations, les Inuits et les Métis subissent un fardeau disproportionné comparativement aux non-Autochtones de maladies respiratoires chroniques, comme l'asthme¹³ et la maladie pulmonaire obstructive chronique (MPOC)¹⁴, et ces maladies peuvent être exacerbées par la mauvaise qualité de l'air (Gershon et coll., 2014; Ospina et coll., 2015; Carrière et coll., 2017; ASPC, 2018a; Koleade et coll., 2018). Des pourcentages plus élevés d'infections respiratoires, comme la bronchite, la bronchiolite, la pneumonie et la tuberculose, sont également signalés chez les enfants des Premières Nations, des Inuits et des Métis (Kovesi, 2012; Konrad et coll., 2013). Les Premières Nations, les Inuits et les Métis font face à des risques accrus d'exposition à une mauvaise qualité de l'air en raison de déterminants de la santé sous-jacents, comme les mauvaises conditions en matière de logement (p. ex., des logements ayant besoin de réparations, le surpeuplement, la mauvaise ventilation et la moisissure) dans bien des collectivités, en plus de l'exposition accrue à la fumée de tabac et au chauffage au bois ou à l'huile, ainsi que la proximité géographique des forêts qui sont propices aux feux de forêt produisant de la fumée (CIER, 2008; B.J. Stocks Wildfire Investigations Ltd., 2013; Dodd et coll., 2018a; Dodd et coll., 2018b).

13 Les membres des Premières Nations vivant hors réserve et les Métis présentent des taux d'asthme 1,6 fois plus élevés que les non-Autochtones nés au Canada (ASPC, 2018a).

14 Les populations autochtones ont un taux de prévalence de 6,5 % pour la maladie pulmonaire obstructive chronique, comparativement à 4 % pour les populations non autochtones au Canada (Bird et coll., 2017).

Encadré 2.5 Été de fumée à Yellowknife, en 2014

« Toute cette fumée que nous avons respirée; où voulez-vous aller? Ce n'est pas seulement moi. Ce sont les bébés et les Aînés. Et puis la végétation et le ruissellement de la fumée et de la pluie nuisent à tout l'écosystème, même à l'eau. » [traduction]¹⁵

Au cours de l'été 2014, la région de Yellowknife a connu une saison de feux de forêt extrême appelée « été de fumée ». Ces feux ont entraîné une montée en flèche de la pollution atmosphérique qui a atteint des niveaux dangereux et obligé le confinement de nombreux résidents à l'intérieur pendant de longues périodes (Howard et coll., 2017; Dodd et coll., 2018a; Dodd et coll., 2018b). La mauvaise qualité de l'air associée à cette saison des feux de forêt a nui aux collectivités des Premières Nations, en particulier aux enfants et aux personnes âgées. Par exemple, la saison des incendies a coïncidé avec une augmentation importante des visites à l'urgence pour des problèmes respiratoires (42 % par rapport aux années précédentes), en particulier chez les enfants âgés de moins de 4 ans (114 % par rapport aux années précédentes), ainsi qu'à un plus grand nombre de cas de toux, de pneumonie et d'asthme (Dodd et coll., 2018a). Le confinement pendant les feux de forêt, l'interruption des activités axées sur la terre et l'inactivité physique ont également eu des impacts sur la santé mentale, comme le stress, l'anxiété et la dépression.

Pour contrer la névrose de la solitude et l'inactivité physique, les collectivités des Premières Nations de Kakisa et de N'Dilo ont planifié d'autres activités physiques et sociales pour s'éloigner de la fumée persistante, notamment des activités dans la salle communautaire pour promouvoir l'activité physique chez les enfants et offrir aux membres de la collectivité des occasions de socialiser. À Yellowknife, les frais d'utilisation des centres récréatifs ont été éliminés afin de favoriser les activités physiques intérieures. Vous pouvez visionner un documentaire sur ce qu'ont vécu ces collectivités, intitulé *Summer of Smoke*, à <https://vimeo.com/373958783>.

2.4.4 Salubrité et sécurité des aliments

L'insécurité alimentaire est un problème de santé publique urgent au Canada (Tarasuk et coll., 2014) (voir le chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments), en particulier pour les peuples autochtones des régions géographiquement éloignées où les taux de pauvreté sont élevés (Loring et Gerlach, 2015; Bhawra et coll., 2017; Human Rights Watch, 2020). De nombreuses collectivités éloignées du Nord dépendent pour leurs besoins nutritionnels des aliments traditionnels ou prélevés dans la nature (Earle, 2011). Par exemple, les données de Statistique Canada indiquent que 65 % des Inuits, 35 % des Métis et 33 % des membres des Premières Nations vivant hors réserve ont chassé, pêché ou piégé en 2017, tandis que 30 % des membres

15 Roxane Landry, dénée de Fort Providence, citée dans *Summer of Smoke* <<https://vimeo.com/373958783>>.

des Premières Nations vivant hors réserve et 47 % des Inuits ont récolté des plantes sauvages ou des baies¹⁶ (Kumar et coll., 2019). Les aliments traditionnels ou prélevés dans la nature ont une grande valeur nutritive et offrent un certain nombre d'avantages sur le plan de la santé physique et mentale (Bunce, 2015; Bunce et coll., 2016; Cyre et Slater, 2019). La récolte d'aliments traditionnels ou prélevés dans la nature favorise l'activité physique, contribue à la cohésion sociale par le partage des aliments, facilite le renouveau spirituel et l'expression culturelle, et joue un rôle dans le développement de l'autonomie personnelle et communautaire et de la souveraineté alimentaire (Receveur et Kuhnlein, 1998; Earle, 2011; Cidro et coll., 2015; Hirsch et coll., 2016).

Les changements climatiques ont un effet sur la taille, la répartition, la santé et les comportements des animaux sauvages, du poisson, de la volaille et d'autres sources traditionnelles d'alimentation qui, à leur tour, nuisent à la récolte et au partage avec la famille, les Aînés et d'autres membres de la collectivité (Organ et coll., 2014; Statham et coll., 2015; Archer, 2016; Spring et coll., 2018). Ces impacts peuvent être à la fois positifs et négatifs pour le renforcement de la sécurité alimentaire. Le réchauffement des températures a introduit de nouvelles espèces fauniques et végétales, a permis à certaines espèces de prospérer et a allongé les saisons de croissance, de sorte que les collectivités du Nord peuvent cultiver plus facilement leurs propres aliments (Sheedy, 2018). Cependant, le réchauffement climatique a modifié le moment des périodes de récolte, les écosystèmes et les habitats de manière à nuire à la reproduction des espèces, ce qui a entraîné le déclin ou la disparition d'espèces particulières qui constituent des moyens de subsistance traditionnels.

Des recherches considérables ont déjà été entreprises sur divers aspects de la sécurité alimentaire des populations autochtones liés au climat, en particulier des études évaluant la disponibilité de sources alimentaires traditionnellement importantes. Par exemple, de nombreuses Premières Nations s'inquiétaient du nombre décroissant de certaines espèces de poisson, de mollusques et crustacés et d'oies; de la disponibilité et de la qualité de baies particulières; et des changements au titre de la taille, de la santé, de la répartition et des habitudes migratoires de la population de caribous (Mecredi, 2010; Hermann et coll., 2012; Teslin Tlingit Council, 2012; Arias-Bustamante, 2013; Donatuto et coll., 2014; Premières Nations de Kluane et Arctic Institute of Community-Based Research, 2016; Parlee et Caine, 2018; Spring et coll., 2018; Human Rights Watch, 2020). Les Inuits se préoccupaient aussi des changements au niveau de la taille, de la santé, de la répartition et des habitudes migratoires des caribous et d'autres espèces arctiques, notamment le bœuf musqué, le phoque, la baleine et l'ours polaire (Pauktuutit, 2011; Henry et coll., 2012; Cuerrier et coll., 2015; MacDonell, 2015; Quinn, 2016a; Quinn, 2016b; Mallory et Boyce, 2017; Parlee et Caine, 2018; Waugh et coll., 2018). Bien que peu de recherches aient été effectuées particulièrement sur les impacts des changements climatiques sur la sécurité alimentaire des Métis, certaines ont soulevé des préoccupations à l'égard d'une période de chasse à l'oie plus courte; des changements dans le mouvement et l'emplacement du poisson et de son habitat; des changements au niveau de la santé, du comportement et de la répartition du caribou et de l'orignal; des changements sur le plan de la disponibilité et de la qualité de baies particulières; et des répercussions d'un réchauffement des températures sur les méthodes de préservation des aliments (Guyot et coll., 2006; membres des collectivités de l'Alliance des Métis de North Slave, Shiga, Evans, King et Keats, 2018).

Les populations des Premières Nations, des Inuits et des Métis se préoccupent toutes de l'imprévisibilité des conditions météorologiques et environnementales attribuable aux changements climatiques, et de leurs

16 Les auteurs ne fournissent aucune donnée sur la proportion de Métis qui ont récolté des plantes sauvages ou des baies, sauf pour dire que cette proportion est demeurée relativement inchangée par rapport à l'Enquête auprès des peuples autochtones précédente.

effets sur leur capacité de se déplacer dans la nature et d'avoir accès à des aliments traditionnels. Ces impacts peuvent exercer des pressions sur les systèmes alimentaires déjà fragiles et ainsi entraîner une augmentation de l'insécurité alimentaire dans les collectivités autochtones et une plus grande dépendance à l'égard des aliments vendus au détail (Statham et coll., 2015; Sheedy, 2018). L'abandon des aliments traditionnels ou prélevés dans la nature au profit des aliments vendus au détail, souvent de qualité inférieure, peut exacerber les taux déjà élevés de maladies chroniques prévalant chez les peuples autochtones, y compris l'obésité, le diabète et les maladies cardiovasculaires (Kolahdooz et coll., 2015; Reading, 2015).

Le défi relatif à l'intensification de l'insécurité alimentaire que posent les changements climatiques est aggravé par les impacts environnementaux négatifs de l'exploitation des ressources sur la salubrité des aliments traditionnels et par un système alimentaire imposé par la colonisation qui laisse les peuples autochtones de plus en plus dépendants des aliments vendus au détail (Penner et coll., 2019). La capacité des peuples autochtones d'exercer leur autonomie sur leur territoire et leurs aliments traditionnels est cruciale pour corriger le discours colonial de la marginalisation socioéconomique et des disparités en matière de santé (Coté, 2016). Cette autonomie est enchâssée dans le concept de « souveraineté alimentaire » qui constitue un modèle fondé sur les droits de la personne et sur la notion que les peuples autochtones ont le droit à des aliments sains et culturellement adaptés qui sont produits par des méthodes écologiques et durables, et le droit d'établir leurs propres systèmes alimentaires sur le plan de l'alimentation et de l'agriculture (Sélingué, 2007, tel que cité dans Coté, 2016, à la page 8). La souveraineté alimentaire autochtone reconnaît le *Mino-pimatwisin*, un terme anishinaabe pour « la belle vie », et le *maligit*, un terme inuktitut pour « équilibre », dans *Qaujimajatuqangit* (savoir traditionnel inuit) (Penner et coll., 2019). Des initiatives novatrices relatives à la souveraineté alimentaire des Autochtones ont été entamées aux quatre coins du Canada, y compris des jardins scolaires et communautaires, des serres, des programmes d'enseignement sur l'alimentation traditionnelle, des programmes de sensibilisation à la conservation, des coopératives d'aliments de commerce et de jardin, des programmes de récolte et de partage d'aliments prélevés dans la nature, des banques d'aliments prélevés dans la nature et des clubs d'achat de poisson (Thompson et coll., 2011; Thompson et coll., 2012; Kamal et coll. 2015; Martens, 2015; Robin, 2019).

Encadré 2.6 Amélioration de la salubrité et de la sécurité des aliments pour les populations autochtones en milieu urbain face aux changements climatiques

Bien que les peuples autochtones du Canada soient de plus en plus urbanisés, il y a aussi un degré élevé de mobilité géographique entre les régions rurales et les villes (Norris et Clatworthy, 2011; Snyder et Wilson, 2015). Cette tendance démographique peut entraîner une perte du savoir et des compétences autochtones qui sont essentiels pour améliorer la nutrition, le bien-être et l'autonomie dans un contexte d'impacts des changements climatiques. Les aliments et les systèmes alimentaires autochtones sont intrinsèques à la santé et au bien-être des Premières Nations, des Inuits et des Métis, qu'ils vivent en milieu rural ou urbain (Ray et coll., 2019). Offrir aux populations autochtones urbaines des occasions d'en apprendre davantage sur les pratiques traditionnelles et de renouer avec le savoir traditionnel sur l'alimentation est une façon de renforcer la souveraineté alimentaire des Autochtones.

Certains centres d'accès aux soins de santé des Premières Nations en milieu urbain offrent des programmes qui favorisent les relations avec la terre et la coordination des pratiques traditionnelles dans les espaces urbains afin d'offrir des possibilités de transmission du savoir et des compétences autochtones. Par exemple, le Centre de santé Shkagamik-Kwe, situé à Sudbury, en Ontario, prépare à l'interne des médicaments traditionnels et organise des camps annuels de préparation de médicaments pour accroître les enseignements et les pratiques culturels entourant la cueillette et la préparation des médicaments (Ray et coll., 2019). Le Centre de santé Shkagamik-Kwe défend aussi la subsistance traditionnelle par l'organisation d'excursions de chasse communautaires et familiales, la fourniture du matériel de chasse de base et le versement d'un financement pour les frais de permis aux membres de la collectivité (Ray et coll., 2019), la collecte des aliments chassés et récoltés localement qui sont remis à des familles en difficulté par l'intermédiaire de sa banque d'aliments prélevés dans la nature (McLeod-Shabogesic, 2013) et la formation de ses membres sur la préparation des aliments traditionnels et les méthodes de cuisson (Centre de santé Shkagamik-Kwe, 2015).

2.4.5 Qualité, salubrité et sécurité de l'eau

« L'eau est ce qui nous soutient. L'eau est ce qui nous amène dans ce monde, et l'eau est ce qui assure notre survie dans ce monde physique. C'est donc notre vie. » [traduction]¹⁷

Les impacts des changements climatiques, comme l'accroissement des précipitations, des inondations et des sécheresses, peuvent influencer de façon importante sur la qualité, la quantité et l'accessibilité de l'eau (Berry et coll., 2014) (voir le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau), ce qui exacerbe les risques pour la santé liés aux défis que posent déjà la qualité, la salubrité et la sécurité de l'eau pour de

¹⁷ Jan Longboat, cité dans Anderson (2010, page 7).

nombreuses collectivités des Premières Nations et inuites du Canada. Les systèmes d'alimentation en eau et d'assainissement des eaux usées, le manque de personnel compétent et l'exposition accrue aux polluants ou aux contaminants environnementaux ont fait l'objet de douzaines d'avis d'ébullition de l'eau de courte ou de longue durée (White et coll., 2012; Medeiros et coll., 2016; Wright et coll., 2018a; Wright et coll., 2018b; ITK, 2020; SAC, 2020a; SAC, 2020b). Même s'il y a eu un certain progrès relativement à la qualité de l'eau potable dans bien des collectivités autochtones aux quatre coins du Canada, un récent rapport du gouvernement fédéral a indiqué que Services aux Autochtones Canada n'était pas en voie d'honorer son engagement pris en 2015 de mettre fin à tous les avis à long terme touchant les réseaux publics d'alimentation en eau dans les réserves des Premières Nations avant le 31 mars 2021 (Bureau du vérificateur général du Canada, 2021). Par exemple, il y avait eu 51 avis d'ébullition de l'eau potable de longue durée (au 16 juin 2021) et 26 avis de courte durée (au 15 juillet 2021) concernant les réseaux publics d'alimentation en eau potable des Premières Nations¹⁸ (SAC, 2021a; SAC, 2021b). Au 31 juin 2021, six autres avis d'ébullition de l'eau et sept avis de ne pas consommer étaient en vigueur dans les collectivités des Premières Nations de la Colombie-Britannique (Régie de la santé des Premières Nations, 2021). De nombreuses collectivités inuites n'ont qu'une seule source d'eau confirmée, ce qui pose des défis sur le plan de l'infrastructure d'approvisionnement en eau, de la pénurie d'eau, du traitement de l'eau municipal, de la contamination environnementale des sources d'eau et des avis d'ébullition de l'eau. L'Inuit Tapiriit Kanatami (2020) note que 298 avis de faire bouillir l'eau ont été émis dans 29 communautés inuites entre janvier 2015 et le 1er octobre 2020. Par conséquent, ces collectivités font face à des urgences liées à l'eau dans certaines conditions climatiques ou doivent compter sur l'eau transportée par camion et l'eau potable stockée dans des conteneurs, ce qui augmente le risque de contamination (Medeiros et coll., 2016; Wright et coll., 2018a). Pas plus tard que le 12 octobre 2021, le gouvernement du Nunavut a envoyé par avion 80 000 litres d'eau embouteillée à Iqaluit après que l'état d'urgence ait été déclaré à la suite de la détection de carburant dans l'eau potable de la collectivité (CBC, 2021).

Les événements à haute visibilité, comme les avis d'ébullition de l'eau, peuvent accroître la méfiance à l'égard de la qualité de l'eau et faire en sorte que l'on évite d'utiliser l'approvisionnement en eau potable des ménages (Ekos Research Associates, 2011; Allaire et coll., 2019). Les petits réseaux d'alimentation en eau font face à des avis concernant la qualité de l'eau potable aussi souvent ou plus fréquemment que les grands réseaux d'aqueduc municipaux et manquent souvent des ressources appropriées pour donner suite adéquatement à l'avis (Lane et Gagnon, 2020). Les examens des avis d'ébullition de l'eau au Canada ont révélé que les avis sont le plus souvent rendus publics en raison de préoccupations d'ordre opérationnel ou concernant les processus (Environnement et Changement climatique Canada, 2018; Lane et Gagnon, 2020). Les phénomènes climatiques, tels que les chutes de pluie intenses, les tempêtes violentes, les périodes de sécheresse, les journées extrêmement chaudes et les ondes de tempête, peuvent endommager les infrastructures d'approvisionnement en eau, diminuer la disponibilité des ressources en eau et réduire la qualité de l'eau utilisée à des fins de consommation (Kohlitz et coll., 2020). On prévoit que les infrastructures liées à l'eau potable dans les petits réseaux d'alimentation en eau potable subissent des pressions accrues à mesure que les changements climatiques s'accélèrent (Kohlitz et coll., 2020).

Les changements climatiques ont déjà eu un impact considérable sur la sécurité de l'eau dans les collectivités autochtones. De nombreuses collectivités des Premières Nations ont signalé un déclin rapide des niveaux d'eau ayant des répercussions importantes sur la disponibilité des ressources de poisson, ainsi

18 Ces statistiques excluent la Colombie-Britannique et le Conseil tribal de Saskatoon.

que sur la migration et le mouvement d'autres ressources animales qui sont importantes pour la sécurité alimentaire (Mecredi, 2010; Première Nation Nisga'a, 2012; Teslin Tlingit Council, 2012; Harper et coll., 2015a; FRMFNMES, 2016; Sheedy, 2018). Dans l'Arctique, les changements climatiques ont intensifié l'évaporation de l'approvisionnement en eau douce, la contribution des eaux souterraines aux débits des rivières et la dégradation du pergélisol. Ces répercussions exerceront une pression croissante sur la disponibilité de l'eau potable, diminueront la qualité de l'eau en raison du rejet de contaminants environnementaux stockés, et imposeront une pression cumulative et croissante sur les ressources en eau douce (Nilsson et coll., 2013; Goldhar et coll., 2014; Bakaic et Medeiros, 2016; Medeiros et coll., 2016).

Le manque d'accès à de l'eau propre et saine peut restreindre les pratiques d'hygiène personnelle et contribuer à la propagation de maladies infectieuses d'origine hydrique, comme les maladies gastro-intestinales (Harper et coll., 2015a; Harper et coll., 2015b; Bradford et coll., 2016; Chen, 2016), de même que des maladies infectieuses comme la grippe, le coronavirus (COVID-19) et le *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline (Boyd, 2011; Sarkar et coll., 2015; Bharadwaj et Bradford, 2018; Stoler et coll., 2020). Dans un examen exploratoire de la littérature sur la qualité de l'eau potable dans les collectivités autochtones et des résultats pour la santé au Canada, Bradford et coll. (2016) ont constaté que les infections gastro-intestinales étaient le problème de santé le plus souvent cité dans les études examinées. Parmi les autres problèmes de santé signalés par rapport à l'eau potable contaminée, on compte des affections cutanées, comme l'eczéma et le cancer de la peau, des cas accrus de mortalité infantile et d'anomalies congénitales, de même que des taux élevés d'obésité, de diabète et de maladies cardiovasculaires attribuables à la consommation de boissons gazeuses et sucrées en l'absence d'eau potable saine (Bradford et coll., 2016).

On ne saurait trop insister sur les impacts possibles des changements climatiques sur la santé mentale et spirituelle et sur la sécurité de l'eau. Plusieurs études au Canada indiquent que l'insécurité hydrique cause des problèmes de santé mentale et de la détresse psychosociale chez les Autochtones (Anderson, 2010; Hanrahan et coll., 2014; Sarkar et coll., 2015; Cruddas, 2017). Les Premières Nations, les Inuits et les Métis considèrent l'eau comme un privilège et un don sacré et s'en servent donc souvent à des fins cérémonielles et culturelles (Anderson, 2010; McGregor, 2012; APN, 2013; Omosule, 2017). L'eau est également nécessaire à l'exercice des pratiques culturelles et aux moyens de subsistance (Bharadwaj et Bradford, 2018). Le prélèvement de l'eau à même la terre est un élément important de la culture de subsistance et de l'identité inuites, ainsi qu'une source possible de guérison (Watson, 2017; Wright et coll., 2018b). Les impacts négatifs sur la sécurité de l'eau peuvent donc avoir une incidence sur le bien-être mental et spirituel (Powys Whyte, 2014; Lam et coll., 2017). Compte tenu de l'importance physique, émotionnelle et spirituelle de l'eau, les Autochtones ont besoin d'une plus grande souveraineté pour protéger les collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis contre les préjudices environnementaux en matière de quantité, de qualité et d'accessibilité des ressources en eau causés par les changements climatiques et des projets d'exploitation des ressources naturelles sur leurs territoires.

Encadré 2.7 Adaptations concernant la qualité, la salubrité et la sécurité de l'eau au Yukon et dans la région désignée des Inuvialuits

Yukon

Le conseil intertribal du bassin versant du fleuve Yukon a réalisé un projet en trois phases visant à régler les problèmes de qualité de l'eau attribuables au rejet de contaminants environnementaux en raison des impacts des changements climatiques (Wilson et coll., 2015; conseil intertribal du bassin versant du fleuve Yukon, 2017). Au cours de la phase 1, le conseil a utilisé le savoir autochtone et des processus de collecte de données scientifiques pour recenser 95 sites préoccupants. Les activités comprenaient des groupes de discussion, un exercice de cartographie et des entrevues avec des informateurs clés. La phase 2 a aussi fait appel au savoir traditionnel et à la science occidentale pour élaborer des stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Ces travaux comprenaient également la formation de jeunes et de membres de la collectivité sur les méthodes de terrain pour la surveillance des contaminants et l'échantillonnage de l'eau, ainsi que sur les technologies de collecte et de manipulation des données (p. ex., les bases de données et les systèmes d'information géographique). Au total, des échantillons d'eau ont été prélevés à 25 sites. La phase 3 a réuni des dirigeants des Premières Nations de partout au Yukon à l'occasion d'un atelier au cours duquel les résultats des phases 1 et 2 ont été présentés et des mesures pouvant répondre aux préoccupations liées à l'eau et aux changements climatiques ont fait l'objet de discussions. Un plan régional d'adaptation aux changements climatiques axé sur les Autochtones pour la santé et la gouvernance de l'eau a ensuite été élaboré.

Région désignée des Inuvialuits

Un projet a été mené de 2009 à 2010 sur le suivi et la surveillance des maladies d'origine hydrique dans la région désignée des Inuvialuits, dans le contexte de l'adaptation aux changements climatiques dans le Nord (*Monitoring and Surveillance of Water Borne Diseases in the Inuvialuit Settlement Region : Adapting to a Changing Climate in the North*). Le projet comprenait l'élaboration d'un programme d'échantillonnage de l'eau dans la région désignée des Inuvialuits afin de déterminer le niveau de microbes et de contaminants dans l'eau, y compris les métaux lourds, les parasites et les bactéries. Des jeunes ont participé au projet pour en apprendre davantage sur la façon de prendre soin de l'eau et sur l'analyse de l'eau dans les collectivités d'Atlavik, de Tuktoyaktuk et d'Ulukhaktok (Institute for Circumpolar Health Research, 2017).

2.4.6 Maladies infectieuses

Les changements dans les régimes météorologiques, comme le réchauffement des températures, l'augmentation des précipitations et la fréquence accrue des sécheresses et des feux de forêt, devraient avoir un effet sur l'incidence et la dissémination des maladies d'origine hydrique, alimentaire, vectorielle et zoonotique (Greer et coll., 2008; Berry et coll., 2014; Chen, 2016) (voir le chapitre 6 : Maladies infectieuses). Les peuples autochtones du monde et du Canada présentent des taux de maladies infectieuses beaucoup plus élevés que les populations non autochtones (Gracey et King, 2009; Hotez, 2010), ce qui les expose à un plus grand risque de maladies infectieuses liées au climat. Les déterminants de la santé comme la pauvreté,

la malnutrition, l'accès moindre aux soins de santé et les mauvaises conditions socioéconomiques, influent sur la résistance à l'infection, la progression de la maladie, ainsi que le traitement et la prise en charge de la maladie (ACSP, 2013).

Les Premières Nations, les Inuits et les Métis courent un risque accru d'exposition à des maladies infectieuses liées au climat en raison de leur forte dépendance aux aliments traditionnels ou prélevés dans la nature. De récentes études, par exemple, révèlent une prévalence accrue de parasites fauniques, qui sont à l'origine de la trichinellose chez le morse et l'ours polaire, la brucellose chez le caribou, la bronchite vermineuse chez le bœuf musqué, la giardiase chez les castors, ainsi que la tularémie, la rage et la cryptosporidiose (Jenkins et coll., 2013; Jenkins et coll., 2015; Quinn, 2016a; Quinn, 2016b; Yansouni et coll., 2016; Tomaselli et coll., 2017; Sheedy, 2018). Ces maladies peuvent être transmises des animaux aux humains, soit directement par la consommation d'aliments traditionnels, soit indirectement par l'exposition à des animaux domestiques porteurs de ces agents pathogènes (Himsworth et coll., 2010; Goyette et coll., 2014; Bowser et Anderson, 2018).

On a décelé chez certaines populations autochtones des régions arctiques un lourd fardeau de maladies infectieuses d'origine parasitaire et alimentaire. Il a été possible d'établir un lien entre la consommation de mammifères marins et des éclosions de trichinélosie (Yansouni et coll., 2016). Un fardeau disproportionné de maladies gastro-intestinales aiguës, qui peuvent être liées à des maladies d'origine hydrique et alimentaire, a été signalé dans plusieurs collectivités inuites (Harper et coll., 2015a; Harper et coll., 2015b). Plus précisément, une forte prévalence de giardiase a été signalée dans le Nord du Canada (Yansouni et coll., 2016), alors que les taux de cryptosporidiose semblent très élevés chez les Inuits de la région Qikiqtani du Nunavut (Goldfarb et coll., 2013) et la région Nunavik du Québec (Thivierge et coll., 2016), comparativement à la moyenne canadienne. Bien que les maladies gastro-intestinales aiguës soient généralement bénignes et se résolvent facilement, elles demeurent l'un des principaux facteurs de mortalité chez les jeunes enfants de l'Arctique (Yansouni et coll., 2016). Certaines preuves semblent de plus démontrer que l'exposition de plus en plus fréquente à des animaux marins et terrestres infectés contribue à une prévalence de plus en plus forte de toxoplasmose chez les Inuits, avec des taux variant entre 60 % et 87 % dans certaines collectivités (Lavoie et coll., 2007; Messier et coll., 2009; Elmore et coll., 2012; Jenkins et coll., 2013; Goyette et coll., 2014). La toxoplasmose se manifeste le plus sévèrement chez les personnes immunodéprimées et chez les femmes infectées pour la première fois pendant la grossesse, entraînant des fausses couches, des mortinaissances et des malformations fœtales (Jenkins et coll., 2015). En plus des impacts sur la santé physique, l'augmentation possible des parasites et des agents pathogènes transmis par l'environnement peut avoir une grande incidence sur la durabilité, la disponibilité et le caractère adéquat des espèces animales qui revêtent une importance nutritionnelle, matérielle, culturelle et économique pour les Autochtones (gouvernement du Nunavut, 2010; Dudley et coll., 2015; Sheedy, 2018) et avoir ainsi des répercussions sur la santé mentale et spirituelle.

La plus grande abondance de moustiques, de tiques et d'autres insectes piqueurs se constate aussi partout au Canada, y compris dans les régions nordiques, et peut engendrer la transmission de nouvelles maladies à transmission vectorielle, comme la maladie de Lyme et le virus du Nil occidental (Nickels et coll., 2002; Cuerrier et coll., 2015; Chen, 2016; Wudel et Shadabi, 2016; Nelder et coll., 2018; Awuor et coll., 2019; Bouchard et coll., 2019). Le virus du Nil occidental et la maladie de Lyme se sont déjà répandus dans toutes les provinces et sont reconnus comme des risques possibles pour la santé par certaines Premières Nations (Centre des Premières Nations, 2004; ASPC, 2018b). Bien qu'il soit nécessaire d'assurer une surveillance et

un suivi plus serrés des maladies à transmission vectorielle au Canada (Awuor et coll., 2019), il semble que les collectivités de l'Arctique ne soient pas encore exposées à un risque soutenu de transmission de ces maladies (Chen, 2016).

Encadré 2.8 Rôle possible du savoir autochtone pour atténuer la propagation du *Toxoplasma gondii* et d'autres maladies infectieuses liées au climat

La toxoplasmose, causée par le parasite *Toxoplasma gondii* (*T. gondii*), est un grave problème de santé dans l'Arctique, et sa prévalence devrait augmenter en raison des changements climatiques. Le réchauffement des températures devrait élargir l'habitat des hôtes félines (chats sauvages) et l'aire de migration des hôtes intermédiaires infectés comme les oiseaux et les mammifères, ouvrant de nouvelles voies de transmission pour les humains, y compris l'eau contaminée (Reiling et Dixon, 2019). La maladie peut poser de graves risques pour la santé, en particulier chez les personnes immunodéprimées et les femmes infectées pour la première fois pendant la grossesse (Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique, s.d., Jenkins et coll., 2013).

Les populations autochtones du Nord sont plus à risque d'être malades et de subir des effets néfastes pour la santé en raison de la récolte, du traitement et de la consommation parfois crue d'aliments prélevés dans la nature (Reiling et Dixon, 2019), et parce que bien des collectivités possèdent des infrastructures de traitement des eaux en mauvais état et n'ont pas accès à de l'eau potable salubre et saine (Douglas, 2017). Certaines adaptations servant à atténuer ce risque pour la santé consistent à cuire la viande ou la geler pendant plusieurs jours afin de tuer les agents pathogènes qui se logent dans des kystes cellulaires (El-Nawawi et coll., 2008); à améliorer la collecte et la surveillance de données sur le *T. gondii* et le climat afin de pouvoir mieux prédire le risque et pouvoir le déceler rapidement; à améliorer les systèmes de traitement de l'eau potable, de la surveillance de la qualité de l'eau et la formation des techniciens; et à mettre en œuvre des campagnes d'information communautaires portant sur la préparation et l'entreposage sains des aliments (Douglas, 2017; Bachand et coll., 2019).

Le savoir autochtone peut être jumelé aux connaissances et méthodes scientifiques pour déterminer la santé des aliments prélevés dans la nature et aider à l'adoption de mesures d'adaptation. Par exemple, dans une étude de Sudlovenick (2019), des chasseurs d'Iqaluit ont été interviewés au sujet de la santé des phoques annelés (*nattit*) afin de déterminer s'il était sécuritaire de les manger en raison de la présence de cinq agents pathogènes (*Brucella canis*, *Brucella abortus*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Leptospira interrogans* et *T. gondii*) et de métaux lourds. Ces renseignements ont été ajoutés à un relevé sérologique pour confirmer la présence de ces agents pathogènes chez les phoques. Certains signes cliniques de *T. gondii* comprennent la léthargie, l'anorexie et une éruption cutanée aux nageoires. Bien que les chasseurs participants n'aient pas été en mesure de reconnaître la présence d'agents pathogènes particuliers comme le *T. gondii*, ils ont pu déceler et rejeter les phoques malades ou les parties de phoque qui ne devraient pas être consommées parce qu'elles pourraient être malsaines. Ils ont également exprimé des préoccupations au sujet de la santé des phoques du Groenland, dont bon nombre semblaient malades. Comme l'a fait remarquer un chasseur : « L'animal que j'ai

vu être de plus en plus malade, c'est le phoque du Groenland. Les jeunes phoques sont couverts d'algues et de lésions, et ils sont maigres. ... Mais, une maigreur attribuée à la maladie. Si j'en vois, je vais les tuer et les laisser là. Je ne veux même pas les toucher avec mon hameçon, car ils le contamineraient. » [traduction] ¹⁹

Le relevé sérologique a permis de constater la présence d'anticorps contre le *T. gondii* dans près de 10 % des phoques échantillonnés. Même s'il s'agit d'une étude à petite échelle, elle souligne la valeur possible du savoir autochtone pour atténuer la propagation de maladies infectieuses comme le *T. gondii* et l'importance de la transmission intergénérationnelle des connaissances sur la santé des aliments prélevés dans la nature comme stratégie d'adaptation aux changements climatiques.

2.4.7 Systèmes de santé

Les Premières Nations, les Inuits et les Métis font face à des défis uniques en matière d'accès aux soins de santé, y compris les services de santé mentale. Les ressources humaines en santé inadéquates, le haut taux de roulement du personnel, la faible densité démographique, l'éloignement géographique, les conflits de compétence relatifs à la prestation des soins de santé, l'absence d'infrastructures de santé et de transport, la diminution du pouvoir politique, l'accroissement des frais de voyage et le manque d'information sur la santé des Autochtones, qui permettrait d'adopter des pratiques fondées sur des données probantes, posent tous de grands défis (Ford et coll., 2010b; CCNSA, 2019). Dans les collectivités autochtones rurales et éloignées, les personnes et les familles doivent souvent quitter la collectivité pour des urgences médicales, une hospitalisation ou des rendez-vous avec des spécialistes médicaux, et pour avoir accès à des services de counseling en santé mentale et de réadaptation en matière de toxicomanie (Rondeau, 2012; Harper et coll., 2015c; CCNSA, 2019).

Les événements climatiques peuvent perturber ou endommager les infrastructures de communication, d'hospitalisation et de transport, et restreindre ainsi les déplacements pour les services de santé qui ne sont disponibles qu'à l'extérieur de la collectivité. Ils peuvent aussi retarder l'approvisionnement en fournitures pharmaceutiques et médicales essentielles, compromettre la sécurité des patients, rendre impossible pour les collectivités isolées l'accès à de l'aide en cas d'urgence et constituer un obstacle à la mise en œuvre de programmes culturels axés sur le territoire qui visent à promouvoir la santé et le bien-être (Health Care Without Harm, s.d.; Paterson et coll., 2014; Harper et coll., 2015c; Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2020) (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé). Étant donné que les changements climatiques devraient avoir des impacts considérables sur la santé humaine, en particulier dans les populations du Nord, les réseaux de santé existants pourraient être débordés au-delà de leur capacité et ne pas pouvoir s'attaquer aux problèmes de santé émergents comme des pandémies. Afin de résister aux risques climatiques et y réagir, il sera important de tirer parti des connaissances locales, autochtones et scientifiques pour élaborer des réponses aux changements climatiques, qui tiennent compte des besoins locaux précis et renforcent la capacité du secteur de la santé et des systèmes d'intervention d'urgence (Kipp et coll., 2019b).

19 Cité dans Sudlovenick (2019, page 50).



De plus, pour que les systèmes et les services de santé autochtones puissent réagir efficacement aux événements météorologiques et climatiques extrêmes, ils doivent prendre en considération les déterminants de la santé à une plus grande échelle. Plus précisément, il faut (Ford et coll., 2010a) :

- s'attaquer aux conditions matérielles et aux comportements associés à la pauvreté qui augmentent la susceptibilité des peuples autochtones aux changements climatiques et leur capacité d'adaptation;
- améliorer la surveillance dans les régions éloignées afin de cerner plus rapidement les nouveaux risques pour la santé et les vulnérabilités;
- élaborer des mécanismes d'évaluation complète de la santé et adaptés à la culture pour déterminer les impacts des changements climatiques;
- s'attaquer aux problèmes liés à l'accès inéquitable à l'information, au diagnostic et au traitement en matière de santé dans les collectivités autochtones;
- respecter les droits et les besoins des peuples autochtones lorsqu'il s'agit de réagir aux inégalités continues et persistantes qui exacerbent la vulnérabilité aux changements climatiques sur le plan de la santé;
- résoudre les conflits de compétence qui limitent la capacité de cerner les risques liés aux changements climatiques et de s'y préparer et de s'attaquer aux inégalités.

Encadré 2.9 Adaptation des réseaux de santé pour réduire les risques auxquels font face les Premières Nations et les Inuits

Indice de vulnérabilité au climat arctique

Les systèmes de transport aérien et maritime jouent un rôle inestimable dans l'Arctique, non seulement pour la livraison de biens périssables, de nourriture et du courrier, mais aussi pour l'accès à des soins médicaux en temps opportun (Debortoli et coll., 2019). Les changements climatiques peuvent perturber ces réseaux de transport et ainsi avoir des impacts importants sur la santé, le bien-être et la vitalité économique de la région. Les chercheurs ont mis au point un indice de vulnérabilité au climat dans l'Arctique pour évaluer les facteurs physiques et sociaux qui influent sur l'exposition et la susceptibilité aux changements climatiques, de même que sur la capacité d'adaptation, en tenant compte des valeurs inuites et de la façon dont les collectivités sont représentées (Debortoli et coll., 2019). L'indice s'appuie sur des indicateurs scientifiques pour évaluer l'exposition, la susceptibilité et la vulnérabilité, ainsi que sur des données qualitatives de Statistique Canada et de l'Indice du bien-être des collectivités de SAC, pour indiquer la capacité d'adaptation et la résilience. Ces indicateurs comprennent des données sur les conditions socioéconomiques et de logement, la démographie selon l'âge et le savoir autochtone. Ce dernier a été établi à partir de données sur la capacité de parler l'inuktitut et sur la proportion de la collectivité qui se compose de nouveaux immigrants jugés comme ayant des compétences liées aux terres ou une connaissance limitée de l'Arctique et aucun savoir traditionnel inuit. L'indice permet de prévoir les effets de divers scénarios de changements climatiques sur les systèmes de transport aérien et maritime et peut être utilisé par les décideurs des réseaux de santé pour déterminer les plans d'adaptation.

2.5 Savoir autochtone

Le savoir autochtone, le savoir écologique traditionnel, le savoir traditionnel et le savoir inuit (*Inuit Qaujimagatuqangit*)²⁰ sont tous des concepts dynamiques et vivants qui dénotent la compréhension, l'interdépendance et la relativité entre les peuples autochtones et les territoires où ils vivent, y compris toute la création et tous les organismes (animés et inanimés) que ces territoires abritent (McGregor, 2014). Selon le Conseil circumpolaire inuit (s.d., par. 4), le savoir autochtone peut être défini comme une façon systématique de penser à l'égard d'un phénomène, qui s'applique aux systèmes biologiques, physiques, culturels et spirituels. Il comprend des renseignements fondés sur des données probantes acquises au moyen d'expériences directes et à long terme et d'observations, de leçons et de compétences approfondies et multigénérationnelles. Il s'est bâti au fil des millénaires et continue de le faire aujourd'hui dans le cadre d'un processus vivant en incluant les connaissances contemporaines et futures, comme transmises de génération en génération. Le savoir écologique traditionnel désigne les connaissances, les pratiques et les

20 Inuit *Qaujimagatuqangit* est le terme préféré pour désigner le savoir inuit au Nunavut.

croyances, qui évoluent selon des processus d'adaptation et se transmettent d'une génération à l'autre par transmission culturelle, relativement au lien des êtres vivants, y compris les humains, entre eux et avec leur milieu (Berkes, 2012, page 7). *L'Inuit Qaujimagatuqangit* correspond à ce que les Inuits ont toujours su être vrai et est régi par quatre lois naturelles, qui sont : 1) travailler pour le bien commun; 2) respecter la vie sous toutes ses formes; 3) maintenir l'harmonie et l'équilibre; et 4) préparer l'avenir de manière continue (ministère de l'Éducation du Nunavut, 2007; Tagalik, 2010, page 1). Selon les concepts entourant le savoir traditionnel des Métis en matière d'environnement, comprendre le monde naturel, acquérir des compétences et adopter des comportements adaptables et applicables à d'autres aspects de la vie des Métis contribuent à la santé et au développement spirituel, physique, intellectuel et émotionnel des individus et des collectivités (Vizina, 2010, page 13).

Le savoir autochtone est enchâssé dans les langues autochtones et est transmis aux jeunes générations par le biais des connaissances communautaires (Groupe de travail sur les langues et les cultures autochtones, 2005; Battiste, 2010; Tagalik, 2010; Wilder et coll., 2016). Il inclut des observations sur la terre, les plantes, les insectes, les forêts, les voies navigables, la mer, la glace de mer, le sol, les conditions météorologiques et les habitudes migratoires des animaux (Tagalik, 2010; McGregor, 2014; Sandoval et coll., 2016; Windchief et Ryan, 2018). Les connaissances cosmologiques, médicinales, pharmacologiques, agricoles et botaniques, par exemple, sont transmises par l'observation directe et la participation à celles-ci, ainsi que par les récits, les prières, la danse, l'art, les protocoles, les enseignements et les cérémonies (Neeganagwedgin, 2013; Kulnieks et coll., 2016; Reo et coll., 2017). Le savoir autochtone sous-tend les pratiques éthiques, sociales, politiques, juridiques, morales et de gouvernance, et est essentiel à la survie et à la continuité de la collectivité, ainsi qu'à la gestion et à la durabilité des ressources (Alexander et coll., 2011; McGregor, 2012; Windchief et Ryan, 2018).

2.5.1 Savoir autochtone et changements climatiques

« Les peuples autochtones s'appuient sur le savoir autochtone et la science depuis des millénaires pour comprendre les changements climatiques et environnementaux auxquels ils font face et y réagir... Le rythme des changements climatiques causés par l'homme et notre capacité d'y réagir représentent ce qu'il y a de différent et de difficile de nos jours. Nous devons corriger le chemin que nous empruntons et revenir aux relations spéciales, aux enseignements, aux connaissances et aux pratiques qui assurent le respect, l'honneur et la relation avec le monde naturel. » [traduction]²¹

Le savoir autochtone est essentiel à la survie et à la résilience des peuples autochtones depuis des temps immémoriaux. Bien que ce savoir soit de plus en plus reconnu comme l'égal de l'information scientifique pour comprendre les changements climatiques et s'y adapter, la participation significative des peuples autochtones et de leurs systèmes de connaissances à la recherche et aux politiques sur les changements climatiques demeure un défi. Par exemple, le contenu axé sur les Autochtones a été sous-représenté dans les rapports d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), ainsi que

21 Suzanne Benally, citée dans Frank (2017, par. 4).

dans les discussions stratégiques entourant la CCNUCC (Ford, 2012; Ford et coll., 2016b; Belfer et coll., 2019). Cette déconnexion s'explique, en partie, par la façon dont les peuples autochtones et les systèmes du savoir autochtone ont été présentés dans le discours occidental sur les changements climatiques; comme des victimes impuissantes avec des connaissances statiques qui sont de plus en plus minées ou rendues non pertinentes par le rythme rapide des changements climatiques (Ford et coll., 2016b). Les critiques du GIEC et de la CCNUCC laissent entendre que cela contribue à l'homogénéisation des connaissances, des cultures et des apprentissages, et inclut les peuples autochtones dans les groupes sociaux marginalisés ou vulnérables sans contextualiser leurs expériences vécues uniques ou leurs réalités culturelles et coloniales particulières (Ford et coll., 2016b). La participation accrue des universitaires, des détenteurs de connaissances et des organisations autochtones s'accroît lentement grâce à de nouvelles procédures, comme la création de la Plateforme des communautés locales et des peuples autochtones (PCLPA) à la Conférence des Parties (COP) 21 de la CCNUCC en 2015 et du Groupe de facilitation à la COP 24 de la CCNUCC en 2018. La PCLPA constitue le premier « espace officiel, permanent et distinct » créé pour les peuples autochtones et axé sur les connaissances, la capacité de mobilisation et les politiques et mesures relatives aux changements climatiques (Belfer et coll., 2019, page 27). Bien qu'elle soit reconnue comme une première étape importante, la PCLPA a le potentiel de « cloisonner » les préoccupations des peuples autochtones à cette plateforme exclusivement (Reed, 2019) et de miner probablement le statut et les droits des peuples autochtones « en regroupant et en fusionnant les peuples autochtones avec les collectivités locales » [traduction] (Conseil circumpolaire inuit, 2020, page 2).

L'utilisation du savoir autochtone dans la recherche sur les changements climatiques et la santé évolue. Le savoir autochtone a d'abord été utilisé conjointement avec les connaissances scientifiques pour documenter les observations des changements climatiques et environnementaux (Riedlinger et Berkes, 2001). Plus récemment, il a été utilisé dans des études communautaires menées par des Autochtones ou auxquelles des Autochtones ont participé afin de déterminer leur exposition et vulnérabilité aux impacts des changements climatiques, aux répercussions réelles et perçues sur leur santé et leur bien-être, et aux stratégies d'adaptation possibles (Cameron, 2012; Donatuto et coll., 2014; Cunsolo Willox et coll., 2015; Rosol et coll., 2016; Ford et coll., 2018; Sawatzky et coll., 2018; Kipp et coll., 2019a; Sawatzky et coll., 2020). Les systèmes du savoir autochtone et des connaissances scientifiques peuvent s'intensifier et se renforcer mutuellement puisqu'ils cernent différents types d'impacts causés par les changements climatiques (Royer et coll., 2013; Baldwin et coll., 2018; Makondo et Thomas, 2018). Le savoir autochtone peut contribuer à la compréhension des changements environnementaux parce qu'il porte principalement sur la dynamique de l'ensemble du système en fonction de multiples facteurs de stress et non d'un seul phénomène (Mantyka-Pringle et coll., 2017).

Le savoir autochtone peut aider à la prise de décisions relatives aux changements climatiques et à la santé à divers niveaux afin que puissent en profiter une gamme d'intervenants, y compris des chercheurs, des décideurs et des membres de la collectivité (Finn et coll., 2017; Mantyka-Pringle et coll., 2017). Il a servi à établir de multiples indicateurs et données de référence sur les écosystèmes, qui sont utiles pour déterminer les secteurs prioritaires aux fins de la surveillance, la protection et l'assainissement de l'environnement (Uprety et coll., 2012; Sanderson et coll., 2015; York et coll., 2016; Baldwin et coll., 2018; Gérin-Lajoie et coll., 2018). Il a également contribué à élaborer des modèles prédictifs pour déterminer les vulnérabilités aux changements climatiques et les options d'adaptation, comme les impacts possibles sur les moyens de subsistance traditionnels et les effets subséquents sur la santé (Turner et Spalding, 2013; Research Northwest et Herschfield, 2017; Flynn et coll., 2018). Le savoir autochtone a été jumelé (et pourrait être

jumelé davantage) aux connaissances scientifiques pour améliorer les évaluations des risques, permettre aux gens de prendre des décisions éclairées quant aux risques et aléas liés à la température aux fins de la récolte traditionnelle et des activités d'utilisation des terres (Riedlinger et Berkes, 2001; Pennesi et coll., 2012; Deemer et coll., 2018) et contribuer à la planification et à l'emplacement de futures infrastructures (Turner et Spalding, 2013; Flynn et coll., 2019). Les valeurs fondamentales et les enseignements traditionnels liés au savoir autochtone, qui ont trait à la réciprocité, à l'interdépendance et à la spiritualité, peuvent enseigner la gérance de l'environnement et améliorer la gouvernance de la biodiversité et des écosystèmes pour la santé et le bien-être humains (Tengö et coll., 2014; Hansen et Antsanen, 2018). Ce volet du savoir autochtone est pertinent non seulement pour les collectivités autochtones, mais aussi pour les collectivités non autochtones, à l'échelle nationale et mondiale (Maldonado et coll., 2016; Hansen et Antsanen, 2018).

Par le passé, l'inclusion des systèmes de savoir autochtone dans les interventions d'adaptation a varié (Ford et coll., 2017) non seulement parce que les considérations associées aux changements climatiques revêtent souvent une importance secondaire dans la prise de décisions, mais aussi parce que tous les ordres de gouvernement ne savent pas encore vraiment ce que signifie d'inclure les systèmes de savoir autochtone dans leurs interventions et quelle est la meilleure manière de le faire (MacDonell, 2015; Ford et coll., 2017; Ford et coll., 2018). Il existe des exemples de l'intégration du savoir autochtone dans les activités de conception, de suivi et d'évaluation des interventions d'adaptation (Debels et coll., 2009; Champalle et coll., 2015; Ford et coll., 2018). Les principes clés de ces interventions sont l'adoption d'approches communautaires, participatives et collaboratives et l'intégration de la science et des systèmes de savoir autochtone, grâce à l'établissement de cadres de coproduction²² visant à régler les problèmes d'iniquité en matière de pouvoir. Plusieurs études de cas de coproduction du savoir laissent entendre que cette approche favorise la participation et l'acceptation communautaires, veille à ce que les besoins et les intérêts des Autochtones soient intégrés de façon significative, traduit le contexte local en matière de ressources disponibles et de capacité de mise en œuvre, et permet à l'enseignement d'optimiser la capacité adaptative (Armitage et coll., 2011; Reid et coll. 2014; Schuttenberg et Guth, 2015; Ford et coll., 2016a; Diver, 2017). Cependant, Latulippe et Klenk (2020) mettent en garde les chercheurs en coproduction du savoir et les invitent à « s'éloigner de la recherche visant à mieux « intégrer » le savoir autochtone à la science occidentale » et à faire place plutôt au leadership de la recherche autochtone et à la souveraineté du savoir autochtone.

Les peuples autochtones du Canada et du monde entier ont de plus en plus recentré la discussion sur les changements climatiques, la recherche et les politiques dans le cadre d'une approche fondée sur les droits et les distinctions. Depuis plus de deux décennies, les Inuits signalent comment les changements rapides du climat ont perturbé leurs pratiques et savoir associés à un mode de vie fondé sur la terre, la mer et la glace. Ils ont aussi parlé des impacts directs et indirects sur leur santé et leurs droits de la personne causés par les changements climatiques (Prior et Heinämäki, 2017; ITK, 2019b). Par exemple, en 2005, Sheila Watt-Cloutier, alors présidente du Conseil circumpolaire inuit, a présenté au nom des Inuits du Canada et des États-Unis à la Commission interaméricaine des droits de l'homme une « pétition inuite » qui demandait un redressement par suite des contraventions aux droits de la personne causées par les impacts des changements climatiques en raison des émissions de gaz à effet de serre produites par les États-Unis (Sabine Center for Climate Change Law, 2005). Bien que la pétition n'ait jamais été menée à terme, divers organismes des Nations Unies ont reconnu la menace que posent les changements climatiques pour la « jouissance de tous les droits de

22 La coproduction du savoir constitue une pratique de recherche qui tente de coproduire, avec des décideurs et des intervenants locaux, des connaissances utiles et utilisables (Latulippe et Klenk, 2020).



l'homme, y compris les droits à la santé, à l'eau, à l'alimentation, au logement, à l'autodétermination et à la vie elle-même » [traduction] (Haut-Commissariat des Nations Unies aux droits de l'homme, 2018, page 1). Le besoin de justice climatique²³ et la participation des populations touchées de façon disproportionnée à la recherche de solutions aux changements climatiques ont également été reconnus. Les changements climatiques sont « intrinsèquement discriminatoires » en ce sens que les peuples autochtones, comme d'autres populations, sont les plus vulnérables aux changements climatiques, mais y ont le moins contribué (Conseil des droits de l'homme des Nations Unies [CDHNU], 2016, page 19). À ce titre, les décisions concernant les interventions en matière d'adaptation aux changements climatiques « doivent être conformes aux obligations envers ces peuples, y compris, le cas échéant, l'obligation de faciliter leur participation au processus décisionnel et de ne pas aller de l'avant sans leur consentement préalable, donné librement et en connaissance de cause » [traduction] (CDHNU, 2016, page 20).

23 La Fondation Mary Robinson pour la justice climatique (2020) définit la justice climatique comme une approche pour lutter contre les changements climatiques axée sur la personne, qui protège les droits des personnes les plus vulnérables et partage les fardeaux et les avantages des changements climatiques et de leurs impacts de façon juste et équitable (par. 1).

Encadré 2.10 Utilisation du savoir autochtone dans l'adaptation aux changements climatiques

*« La terre est très importante pour nous. Nous y vivons.
Son souffle nous transcende. Nous y travaillons. Elle nous donne la vie.
Sans elle, nous n'avons pas d'identité. » [traduction]²⁴*

Le savoir et les visions du monde autochtones fournissent des enseignements importants sur la gouvernance de l'environnement et la manière de réduire la gravité des changements climatiques (Hansen et Antsanen, 2018). Le Programme pilote des gardiens autochtones « appuie les responsabilités des Autochtones en ce qui concerne la protection et la conservation des écosystèmes, la création et le maintien d'une économie durable ainsi que l'entretien de liens profonds entre le paysage canadien et les cultures autochtones » (ECCC, 2020, para. 2). Le Programme nomme des gardiens dans les collectivités autochtones pour surveiller, gérer et assurer l'intendance de leurs terres et de leurs eaux (Nature United, 2020). Financé par un investissement de 25 millions de dollars du gouvernement fédéral sur une période de cinq ans (de 2017 à 2021), le Programme est mis en œuvre conjointement avec les Premières Nations, les Inuits et les Métis pour que leurs perspectives, leurs droits, leurs responsabilités et leurs besoins distincts soient respectés et reconnus.

De portée mondiale, ces programmes sont des initiatives communautaires dirigées et gérées par des Autochtones, qui mettent l'accent sur le renforcement des capacités intergénérationnelles, le leadership et le partage des connaissances, et fournissent aux Premières Nations, aux Inuits et aux Métis plus d'occasions d'exercer leurs responsabilités en matière d'intendance de leurs terres, de leurs eaux et de leurs glaces traditionnelles (gouvernement du Canada, 2019). Chaque programme est différent, mais tous emploient du personnel pour effectuer une partie ou la totalité des activités suivantes : éduquer, sensibiliser, informer, convaincre, mettre en œuvre, collaborer, établir des liens, analyser, surveiller, patrouiller, observer, recueillir des données, faire des recherches, protéger, signaler, appliquer la loi et entreprendre des activités culturelles (Nature United, 2020). Au cours de la première année du programme, 28 collectivités (c.-à-d. 24 collectivités des Premières Nations, trois collectivités inuites et une collectivité métisse) ont reçu du financement, alors que 33 collectivités (c.-à-d. 22 collectivités des Premières Nations, six collectivités inuites et cinq collectivités métisses) en ont reçu au cours de la deuxième année (ECCC, 2020).

Un rapport récent a relevé un éventail de valeurs sociales, économiques, culturelles et environnementales et d'avantages que procurent les programmes de gardiens autochtones aux collectivités des Premières Nations le long de la côte de la Colombie-Britannique. Le rapport a révélé que, pour les Premières Nations participant à l'étude, le programme a contribué à la protection de leur territoire, à l'enrichissement du bien-être culturel, à l'amélioration de la santé en général et du bien-être communautaire, au progrès du pouvoir de gouvernance pour les Nations respectives, au renforcement de la capacité communautaire, à la création et la promotion de possibilités économiques, et à l'obtention d'investissements en immobilisation pour la collectivité (Epi EcoPlan International, Inc., 2016). Chaque dollar investi aurait rapporté au moins 10 fois la valeur de l'investissement pour les collectivités des Premières Nations participantes. La Indigenous Guardians Toolkit

24 Norway Rabliauskas, conseillère, Première Nation de Poplar, Manitoba, citée dans *Indigenous guardians – caring for the land* (vidéo sur YouTube) (s.d.) <<https://www.indigenousguardianstoolkit.ca/node/40/resources>>.



(boîte à outils des gardiens autochtones) (Nature United, 2020) constitue un outil permettant aux collectivités autochtones de mettre en commun leurs expériences, d'apprendre les unes des autres et d'obtenir du soutien pour leurs projets communautaires.

2.6 Droits des peuples autochtones et engagements nationaux et internationaux

« Nous avons le droit de continuer à vivre comme avant, de même que le droit de nous adapter pour un avenir meilleur. » [traduction] ²⁵

Les Premières Nations, les Inuits et les Métis ont une relation constitutionnelle particulière avec la Couronne en tant que titulaires de droits en vertu de l'article 35 de la *Loi constitutionnelle de 1982*, y compris le droit inhérent à l'autonomie gouvernementale sur leurs terres, leurs ressources naturelles et leurs modes de vie (ministre de la Justice et procureur général du Canada, 2018). Conformément à l'engagement du gouvernement du Canada à l'égard de la réconciliation et des *appels à l'action* de la Commission de vérité et réconciliation (2015), 10 principes généraux ont été établis en 2018 pour appuyer « une relation renouvelée de nation à nation et de gouvernement à gouvernement et grâce à des relations entre les Inuit et la Couronne fondées sur la reconnaissance des droits, le respect, la collaboration et le partenariat » (ministre de la Justice et procureur général du Canada, 2018, page 3). *Les Principes régissant la relation du Gouvernement du Canada avec les peuples autochtones* traitent d'engagements nationaux, comme des traités ou d'autres accords et négociations entre la Couronne et les peuples autochtones, et reconnaissent que des approches fondées sur les particularités s'imposent « pour s'assurer que les droits, les intérêts et la situation propres des Premières Nations, de la Nation Métisse et des Inuits sont reconnus, confirmés et mis en œuvre » (ministre de la Justice et procureur général du Canada, 2018, page 17).

Les principes tiennent également compte des engagements internationaux, y compris la *Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones* que le Canada a adoptée sans réserve en 2016. Cette Déclaration reconnaît la nécessité urgente « de respecter et de promouvoir les droits intrinsèques des peuples autochtones, qui découlent de leurs structures politiques, économiques et sociales et de leur culture, de leurs traditions spirituelles, de leur histoire et de leur philosophie, en particulier leurs droits à leurs terres, territoires et ressources » (Nations Unies, 2007, pages 3 et 4). La Déclaration précise également « que le respect des savoirs, des cultures et des pratiques traditionnelles autochtones contribue à une mise en valeur durable et équitable de l'environnement et à sa bonne gestion » et que les peuples autochtones ont « droit à la préservation et à la protection de leur environnement et de la capacité de production de leurs terres ou territoires et ressources »

25 Sam Hunter, Première Nation de Weenusk (Ontario), cité dans Human Rights Watch (2020).

(Nations Unies, 2007, pages 4 et 21). De même, les Objectifs de développement durable des Nations Unies énoncent un programme de 15 ans visant à éradiquer la pauvreté sous toutes ses formes et à relever le défi mondial du développement durable, y compris l'objectif 13 qui consiste à prendre des mesures urgentes pour lutter contre les changements climatiques et leurs impacts en renforçant la résilience et la capacité d'adaptation. Le respect et la promotion de ces droits aident le Canada à respecter ses engagements nationaux et internationaux sont au cœur des efforts visant à lutter contre les changements climatiques futurs.

2.6.1 Rôles et responsabilités en matière de santé des peuples autochtones et des changements climatiques

L'adoption de mesures d'adaptation rigoureuses exige la collaboration de tous les ordres de gouvernement et d'une gamme de secteurs (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé). Au niveau fédéral, le *Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques* (CPC) (ECCC, 2018) et le rapport *Un environnement sain et une économie saine : Le plan climatique renforcé du Canada pour créer des emplois et soutenir la population, les communautés et la planète* (ECCC, 2020b) énoncent l'engagement du Canada à réduire les émissions de gaz à effet de serre afin de respecter les cibles de 2030, renforcer la capacité de s'adapter aux impacts des changements climatiques, y compris les risques pour la santé humaine, et soutenir la technologie propre de concert avec les provinces et les territoires. Le CPC confirme l'engagement du Canada à l'égard d'une relation renouvelée avec les peuples autochtones, y compris des mesures d'atténuation et d'adaptation fondées sur la reconnaissance des droits, le respect, la collaboration et le partenariat, ainsi que sur l'importance du savoir autochtone pour comprendre les impacts des changements climatiques et les mesures d'adaptation (ECCC, 2018). Dans le cadre de ce processus, l'Assemblée des Premières Nations, l'Inuit Tapiriit Kanatami et le Ralliement national des Métis travaillent en collaboration avec le gouvernement dans le cadre de tables bilatérales tenant compte des distinctions, qui regroupent des hauts responsables, afin d'assurer une approche structurée et collaborative pour la participation continue à la mise en œuvre du CPC (ECCC, 2019). Les objectifs proposés de ces tables bilatérales distinctes sont les suivants (Trudeau, 2016) :

- élaborer conjointement des approches concrètes et significatives pour positionner les peuples autochtones comme les leaders en matière de changement climatique, qui auront des échéanciers et des objectifs clairs, qui feront rapport en appui au Cadre et d'autres activités en lien avec le changement climatique;
- veiller à ce que la participation des peuples autochtones soit inclusive, significative et soutenue par des ressources suffisantes, en insistant sur la collaboration au niveau de la planification et de la participation aux décisions;
- faire état et suivre la progression de la mise en œuvre des lois, règlements, politiques et programmes pertinents, par exemple ce qui portera sur l'implantation de solutions énergétiques propres pour les peuples autochtones;
- communiquer de l'information, identifier et surveiller conjointement les leviers, indicateurs et résultats, de manière à contribuer à la mise en œuvre du Cadre;

- offrir des points de vue, perspectives et propositions à l'échelle locale et régionale sur la mise en œuvre du Cadre aux structures intergouvernementales fédérales, provinciales et territoriales.

Ces tables examinent également les priorités et les mesures plus générales adoptées par les Premières Nations, les Inuits et les Métis en matière de croissance propre et de changements climatiques, notamment celles liées à la santé et au bien-être de chacun. En 2019, l'Inuit Tapiriit Kanatami (ITK) a élaboré la *Stratégie nationale inuite sur les changements climatiques* qui énonce des objectifs, des mesures et des résultats à long terme pour les cinq secteurs prioritaires suivants :

- les connaissances et le renforcement des capacités;
- la santé, le bien-être et l'environnement;
- les systèmes alimentaires;
- les infrastructures;
- l'énergie.

Une approche fondée sur les droits pour l'élaboration de toute politique et mesure climatique touchant l'Inuit Nunangat est au cœur de cette stratégie, étant entendu que les changements climatiques ne sont que l'une des nombreuses inégalités socioéconomiques et iniquités en santé qui menacent leurs populations et leurs collectivités (Huntington et coll., 2019).

En plus des travaux au niveau national de l'Assemblée des Premières Nations, de l'Inuit Tapiriit Kanatami et du Ralliement national des Métis, des organisations militantes autochtones populaires, comme Indigenous Climate Action, jouent un rôle important à l'égard des changements climatiques au Canada en défendant l'intégration des droits et du savoir autochtones dans les discussions et les solutions en la matière. Grâce à une série d'activités de mobilisation communautaires, l'organisation élabore des ressources et des programmes fondés sur les droits et les connaissances des Autochtones pour aider les collectivités autochtones à prendre des mesures de lutte contre les changements climatiques.

Plusieurs politiques, programmes et services fédéraux sont déjà en vigueur pour appuyer la santé des peuples autochtones, ainsi que l'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques. Au niveau fédéral, il incombe au ministère des Relations Couronne-Autochtones et des Affaires du Nord Canada (RCAANC)²⁶ de mettre en œuvre le programme *Se préparer aux changements climatiques dans le Nord*²⁷ et le Programme d'adaptation aux changements climatiques des Premières Nations²⁸ qui incluent la participation des collectivités autochtones, des gouvernements territoriaux et régionaux et d'autres intervenants pertinents afin de déceler les vulnérabilités et les priorités en matière d'adaptation aux changements climatiques (AINC, 2018a; AINC, 2018b). Le RCAANC finance également le Indigenous Climate Hub (carrefour climatique

26 En 2017, le ministère fédéral des Affaires autochtones et du Nord a été dissous et deux ministères distincts ont été créés pour s'occuper des questions autochtones : Relations Couronne-Autochtones et Affaires du Nord Canada

27 Pour les collectivités autochtones au nord du 60e degré de latitude nord.

28 Pour les collectivités des Premières Nations au sud du 60e degré de latitude nord.



autochtone)²⁹, qui comprend des récits, des ressources et des outils produits par des peuples autochtones de partout au Canada afin d'échanger de l'information sur la façon dont ils peuvent surveiller les changements climatiques et s'y adapter. Les programmes du RCAANC comprennent notamment le Programme de surveillance du climat dans les collectivités autochtones qui favorise l'utilisation du savoir autochtone et des connaissances scientifiques dans le cadre d'approches collaboratives relatives à des systèmes de gestion des données et de partage de l'information, ainsi que l'Approche responsable pour le développement énergétique des communautés du Nord qui vise à réduire la consommation de diesel pour l'alimentation en électricité et le chauffage dans les collectivités du Nord. Le Ministère gère également plusieurs initiatives qui portent sur les déterminants de la santé et peuvent renforcer la résilience des Premières Nations, des Inuits et des Métis aux effets des changements climatiques, notamment le programme Nutrition Nord Canada qui subventionne le coût d'aliments sains pour lutter contre l'insécurité alimentaire dans le Nord, le programme Subvention pour le soutien aux chasseurs-cueilleurs visant à aider à réduire les coûts associés aux activités traditionnelles de chasse et de récolte, et un groupe de travail sur la sécurité alimentaire qui axe ses travaux sur les systèmes alimentaires durables. Il a aussi élaboré le Cadre stratégique pour l'Arctique et le Nord en collaboration avec les collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis, les organisations autochtones nationales et les gouvernements provinciaux et territoriaux. Le Cadre vise à réorganiser et à redéfinir les priorités des activités fédérales dans l'Arctique, qui sont liées à l'infrastructure, aux économies durables et diversifiées, à la protection et à la conservation de l'environnement, au renforcement des peuples et des collectivités, aux sciences de l'Arctique et au savoir autochtone, et à la souveraineté et au leadership dans l'Arctique (gouvernement du Canada, 2018).

29 Voir <<https://indigenouclimatehub.ca/>>.

Encadré 2.11 Programme sur le changement climatique et l'adaptation du secteur de la santé de Services aux Autochtones Canada

Services aux Autochtones Canada travaille en collaboration avec des partenaires pour améliorer l'accès aux services qu'ont les collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis, y compris l'accès aux services de santé, aux réseaux d'aqueduc et d'égout, à l'infrastructure communautaire, au logement, à l'éducation, aux programmes sociaux et à la gestion des urgences. Chacun de ces domaines joue un rôle essentiel dans la capacité des collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis de s'adapter aux changements climatiques. En 2008, le Ministère a mis en œuvre le Programme sur le changement climatique et l'adaptation du secteur de la santé (PCCASS) qui fournit du financement aux collectivités inuites et des Premières Nations au nord du 60e degré de latitude nord afin qu'elles participent à des recherches participatives communautaires visant à recenser les problèmes de santé liés aux changements climatiques et à élaborer des plans d'adaptation et des produits de communication en matière de santé. En 2016, le Programme a été élargi pour inclure les collectivités des Premières Nations au sud du 60e parallèle. Les projets sont dirigés par la communauté et reposent sur une approche multidisciplinaire et collaborative qui intègre diverses méthodes scientifiques, y compris le savoir autochtone et la science occidentale (SAC, 2019d; Richards et coll., 2019).

Depuis sa mise en œuvre, le PCCASS a financé 227 projets consacrés aux changements climatiques et à la santé, y compris de nombreux longs métrages et expositions de photos commentées auxquels participent des Aînés, des jeunes et des membres des collectivités; des réseaux communautaires de surveillance de la glace et de communication; des plans d'adaptation; des évaluations des impacts des changements climatiques sur la sécurité alimentaire et de l'incidence sur la santé de la fumée attribuable aux feux de forêt; et des produits d'information liés à la sécurité de la terre, de l'eau et de la glace, à l'eau potable, à la salubrité et à la sécurité alimentaires, et à la médecine traditionnelle. Les profils de bon nombre de ces projets sont disponibles sur le site *Climate Telling* (Climate Telling, 2020) et sont résumés dans le rapport [Voix des communautés sur le changement climatique et l'adaptation du secteur de la santé dans le Nord du Canada](#) (SAC, 2019d).

D'autres intervenants ont un rôle à jouer dans le soutien de la santé des peuples autochtones en ce qui a trait à l'atténuation des changements climatiques et à l'adaptation à ceux-ci. Les gouvernements provinciaux, par exemple, collaborent avec le gouvernement fédéral pour adapter leurs propres cibles et prendre leurs propres mesures visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre dans divers secteurs économiques. Ils peuvent également prendre des mesures afin d'améliorer les résultats associés à la santé, élaborer des stratégies exhaustives de lutte contre les changements climatiques, mener des initiatives d'atténuation contre les catastrophes climatiques et de planification des infrastructures, et mettre au point de nouvelles technologies et des stratégies d'émissions nulles. Tous les secteurs de l'économie, y compris celui des ressources naturelles, ont la responsabilité de contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre grâce à l'adoption de pratiques plus écologiques. Dans les collectivités autochtones éloignées du Nord, l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre aura une incidence limitée sur le ralentissement des changements climatiques en raison de l'absence d'une base industrielle importante et de niveaux de consommation restreints; ainsi, il faut donc accorder la priorité à l'adaptation dans ces régions (Ford et coll., 2010b). Dans

le cadre de ce processus, les intervenants et les collectivités autochtones jouent un rôle important dans la surveillance des effets des changements climatiques, car ils sont souvent les premiers à les observer et à en faire l'expérience. Ils doivent également travailler en collaboration avec les décideurs pour évaluer la vulnérabilité et élaborer des interventions efficaces pour réduire les risques et s'adapter aux changements climatiques (Ford et coll., 2010b).

2.7 Lacunes sur le plan des connaissances

Il existe d'importantes lacunes sur le plan des connaissances relatives aux changements climatiques et à la santé des Premières Nations, des Inuits et des Métis du Canada. La recherche accorde une attention inégale aux populations et aux régions, car la majorité des travaux sont axés sur les populations inuites et l'Arctique canadien qui constitue un « point chaud mondial » sur le plan des changements climatiques (ITK, 2019b; Ford et coll., 2014). Il existe relativement peu de recherches sur les collectivités des Premières Nations à l'extérieur du Nord, en particulier celles dans les Prairies et les provinces de l'Atlantique. Les Métis du Canada sont considérablement sous-représentés dans la recherche sur les changements climatiques. Il existe également peu de recherches sur les changements climatiques dans le contexte des populations urbaines des Premières Nations, des Inuits et des Métis, ce qui est problématique étant donné que plus de 50 % des Autochtones du Canada vivent dans des centres urbains. De même, peu d'études examinent les liens entre les changements climatiques et le genre, en particulier les expériences des personnes de diverses identités de genre. Les points de vue des Aînés autochtones et des utilisateurs des ressources naturelles sont surreprésentés dans la littérature, alors que moins d'études portent sur les enfants et les jeunes. Ces lacunes sont attribuables, en partie, au caractère inadéquat des données et des recherches sur la santé au Canada, notamment le manque de données désagrégées et longitudinales concernant les Premières Nations, les Inuit et les Métis, l'absence d'identificateurs autochtones pertinents, uniformes et inclusifs dans les sources de données sur la santé de la population et le manque d'indicateurs de santé et de mieux-être fondés sur des données rigoureuses et axés sur la collectivité (Smylie, 2010; Smylie et Firestone, 2015). Comme l'indique l'encadré 2.1, la recherche en santé autochtone continue également d'être dominée par des chercheurs non autochtones et des paradigmes de connaissances scientifiques (Saini, 2012; Brown, 2018; Hyett et coll., 2018; Anderson, 2019).

Quant aux risques pour la santé des Autochtones que posent les changements climatiques, il faut plus de recherche pour comprendre l'incidence holistique et à long terme des changements de température et de régimes de précipitations sur la salubrité et la sécurité alimentaire et hydrique, la qualité de l'air, l'infrastructure sanitaire, la sécurité personnelle, la santé mentale, les modes de subsistance et l'identité au sein et entre les Premières Nations, les Inuits, les Métis et leurs collectivités. Ces risques climatiques pour la santé doivent également être examinés dans le contexte des inégalités et des iniquités en santé qui existent pour les Premières Nations, les Inuits et les Métis, ainsi que des déterminants de la santé connexes. Par exemple, d'autres recherches sont nécessaires pour comprendre l'incidence qu'aura l'augmentation des polluants atmosphériques et des aéroallergènes sur les Premières Nations, les Inuits et les Métis déjà aux prises avec un fardeau disproportionné de maladies chroniques et infectieuses et de mauvaises conditions

de logement (p. ex., les maisons à réparer, le surpeuplement et la mauvaise ventilation). De même, on en sait peu sur la façon dont les maladies infectieuses, comme la COVID-19, influenceront sur les systèmes alimentaires autochtones qui sont déjà compromis par les événements climatiques extrêmes (p. ex., les sécheresses, les températures records et les feux de forêt) et minés par le colonialisme historique et continu (p. ex., la dépossession des terres et l'exclusion sociale) (Zavaleta-Cortijo et coll., 2020). Bien que les peuples autochtones soient souvent décrits dans la recherche sur les changements climatiques (Vinyeta et coll., 2015) comme étant à la fois vulnérables et résilients, il y a peu d'études qui examinent la résilience et les facteurs de protection à l'égard des changements climatiques.

La recherche sur les impacts directs des changements climatiques sur la récolte traditionnelle domine aussi la documentation, même si peu de documents s'attardent aux effets indirects des nouvelles occasions possibles de développement économique créées par les changements climatiques et comment ils atténuent les impacts négatifs des changements climatiques sur l'économie, la santé et la culture des peuples autochtones (Ford et Pearce, 2012). Les études sur les déterminants de la capacité d'adaptation sont également peu nombreuses, y compris l'accès aux ressources financières, les réseaux sociaux, la souplesse des régimes de gestion des ressources, le rôle et le potentiel de l'apprentissage social dans le domaine de l'adaptation, et le rôle des politiques et des programmes gouvernementaux dans la capacité d'adaptation (Ford et Pearce, 2012). De même, il y a un manque de recherches sur l'efficacité des initiatives d'adaptation communautaires et sur la façon dont les connaissances autochtones ont été utilisées dans les initiatives d'adaptation.

2.8 Conclusion

« Le changement climatique est mauvais... nous le ressentons dans le Nord beaucoup plus que les gens du Sud... J'ai constaté qu'au cours de mes 16 ans d'existence la neige n'est plus aussi haute qu'elle peut l'être parce qu'autour de ma maison nous avons toujours eu cet énorme banc de neige, plus haut et presque aussi large que la maison. Mais de nos jours, le banc de neige m'arrive à peine aux hanches. C'est ce que j'ai remarqué quand j'étais enfant, que mon banc de neige favori n'est plus là. Si j'ai pu le remarquer à un si jeune âge, je ne peux pas imaginer comment les Aînés se sentent, car ils connaissent beaucoup plus la terre sur laquelle je vis. Je suis inquiet parce que j'ai constaté ce changement. Remarquez que c'est la première étape, la prochaine consiste à résoudre le problème. » [traduction]³⁰

30 Jordan Takkiruq, cité dans ITK (2018).



Les changements climatiques représentent l'une des plus grandes menaces pour la santé mondiale du XXI^e siècle (OMS, 2018). Dans le cas des Premières Nations, des Inuits et des Métis du Canada, cette menace est exacerbée par leurs liens étroits avec la terre, les cours et plans d'eau, la faune, la flore et les ressources naturelles et par leur dépendance à cet égard pour leur subsistance, leur mode de vie, leur culture, leur identité, leur santé et leur bien-être (Ford, 2012; OIT, 2017; Jones, 2019). Bien que les Premières Nations, les Inuits et les Métis du Canada et les peuples autochtones du monde entier contribuent très peu aux émissions de gaz à effet de serre, ils sont touchés de façon disproportionnée par les changements climatiques en raison des inégalités, des iniquités et des déterminants de la santé omniprésents, y compris l'oppression coloniale historique et continue (Ford, 2012; OIT, 2017). Les impacts directs et indirects des changements climatiques se font déjà sentir dans les collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis de l'Atlantique au Pacifique à l'Arctique, particulièrement dans les régions géographiques qui subissent des changements rapides (Ford, 2012; SAC, 2019a). Ces impacts sont interreliés et de grande portée, qu'il s'agisse de l'intensification de l'insécurité alimentaire et hydrique et des dommages causés aux infrastructures, ou des menaces à la sécurité personnelle et aux droits fondamentaux de la personne, qui sont tous vécus différemment au sein et entre les Premières Nations, les Inuits, les Métis et leurs collectivités. Pour faire face à la menace croissante des changements climatiques, les peuples autochtones s'appuient sur leurs systèmes et pratiques de connaissances uniques et diversifiés, transmis d'une génération à l'autre, qui leur ont permis de réagir aux changements climatiques, de s'y adapter et d'y survivre pendant des millénaires. Les systèmes du savoir autochtone sont égaux aux connaissances scientifiques et sont de plus en plus reconnus comme étant importants pour l'atténuation des changements climatiques, l'adaptation, la recherche et les politiques au Canada et à l'échelle internationale.

D'importantes lacunes au chapitre des connaissances nuisent à une adaptation efficace et reflètent le manque de recherche participative communautaire fondée sur les distinctions et dirigée par les Autochtones à l'égard des changements climatiques et de la santé au Canada. Les efforts continus et des recherches soutenues pour combler ces lacunes feront en sorte que les points de vue, les expériences, les connaissances et les voix des Premières Nations, des Inuits et des Métis seront dorénavant au cœur des discussions, des négociations et des mesures relatives aux changements climatiques à tous les niveaux.

2.9 Références

- Adger, W. N., Barnett, J., Brown, K., Marshall, N., et O'Brien, K. (2013). Cultural dimensions of climate change impacts and adaptation. *Nature Climate Change*, 3, 112-7.
- Administrateur en chef de la santé publique. (2013). *Rapport sur l'état de la santé publique au Canada 2013 : Les maladies infectieuses – une menace perpétuelle*. Ottawa (Ontario) : Agence de la santé publique du Canada
- Affaires autochtones et du Nord Canada [AANC] (2018a). *Programme : Se préparer aux changements climatiques dans le Nord*. Ottawa (Ont.). Consulté sur le site : <<https://www.aadnc-aandc.gc.ca/fra/1481305554936/1481305574833>>
- Affaires autochtones et du Nord Canada [AANC] (2018b). *Programme d'adaptation aux changements climatiques des Premières Nations*. Ottawa (Ontario). Consulté sur le site : <<https://www.aadnc-aandc.gc.ca/fra/1481305681144/1481305709311>>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC) (2018a). *Les principales inégalités en santé au Canada : Un portrait national*. Ottawa (Ont.).
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC) (2018b). *Table ronde multidisciplinaire sur la maladie de Lyme*. Réunion WebEx. Le mercredi 24 octobre 2018, trousse d'information pour les participants. Ottawa (Ont.) <https://www.lymehope.ca/uploads/8/4/2/8/84284900/follow-up_information_package_multidisciplinary_rountable_fr.pdf>
- Aguiar, W., et Halseth, R. (2015). *Les Peuples autochtones et le traumatisme historique : le processus de transmission intergénérationnelle*. Prince George, CB : Centre de collaboration nationale de la santé autochtone
- Alexander, C., Bynum, N., Johnson, L., King, U., Mustonen, T., Neofotis, P., Oettlé, N., Rosenzweig, C., Sakakibara, C., Shadrin, V., Vicarelli, M., Waterhouse, J., et Weeks, B. (2011). Linking Indigenous and scientific knowledge of climate change. *BioScience*, 61(6), 477-85.
- Allaire, M., Mackay, T., Zheng, S. and Lall, U. (2019). Detecting community response to water quality violations using bottled water sales. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 116(42), 20917-20922.
- Anderson, K. (2010). *Aboriginal women, water and health: Reflections from eleven First Nations, Inuit, and Métis grandmothers*. Halifax, NS et Winnipeg, MB: Atlantic Centre of Excellence for Women's Health et Prairie Women's Health Centre of Excellence. Consulté sur le site <<http://www.pwhce.ca/pdf/womenAndWater.pdf>>
- Anderson, M. (2019). Indigenous health research and reconciliation. *Canadian Medical Association Journal*, 191, E930-1.
- Andrachuk, M., et Smit, B. (2012). Community-based vulnerability assessment of Tuktoyaktuk, NWT, Canada to environmental and socio-economic changes. *Regional Environmental Change*, 12(40), 867-85. doi: 10.1007/s10113-012-0299-0
- Archer, L. (2016). *A decadal reanalysis of climate vulnerability in the Canadian Arctic: The case of Arctic bay*. Unpublished MA thesis. Montreal, QC: McGill University.
- Arias-Bustamante, J. (2013). *Indigenous knowledge, climate change and forest management: The Nisga'a Nation approach*. Unpublished MSc thesis. Vancouver, BC: University of British Columbia.
- Armitage, D., Berkes, F., Dale, A., Kocho-Schellenberg, E., et Patton, E. (2011). Co-management and the co-production of knowledge: Learning to adapt in Canada's Arctic. *Global Environmental Change*, 21(3), 995-1004.
- Asfaw, H. W. (2018). *Wildfire evacuation and emergency management in remote First Nations; The case of Sandy Lake First Nation, northern Ontario*. Unpublished PhD dissertation. Edmonton, AB: University of British Columbia.
- Assembly of First Nations (AFN). (2013). *Strategy to protect and advance Indigenous water rights*. Ottawa, ON Consulté sur le site <<https://www.afn.ca/uploads/files/water/firstnationswaterstrategy.pdf>>
- Assemblée des Premières Nations (APN) (2017). *Le programme de transformation de la santé des Premières nations*. Ottawa (Ontario). Consulté sur le site : <<https://www.afn.ca/uploads/files/fnhta-french.pdf>>
- Assemblée des Premières Nations (APN) (le 23 juillet 2019). *Déclarer une urgence climatique pour les Premières Nations. Résolution n° 05/2019*. Ottawa (Ontario). Consulté le 25 août 2020 à <<https://apnql.com/fr/wp-content/uploads/2019/07/19-07-21-2019-AGA-On-Time-Resolutions-for-web-fr.pdf>>
- Assemblée des Premières Nations (APN) (le 10 juillet 2020). *Rapport sur le rassemblement national sur le climat : Mener à bien le changement, diriger des solutions*. Consulté sur le site <https://www.afn.ca/wp-content/uploads/2021/04/Climate_Gathering_Report_FRE.pdf>
- Association canadienne des professeures et professeurs d'université (ACPPU). (2018). *Underrepresented and underpaid: Diversity and equity among Canada's post-secondary education teachers*. Ottawa, ON.
- Auger, M.D. (2019). 'We need to not be footnotes anymore': Understanding Métis people's experiences with mental health and wellness in British Columbia. *Public Health*, 176, 92-97.



- Avery, H. (2019). Old Crow, Yukon, declares climate change state of emergency. *CBC News*, May 21. Consulté sur le site <<https://www.cbc.ca/news/canada/north/old-crow-climate-change-emergency-1.5144010>>
- Awuor, L., Meldrum, R., et Liberda, E.N. (2019). Prospects of leveraging an existing mosquito-borne disease surveillance system to monitor other emerging mosquito-borne diseases: A systematic review of West Nile Virus surveillance in Canada (2000-2016). *Environmental Health Review*, 62(3), 82-91.
- Bachand, N., Aenishaenslin, C., Ravel, A., Reeder, B., et Jenkins, E. (2019). Food safety behavior, awareness and perception of parasites in Inuit exposed to wildlife. In preparation for the Science of the Total Environment. Dans N. Bachand (éd.), *Toxoplasma Gondii in wildlife traditionally harvested by Inuit of Nunavik, Canada* (pp. 138-78). Unpublished PhD dissertation, University of Saskatchewan, Saskatoon, Regina, Canada.
- Bakaic, M., et Medeiros, A.S. (2016). Vulnerability of northern water supply lakes to changing climate and demand. *Arctic Science*, 3(1), 1-16.
- Baldwin, C., Bradford, L., Carr, M. K., Doig, L. E., Jardine, T. D., et Jones, P.D. (2018). Ecological patterns of fish distribution in the Slave River Delta region, Northwest Territories, Canada, as relayed by traditional knowledge and Western science. *International Journal of Water Resources Development*, 34(2), 305-24.
- Battiste, M. (2010). Nourishing the learning spirit: Learning is our purpose in life. *Education Canada*, 50(1), 14-18.
- Bedard, A., et Richards, G. (2018). Addressing mental health impacts in Indigenous communities due to evacuations caused by extreme weather events. *Emergency management in Indigenous communities: Addressing mental health and cultural safety in evacuation processes*. Ottawa, ON: Indigenous Services Canada, Climate Change and Adaptation Program webinar series. Consulté sur le site >http://www.climatetelling.info/uploads/2/5/6/1/25611440/fsp_webinar_presentation_16_nov_18.pdf<
- Belfer, E., Ford, J. D., et Maillet, M. (2017). Representation of Indigenous peoples in climate change reporting. *Climatic Change*, 145(1-2), 57-70.
- Belfer, E., Ford, J. D., Maillet, M., Araos, M., et Flynn, M. (2019). Pursuing an Indigenous platform: Exploring opportunities and constraints for Indigenous participation in the UNFCCC. *Global Environmental Politics*, 19, 1.
- Berkes, F. (2012). *Sacred ecology, 3rd Edition*. New York, NY: Routledge Press.
- Berner, J., Brubaker, M., Revitch, B., Kreummel, E., Tcheripanoff, M., et Bell, J. (2016). Adaptation in Arctic circumpolar communities: Food and water security in a changing climate. *International Journal of Circumpolar Health*, 75, 33820. DOI: 10.3402/ijch.v75.33820.
- Berry, P., Clarke, K.-L., Fleury, M. D., et Parker, S. (2014). Santé humaine. Dans F. J. Warren et D. S. Lemmen (éd.), *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation* (pages 191 à 232). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.643395/publication.html>>
- Bharadwaj, L., et Bradford, L. (2018). Indigenous water poverty: Impacts beyond physical health. Dans H. Exner-Pirot, B. Norbye, et L. Butler (éd.), *Northern and Indigenous health and healthcare*. Saskatoon, SK: University of Saskatchewan. Consulté sur le site <<https://openpress.usask.ca/northernhealthcare/chapter/chapter-4-indigenous-water-poverty-impacts-beyond-physical-health/>>
- Bhawra, J., Cooke, M.J., Guo, Y. et Wilk, P. (2017). Rapport entre l'obésité et la sécurité alimentaire des ménages, les caractéristiques des ménages et le milieu scolaire chez les enfants métis et des Premières Nations vivant hors réserve au Canada : Résultats de l'Enquête auprès des peuples autochtones de 2012. *Promotion de la santé et prévention des maladies chroniques au Canada*, vol. 37(3), pages 77 à 86.
- Bird, Y., Moraros, J., Mahmood, R., Esmaealzadeh, S., et Soe, N. M. K. (2017). Prevalence and associated risk factors of COPD among Aboriginal Peoples in Canada: A cross-sectional study. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 12, 1915-22.
- B.J. Stocks Wildfire Investigations Ltd. (2013). *Evaluating past, current and future forest fire load trends in Canada*. Sault Ste. Marie, ON. Consulté sur le site <<https://www.ccfm.org/pdf/2%20Fire%20Load%20Trends.pdf>>
- Boksa, P., Joober, R., et Kirmayer, L. J. (2015). Mental wellness in Canada's Aboriginal communities: Striving toward reconciliation. *Journal of Psychiatry & Neuroscience*, 40(6), 363-5.
- Bouchard, C., Dibernardo, A., Koffi, J., Wood, H., Leighton, P. A., et Lindsay, L. R. (2019). Increased risk of tick-borne diseases with climate change. *Canada Communicable Disease Report*, 45(4), 81-9.
- Bourque, F., et Cunsolo Willox, A. (2014). Climate change: The next challenge for public mental health? *International Review of Psychiatry*, 26(4), 415-22.
- Bowser, N.H., et Anderson, N.E. (2018). Dogs (*Canis familiaris*) as sentinels for human infectious disease and application to Canadian populations: A systematic review. *Veterinary Sciences*, 5, 83. doi: 10.3390/vetsci5040083
- Boyd, D. (2011). No taps, no toilets: First Nations and the constitutional right to water in Canada. *McGill Law Journal*, 57(1), 81-134.
- Bradford, L. E. A., Bharadwaj, L. A., Okpalauwaekwe, U, et Waldner, C. L. (2016). Drinking water quality in Indigenous communities in Canada and health outcomes: A scoping review. *International Journal of Circumpolar Health*, 75(1), 32336. DOI: 10.3402/ijch.v75.32336.

- Brown, C. (2018). Self-determination and data control vital to Indigenous health research. *Canadian Medical Association Journal*, 190(29), E893.
- Bunce, A. (2015). *Gender and the human dimensions of climate change: Global discourse and local perspectives from the Canadian Arctic*. Unpublished Master of Arts thesis, McGill University, Montreal, Quebec, Canada.
- Bunce, A., Ford, J. D., Harper, S., Edge, V., et IHACC Research Team. (2016). Vulnerability and adaptive capacity of Inuit women to climate change: A case study from Iqaluit, Nunavut. *Natural Hazards*, 83(3), 1419-41.
- Bureau du vérificateur général du Canada. (2021). *Rapport 3 – Accès à une eau potable salubre dans les collectivités des Premières Nations – Services aux Autochtones Canada*. Parlement du Canada. Consulté sur le site : <https://www.oag-bvg.gc.ca/internet/Francais/parl_oag_202102_03_f_43749.html>
- Bush, E., et Lemmen D. (éd.). (2019). *Rapport sur le climat changeant du Canada*. Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/>>
- Cameron, E. S. (2012). Securing Indigenous politics: A critique of the vulnerability and adaptation approach to the human dimensions of climate change in the Canadian Arctic. *Global Environmental Change*, 22(1), 103-14.
- Centre de collaboration nationale de la santé autochtone [CCNSA] (2012). *L'état des connaissances sur la santé des Autochtones : Examen de la santé publique autochtone au Canada*. Prince George (C.-B.) : CCNSA.
- Centre de collaboration nationale de la santé autochtone [CCNSA] (2017). *Le logement : un déterminant social de la santé des Premières Nations, des Inuits et des Métis*. Prince George (C.-B.). CCNSA.
- Centre de collaboration nationale de la santé autochtone (CCNSA) (2019). *L'accès aux services de santé comme un déterminant social de la santé des Premières Nations, des Inuits et des Métis*. Prince George (C.-B.).
- Centre for Disease Control de la Colombie-Britannique (s.d.) *Toxoplasmosis*. Vancouver (C.-B.). Consulté sur le site : <<http://www.bccdc.ca/health-info/diseases-conditions/toxoplasmosis>>
- Centre de santé Shkagamik-Kwe (2015). *Calendrier 2015*. Sudbury (Ont.) : Auteur. <https://www.skhc.ca/books/AnnualCalendars/2015/SKHC_Calendar_2015_LOW.pdf>
- Coalition canadienne pour un système de santé écologique (2020). *Climate-related hazards can have significant implications for demand on health care services*. Halifax (N.-É.). Consulté sur le site : <<https://greenhealthcare.ca/climate-change/>>
- Carrière, G.M., Bougie, E. et Kohen, D. (2018). *Hospitalisations en soins de courte durée pour troubles mentaux et troubles du comportement chez les Premières Nations*. Ottawa (Ontario) : Statistique Canada, Catalogue n° 82-003-X.
- Carrière, G.M., Garner, R., et Sanmartin, C. (2017). Housing conditions and respiratory hospitalizations among First Nations people in Canada. *Health Reports*, 28(4), 9-15.
- Centre de gouvernance de l'information des Premières Nations. (2014). *Ownership, Control, Access and Possession (OCAP™): The Path to First Nations Information Governance*. Akwesasne, ON.
- Centre for Indigenous Environmental Resources (CIER). (2008). *Climate change and First Nations south of 60: Impacts, adaptation, and priorities*. Winnipeg, MB: Submitted to Indian and Northern Affairs Canada. Retrieved July 17, 2020 from <<http://caid.ca/CliChalmp2008.pdf>>
- Champalle, C., Ford, J.D., et Sherman, M. (2015). Prioritizing climate change adaptations in Canadian Arctic communities. *Sustainability*, 7(7), 9268-92.
- Chandler, M.J., et Lalonde, C.E. (1998). Cultural continuity as a hedge against suicide in Canada's First Nations. *Transcultural Psychiatry*, 35(2), 191-219.
- Chen, S. (2016). *Climate change and infectious disease risk in the Canadian North*. Vancouver, BC: National Collaborating Centre for Environmental Health.
- Christianson, A., McGee, T.K., et L'Hirondelle, L. (2012). Community support or wildfire mitigation at Peavine Métis settlement, Alberta, Canada. *Environmental Hazards*, 11(3), 177-93. DOI: 10.1080/17477891.2011.649710
- Christianson, A., McGee, T.K., et L'Hirondelle, L. (2014). The influence of culture on wildfire mitigation at Peavine Métis Settlement, Alberta, Canada. *Society & Natural Resources: An International Journal*, 27(9), 931-47.
- Cidro, J., Adekunle, B., Peters, E., et Martens, T. (2015). Beyond food security: Understanding access to cultural food for urban Indigenous people in Winnipeg as Indigenous food sovereignty. *Canadian Journal of Urban Research*, 24(1), 24-43.
- Clark, D.G., Ford, J.D., Berrang-Ford, L., Pearce, T., Kowal, S., et Gough, W.A. (2016a). The role of environmental factors in search and rescue incidents in Nunavut, Canada. *Public Health*, 137, 44-9.
- Clark, D.G., Ford, J.D., Pearce, T., et Berrang-Ford, L. (2016b). Vulnerability to unintentional injuries associated with land-use activities and search and rescue in Nunavut, Canada. *Social Science & Medicine*, 169, 18-26.
- Climate telling FR. (2020). *Climate Telling*. Consulté sur le site : <<https://fr.climatecalling.info/agrave-propos-du-site.html>>



- Collier, B. (2015). *Emergency management on First Nations reserves*. Ottawa, ON: Library of Parliament. Consulté sur le site <https://lop.parl.ca/sites/PublicWebsite/default/en_CA/ResearchPublications/201558E>
- Comité permanent des affaires autochtones et du Nord. (2017). Point de rupture : la crise de suicides dans les communautés autochtones. Ottawa (Ontario) : Chambre des communes.
- Comité permanent des affaires autochtones et du Nord. (2018). *Naître des cendres : réinventer la sécurité-incendie et la gestion des urgences dans les collectivités autochtones*. Ottawa (Ontario) : Chambre des communes.
- Commission de vérité et réconciliation du Canada (CVR) (2015). *Honorer la vérité, réconcilier pour l'avenir : Sommaire du rapport final de la Commission de vérité et réconciliation du Canada*. Ottawa (Ont.) : Gouvernement du Canada
- Commission royale sur les peuples autochtones [CRPA] (1996). *Ethical guidelines for research*. Ottawa (Ont.)
- Commission sur les déterminants sociaux de la santé (CDSS) (2008). *Comblant le fossé en une génération : Instaurer l'équité en santé en agissant sur les déterminants sociaux. Rapport final de la Commission sur les déterminants sociaux de la santé*. Genève : Organisation mondiale de la Santé.
- Conseil des académies canadiennes (2019). *Les principaux risques des changements climatiques pour le Canada : Rapport du Comité d'experts sur les risques posés par les changements climatiques et les possibilités d'adaptation*. Ottawa (Ontario).
- Conseil des droits de l'homme des Nations Unies (2016). *Rapport du Rapporteur spécial sur la question des obligations en matière de droits de l'homme se rapportant aux moyens de bénéficier d'un environnement sûr, propre, sain et durable*. New York : Assemblée générale des Nations Unies, Trente et unième session A/HRC/31/52.
- Coté, C. (2016). "Indigenizing" food sovereignty. Revitalizing Indigenous food practices and ecological knowledges in Canada and the United States. *Humanities*, 5, 57. DOI: 10.3390/h5030057.
- Cruddas, E. (2017). *Tapping into mental health: Exploring Indigenous water and mental health issues through Canadian media*. Unpublished Sociology Honours Thesis, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada.
- Cuerrier, A., Brunet, N.D., Gérin-Lajoie, J., Downing, A., et Lévesque, E. (2015). The study of Inuit knowledge of climate change in Nunavik, Quebec: A mixed methods approach. *Human Ecology*, 43(3), 379-94.
- Cunsolo, A., Borish, D., Harper, S.L., Snook, J., Shiwak, I., Wood, M., et The Herd Caribou Project Steering Committee. (2020). "You can never replace the caribou": Inuit experiences of ecological grief from caribou declines. *American Imago*, 77(1), 31-59.
- Cunsolo, A., et Ellis, N.R. (2018). Ecological grief as a mental health response to climate change-related loss. *Nature Climate Change*, 8, 275-81.
- Cunsolo, A., et Rigolet Inuit Community Government. (2014). *Attutauniujuk Nunami/Lament for the Land*. Sydney, NS: Cape Breton University, <<https://ashleecunsolo.ca/film/>>
- Cunsolo Willox, A. (2012a). *Lament for the land: On the impacts of climate change on mental and emotional health and well-being in Rigolet, Nunatsiavut, Canada*. Unpublished PhD dissertation, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
- Cunsolo Willox, A. (2012b). Climate change as the work of mourning. *Ethics and the Environment*, 17(2), 137-64.
- Cunsolo Willox, A., Harper, S.L., Edge, V.L., Landman, K., Houle, K., Ford, J.D., et the Rigolet Inuit Community Government. (2013a). The land enriches the soul: On climatic and environmental change, affect, and emotional health and well-being in Rigolet, Nunatsiavut, Canada. *Emotion, Space and Society*, 6, 14-24.
- Cunsolo Willox, A., Harper, S.L., Ford, J.D., Edge, V.L., Landman, K., Houle, K., Blake, S., et Wolfrey, C. (2013b). Climate change and mental health: An exploratory case study from Rigolet, Nunatsiavut, Canada. *Climatic Change*, 121(1-2), 255-70.
- Cunsolo Willox, A., Harper, S. L., Ford, J. D., Landman, K., Houle, K., Edge, V.L., et Rigolet Inuit Community Government. (2012). "From this place and of this place:" Climate change, sense of place, and health in Nunatsiavut, Canada. *Social Science & Medicine*, 75(3), 538-47.
- Cunsolo Willox, A., Stephenson, E., Allen, J., Bourque, F., Drossos, A., Elgarøy, S., Kral, M.J., Mauro, I., Moses, J., Pearce, T., MacDonald, J.P., et Wexler, L. (2015). Examining relationships between climate change and mental health in the Circumpolar North. *Regional Environmental Change*, 15(1), 169-82.
- Cyre, M., et Slater, J. (2019). Honouring the grandmothers through (re)remembering, (re)learning, and (re)vitalizing Métis traditional foods and protocols. *Canadian Food Studies*, 6(2), 51-72.
- Daley, K., Castleden, H., Jamieson, R., Furgal, C., et Ell, L. (2015). Water systems, sanitation, and public health risks in remote communities: Inuit residents' perspectives from the Canadian Arctic. *Social Science & Medicine*, 135, 124-32.
- Debels, P., Szlafsztein, C., Aldunce, P., Neri, C., Carvajal, Y., Quintero-Angel, M., Celis, A., Bezanilla, A., et Martínez, D. (2009). IUPA: A tool for the evaluation of the general usefulness of practices for adaptation to climate change and variability. *Natural Hazards*, 50(2), 211-33.
- Debortoli, N.S., Clark, D.G., Ford, J.D., Sayles, J.S., et Diaconescu, E.P. (2019). An integrative climate change vulnerability index for Arctic aviation and marine transportation. *Nature Communications*, 10, 2596.

- Deemer, G.J., Bhatt, U.S., Eicken, H., Posey, P.G., Hutchings, J.K., Nelson, J., Heim, R., Allard, R.A., Wiggins, H., et Creek, K. (2018). Broadening the sea-ice forecaster toolbox with community observations: A case study from the northern Bering Sea. *Arctic Science*, 4(1), 42-70.
- Dicken, E. (le 16 novembre 2018). Gestion des urgences en Colombie-Britannique. *Emergency management in Indigenous communities: Addressing mental health and cultural safety in evacuation processes*. Ottawa (Ont.) : Services aux Autochtones Canada, série de webinaires du Programme d'adaptation aux changements climatiques. Consulté le 6 décembre 2018 à <http://www.climatetelling.info/uploads/2/5/6/1/25611440/fncu_presentation_fnihb_final.pdf>
- Diver, S. (2017). Negotiating Indigenous knowledge at the science-policy interface: Insights from the Xáxl'i'p Community Forest. *Environmental Science & Policy*, 73, 1-11.
- Dodd, W., Howard, C., Rose, C., Scott, C., Scott, P., Cunsolo, A., et Orbinski, J. (2018a). The summer of smoke: Ecosocial and health impacts of a record wildfire season in the Northwest Territories, Canada. *The Lancet Global Health*, 6(Suppl. 2), S30.
- Dodd, W., Scott, P., Howard, C., Scott, C., Rose, C., Cunsolo, A., et Orbinski, J. (2018b). Lived experience of a record wildfire season in the Northwest Territories, Canada. *Canadian Journal of Public Health*, 109(3), 327-37.
- Donatuto, J., Grossman, E.E., Konovsky, J., Grossman, S., et Campbell, L.W. (2014). Indigenous community health and climate change: Integrating biophysical and social science indicators. *Coastal Management*, 42(4), 355-73. DOI: 10.1080/08920753.2014.923140
- Douglas, A. (2017). *Effects of climate change and cultural practices on the risk of toxoplasmosis in Canada's North: Recommendations for public health*. Burnaby, BC: Simon Fraser University Faculty of Health Sciences, Master of Public Health Capstone project.
- Downing, A., et Cuerrier, A. (2011). A synthesis of the impacts of climate change on the First Nations and Inuit of Canada. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 10(1), 57-70.
- Dowsley, M., Gearheard, S., Johnson, N., et Inksetter, J. (2010). Should we turn the tent? Inuit women and climate change. *Études/Inuit/Studies*, 34(1), 151-65.
- Dudley, J.P., Hoberg, E.P., Jenkins, E.J., et Parkinson, A.J. (2015). Climate change in the North American Arctic: A One Health perspective. *EcoHealth*, 12(4), 713-25. DOI: 10.1007/s10393-014-1035-1.
- Durkalec, A., Furgal, C., Skinner, M.W., et Sheldon, T. (2015). Climate change influences on environment as a determinant of Indigenous health: Relationships to place, sea ice, and health in an Inuit community. *Social Science & Medicine*, 136-7, 17-26.
- Earle, L. (2011). *Traditional Aboriginal diets and health*. Prince George, BC: National Collaborating Centre for Aboriginal Health.
- Ekos Research Associates. (2011). *Perceptions of drinking water quality in First Nations communities and general population*.
- El-Nawawi, F.A., Tawfik, M.A., et Shaapan, R.M. (2008). Methods for inactivation of *Toxoplasma gondii* cysts in meat and tissues of experimentally infected sheep. *Foodborne Pathogens and Disease*, 5(5), 687-90.
- Elmore, S.A., Jenkins, E.J., Huyvaert, K.P., Polley, L., Root, J.J., et Moore, C.G. (2012). *Toxoplasma gondii* in circumpolar people and wildlife. *Vector Borne Zoonotic Diseases*, 12(1), 1-9. DOI: 10.1089/vbz.2011.0705
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) (2018). *Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques : Deuxième rapport annuel de synthèse sur la situation de la mise en œuvre*. Gatineau (Québec) : Environnement et Changement climatique Canada.
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) (2019). 7.0 Engagement fédéral et partenariats avec les peuples autochtones. Dans *le deuxième rapport annuel du Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques* (section 8). Gatineau (Québec). Consulté le 17 juillet 2020 à <<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/cadre-pancanadien-rapports/deuxieme-rapport-annuel/section-8.html>>
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) (2020a). *Programme pilote des gardiens autochtones*. Gatineau (Québec) : Auteur, <<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/financement-environnement/gardiens-autochtones-projet-pilote.html>>
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) (2020b). *Un environnement sain et une économie saine : Le plan climatique renforcé du Canada pour créer des emplois et soutenir la population, les communautés et la planète*. Ottawa (Ontario). Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/services/environnement/meteo/changementsclimatiques/plan-climatique/survol-plan-climatique/environnement-sain-economie-saine.html>>
- Environnement et Ressources naturelles. (2015). *Canadian Boreal Community FireSmart Project, 2015 Operations Plan*. Yellowknife (T.N.-O.) : Préparé en consultation avec le MERN de la région de South Slave, l'Office de gestion des ressources de Fort Providence, FP Innovations et la Section scientifique de la Division de la fièvre aphteuse du MERN. Consulté sur le site <https://www.enr.gov.nt.ca/sites/enr/files/2015_cbcfs_project_operations_plan_1.pdf>



- Environnement et Ressources naturelles. (2016). *Canadian Boreal Community Firesmart (CBCFS) Project Draft 5-Year plan 2016-2021*. Yellowknife, NWT. Consulté sur le site <<http://registry.mvlwb.ca/Documents/MV2016X0008/MV2016X0008%20-%20GNWT-ENR%20-%20New%20LUP%20Application%20-%20May2-16.pdf>>
- Epi EcoPlan International, Inc. (2016). *Valuing coastal guardian watchmen programs: A business case*. Vancouver, BC: Prepared for the Coastal Steward Network and TNC Canada. Consulté sur le site <https://www.indigenousguardianstoolkit.ca/sites/default/files/Community%20Resource_Guardians-valuationreport_v10_Final_TNC%20Canada.pdf>
- Faris, N. (2019). Eroding Tuktoyaktuk: Every year homes in this northern hamlet are getting closer to the sea. *National Post*, February 28. Consulté sur le site <<https://nationalpost.com/news/canada/eroding-tuktoyaktuk-every-day-homes-in-this-northern-hamlet-are-getting-closer-to-the-sea>>
- Finn, S., Herne, M., et Castille, D. (2017). The value of traditional ecological knowledge for the environmental health sciences and biomedical research. *Environmental Health Perspectives*, 125(8), 085006.
- FiresSmart Canada. (2020). What is FireSmart? Consulté sur le site <<https://firesmartcanada.ca/what-is-firesmart/>>
- First Nations Centre. (2004). *First Nations' knowledge of and protection from the West Nile virus*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <https://fnigc.ca/sites/default/files/ENpdf/WNV/west_nile_virus_2004.pdf>
- First Nations Health Authority. (2021). *Drinking water advisories*. West Vancouver, BC. Consulté sur le site <<https://www.fnha.ca/what-we-do/environmental-health/drinking-water-advisories>>. Accessed July 16, 2021.
- Flynn, M., Ford, J.D., Labbé, J., Schrott, L., et Tagalik, S. (2019). Evaluating the effectiveness of haard mapping as climate change adaptation for community planning in degrading permafrost terrain. *Sustainability Science*, 14(4), 1041-56.
- Flynn, M., Ford, J.D., Pearce, T., Harper, S.L., et IHACC Research Team. (2018). Participatory scenario planning and climate change impacts, adaptation and vulnerability research in the Arctic. *Environmental Science & Policy*, 79, 45-53.
- Ford, J.D. (2012). Indigenous Health and Climate Change. *American Journal of Public Health*, 102(7), 1260-6.
- Ford, J.D., Berrang-Ford, L., King, M., et Furgal, C. (2010a). Vulnerability of Aboriginal health systems in Canada to climate change. *Global Environmental Change*, 20(4), 668-80.
- Ford, J.D., Cameron, L., Rubis, J., Maillet, M., Nakashima, D., Willox, A.C., et Pearce, T. (2016b). Including Indigenous knowledge and experience in IPCC assessment reports. *Nature Climate Change*, 6, 349-53.
- Ford, J.D., Cunsolo Willox, A., Chatwood, S., Furgal, C., Harper, S., Mauro, I., et Pearce, T. (2014). Adapting to the effects of climate change on Inuit health. *American Journal of Public Health*, 104, e9-e17.
- Ford, J.D., Kind, N., Galappaththi, E.K., Pearce, T., McDowell, G., et Harper, S.L. (2020). The resilience of Indigenous Peoples to Environmental Change. *One Earth*, 2(6), 532-43.
- Ford, J.D., Labbé, J., Flynn, M., Araos, M., et IHACC Research team. (2017). Readiness for climate change adaptation in the Arctic: A case study from Nunavut, Canada. *Climatic Change*, 145, (1-2), 85-100.
- Ford, J.D., et Pearce, T. (2012). Climate change vulnerability and adaptation research focusing on the Inuit subsistence sector in Canada: Directions for future research. *The Canadian Geographer*, 56(2), 275-87.
- Ford, J.D., Pearce, T., Duerden, F., Furgal, C., et Smit, B. (2010b). Climate change policy responses for Canada's Inuit population: The importance of and opportunities for adaptation. *Global Environmental Change*, 20(1), 177-91.
- Ford, J.D., Sherman, M., Berrang-Ford, L., Llanos, A., Carcamo, C., Harper, S., Lwasa, S., Namanya, D., Marcello, T., Maillet, M., et Edge, V. (2018). Preparing for the health impacts of climate change in Indigenous communities: The role of community-based adaptation. *Global Environmental Change*, 49, 129-39.
- Ford, J.D., Stephenson, E., Cunsolo Willox, A., Edge, V., Farahbakhsh, K., Furgal, C., Harper, S., Chatwood, S., Maura, I., Pearce, T., Austin, S., Bunce, A., Bussalleu, A.,.....Sherman, M. (2016a). Community-based adaptation research in the Canadian Arctic. *WIREs Climate Change*, 7, 175-91.
- Four Rivers Matawa First Nations Management Environmental Services (FRMFNEMS). (2016). *Northern Ontario First Nation climate change workshop*. Ottawa, ON: For Indigenous and Northern Affairs Canada and Health Canada. Consulté sur le site <http://www.nokiiwin.com/upload/documents/climate-change/2016_december_northern-ontario-climate-c.pdf>
- Fournier, S., et Crey, E. (1997). *Stolen from our embrace*. Vancouver, BC: Douglas and McIntyre.
- Frank, M.A. (2017). Rising voices: Collaborative science with Indigenous knowledge for climate solutions, *Cultural Survival Quarterly Magazine*, June, <<https://www.culturalsurvival.org/publications/cultural-survival-quarterly/rising-voices-collaborative-science-indigenous-knowledge>>
- Gérin-Lajoie, J., Herrmann, T.M., MacMillan, G.A., Hébert-Houle, E., Monfette, M., Rowell, J.A., Soucie, T.A., Snowball, H., Townley, E., Lévesque, E., Amyot, M., Franssen, J., et Dedieu, J. P. (2018). Imalirijit: A community-based environmental monitoring program in the George River watershed, Nunavik, Canada. *Ecoscience*, 25(4), 381-99. DOI: <<https://doi.org/10.1080/11956860.2018.1498226>>



- Gershon, A.S., Khan, S., Klein-Geltink, J., Wilton, D., To, T., Crichton, E.J., Pigeau, L., Macquarrie, J., Allard, Y., Russell, S.J., et Henry, D. A. (2014). Asthma and chronic obstructive pulmonary disease (COPD) prevalence and health service use in Ontario Métis: A population-based cohort study. *PLoS One*, 9(4), e95899.
- Goldfarb, D.M., Dixon, B., Moldovan, I., Barrowman, N., Mattison, K., Zentner, C., Baikie, M., Bidawid, S., Chan, F., et Slinger, R. (2013). Nanolitre real-time PCR detection of bacterial, parasitic, and viral agents from patients with diarrhea in Nunavut, Canada. *International Journal of Circumpolar Health*, 72, 19903. DOI: 10.3402/ijch.v72i0.19903.
- Goldhar, C., Bell, T., et Wolf, J. (2014). Vulnerability to freshwater changes in the Inuit Settlement Region of Nunatsiavut, Labrador: A case study from Rigolet. *Arctic*, 67(1), 71-83.
- Gouvernement du Canada (2018). *Relations Couronne- Autochtones et Affaires du Nord Canada*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/crown-indigenous-relations-northern-affairs.html>>
- Gouvernement du Canada (2019). *Programme pilote des gardiens autochtones*. Ottawa (Ontario). Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/financement-environnement/gardiens-autochtones-projet-pilote.html>>
- Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest (2010). *Environment and natural resources framework for action 2008-2012: Status report to December 2010*. Yellowknife (T.N.-O.). Consulté le 23 septembre 2019 à <<https://www.assembly.gov.nt.ca/sites/default/files/11-03-01td160-165.pdf>>
- Gouvernement du Nunavut (2010). *Upagiaqtavut: Setting the course – Climate change impacts and adaptation in Nunavut*. Iqaluit (Nunavut). Consulté le 29 janvier 2019 à <https://www.climatechangenunavut.ca/sites/default/files/3154-315_climate_english_reduced_size_1_0.pdf>
- Government of Nunavut. (2012). *Changing times: Climate change impacts and adaptation in Nunavut*. Iqaluit, NU. Consulté sur le site <http://www.climatechangenunavut.ca/sites/default/files/summer_2012_newsletter.pdf>
- Government of Nunavut. (2014). *Climate change adaptation resource guide: Nunavut's built infrastructure*. Iqaluit, NU. Consulté sur le site <https://www.climatechangenunavut.ca/sites/default/files/rg3_built_infrastructure_0.pdf>
- Goyette, S., Cao, Z., Libman, M., Ndao, M., et Ward, B.J. (2014). Seroprevalence of parasitic zoonoses and their relationship with social factors among the Canadian Inuit in Arctic regions. *Diagnostic Microbiology & Infectious Diseases*, 78, 404-10.
- Gracey, M., et King, M. (2009). Indigenous health Part 1: Determinants and disease patterns. *The Lancet*, 374, 65-75.
- Greenwood, M., de Leeuw, S., et Lindsay, N. (2018). Challenges in health equity for Indigenous peoples in Canada. *The Lancet*, 397(10131), 1645-1648.
- Greer, A., Ng, V., et Fisman, D. (2008). Climate change and infectious diseases in North America: The road ahead. *Canadian Medical Association Journal*, 178(6), 715-22.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2014). *Climate Change 2014: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri et L.A. Meyer (éd.)]. Genève, Suisse.
- Groupe d'experts sur les résultats de l'adaptation et de la résilience aux changements climatiques (2018). *Mesure des progrès en matière d'adaptation et de résilience climatique : Recommandations à l'intention du gouvernement du Canada*. Ottawa (Ontario) : Environnement et changements climatiques Canada
- Guyot, M., Dickson, C., Paci, C., Furgal, C., et Chan, H.M. (2006). Local observations of climate change and impacts on traditional food security in two northern Aboriginal communities. *International Journal of Circumpolar Health*, 65(5), 403-15.
- Hania, P. (2019). Revitalizing Indigenous women's water governance roles in impact and benefit agreement processes through Indigenous legal orders and water stories. *Les Cahiers de droit*, 60(2), 519-56.
- Hanrahan, M., Sarkar, A., et Hudson, A. (2014). *Water insecurity in Indigenous Canada: A case study of illness, neglect, and urgency*. St. John's, NF: Paper presented at the 2014 International Conference on Marine and Freshwater Environments. Consulté sur le site <<http://nlwater.ruralresilience.ca/wp-content/uploads/2014/09/iMFE-Paper-Submission- Revised-August-2014.pdf>>
- Hansen, J.G., et Antsanen, R. (2018). What can traditional Indigenous knowledge teach us about changing our approach to human activity and environmental stewardship in order to reduce the severity of climate change? *International Indigenous Policy Journal*, 9(3), 6.
- Harper, S.L., Edge, V.L., Ford, J., Cunsolo Willox, A., Wood, M., IHACC Research Team, RICG, et McEwen, S.A. (2015c). Climate-sensitive health priorities in Nunatsiavut, Canada. *BMC Public Health*, 15, 605.
- Harper, S.L., Edge, V.L., Ford, J., Thomas, M.K., IHACC Research Group, Rigolet Inuit Community Government, et McEwen, S.A. (2015a). Lived experience of acute gastrointestinal illness in Rigolet, Nunatsiavut: "Just suffer through it". *Social Science & Medicine*, 126, 86-98.
- Harper, S.L., Edge, V.L., Ford, J., Thomas, M.K., Pearl, D.L., Shirley, J., IHACC, et McEwen, S.A. (2015b). Acute gastrointestinal illness in two Inuit communities: Burden of illness in Rigolet and Iqaluit, Canada. *Epidemiology & Infection*, 143, 3048-63.



- Hassler, P., Watson, G., et Ndubuka, N. (2019). *Mental health impacts of community evacuation – Lac La Ronge wildfire case study* [webinar]. Prince Albert, SK: Northern Inter-Tribal Health Authority, <https://www.prairiesrac.com/wp-content/uploads/2019/02/Climate-Change-Impacts-on-Mental-Health_6Mar19.pdf>
- Haut-Commissariat aux droits de l'homme (2018). *La crise climatique : une affaire de droits humains*. Genève : Haut-Commissariat des Nations Unies. Consulté le 3 septembre 2019, <<https://www.ohchr.org/Documents/Issues/ClimateChange/FactSheetClimateChange.pdf>>
- He, S., Kosatsky, T., Smargiassi, A., Bilodeau-Bertrand, M., et Auger, N. (2018). Heat and pregnancy-related emergencies: Risk of placental abruption during hot weather. *Environ Int.*, 111, 295-300. DOI: 10.1016/j.envint.2017.111.004
- Health Care without Harm Physician Network. (n.d.). *Climate change, health, and health care: How physicians can help*. Consulté sur le site <<https://noharm-uscanada.org/sites/default/files/Climate.Physician.Network.pdf>>
- Henry, G.H.R., Harper, K.A., Chen, W., Deslippe, J.R., Grant, R.F., Lafleur, P.M., Lévesque, E., Siciliano, S.D., et Simard, S. (2012). Effects of observed and experimental climate change on terrestrial ecosystems in northern Canada: Results from the Canadian IPY program. *Climatic Change*, 115(1), 207-34.
- Hermann, T.M., Royer, M.-J.S., et Cuciurean, R. (2012). Understanding subarctic wildlife in Eastern James Bay under changing climatic and socio-environmental conditions: Bringing together Cree hunters' ecological knowledge and scientific observations. *Polar Geography*, 35(3-4), 245-70.
- Himsworth, C.G., Skinner, S., Chaban, B., Jenkins, E., Wagner, B.A., Harms, N.J., Leighton, F.A., Thompson, R. C., et Hill, J. E. (2010). Multiple zoonotic pathogens identified in canine feces collected from a remote Canadian Indigenous community. *American Journal of Tropical Medicine & Hygiene*, 83(2), 338-41.
- Hirsch, R., Furgal, C., Hackett, C., Sheldon, T., Bell, T., Angnatok, D., Winters, K., et Pamak, C. (2016). Going off, growing strong: A program to enhance individual youth and community resilience in the face of change in Nain, Nunatsiavut. *Études/Inuit/Studies*, 40(1), 63-84.
- Hotez, P.J. (2010). Neglected infections of poverty among the Indigenous peoples of the Arctic. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 4(1), e606.
- Howard, C., Rose, C., Dodd, W., Scott, P., Cunsolo-Wilcox, A., et Orbinski, J. (2017). PO62: SOS: Summer of Smoke – A mixed-methods, community-based study investigating the health effects of a prolonged, severe wildfire season on a subarctic population. *Canadian Journal of Emergency Medicine*, 19(S1), p. S99.
- Human Rights Watch. (2020). "My fear is losing everything": The climate crisis and First Nations' right to food in Canada. New York, NY. Consulté sur le site <https://www.hrw.org/sites/default/files/media_2020/10/canada1020_web_1.pdf>
- Hunt, S. (2016). *An Introduction to the Health of Two-Spirit People: Historical, contemporary and emergent issues*. Prince George, BC: National Collaborating Centre for Aboriginal Health.
- Huntington, H.P., Carey, M., Apok, C., Forbes, B.C., Fox, S., Holm, L.K., Ivanova, A., Jaypoody, J., Noongwook, G., et Stammer, F. (2019). Climate change in context: Putting people first in the Arctic. *Regional Environmental Change*, 19, 1217-23.
- Huseman, J., et Short, D. (2012). 'A slow industrial genocide': Tar sands and the Indigenous peoples of northern Alberta. *The International Journal of Human Rights*, 16(1), 216-37.
- Hyett, S., Marjerrison, S., et Gabel, C. (2018). Improving health research among Indigenous peoples in Canada. *Canadian Medical Association Journal*, 190(20), E616-21.
- Indigenous Guardians – caring for the land [YouTube video] (n.d.). *Indigenous Guardians toolkit*, <<https://www.indigenousguardianstoolkit.ca/node/40/resources>>
- Institute for Circumpolar Health Research (2017). Qualité de l'eau - Région désignée des Inuvialuit, Territoires du Nord-Ouest. *ClimateTelling*. Consulté sur le site : <<https://fr.climatetelling.info/reacutegion-deacutesigneacuttee-des-inuvialuit.html>>
- Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC) (2013). *Lignes directrices pour la recherche en santé chez les peuples autochtones*. Ottawa (Ontario).
- Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC), Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) et Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH) (2018). Énoncé de politique des trois Conseils : Éthique de la recherche avec des êtres humains -- EPTC2, 2018. Ottawa (Ontario). Consulté le 2 novembre 2020 à <<https://ethics.gc.ca/fra/documents/tcps2-2018-en-interactive-final.pdf>>
- Inuit Circumpolar Council (ICC). (n.d.). *Indigenous knowledge*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <<https://www.inuitcircumpolar.com/icc-activities/environment-sustainable-development/indigenous-knowledge/>>
- Inuit Circumpolar Council. (2020). *Policy paper on the matter of "local communities"*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <<https://secureservercdn.net/104.238.71.250/hh3.0e7.myftpupload.com/wp-content/uploads/FINAL-ICC-Policy-Paper-on-matter-of-local-communities-2.pdf>>
- Inuit Tapiriit Kanatami (ITK). (2014). *Social determinants of Inuit health in Canada*. Ottawa, ON.
- Inuit Tapiriit Kanatami (ITK). (2016). *Inuit Priorities for Canada's Climate Change Strategy: A Canadian Inuit Vision for Our Common Future in Our Homelands*. Ottawa, ON.

- Inuit Tapiriit Kanatami [ITK] (2018). *Stratégie nationale inuite sur les changements climatiques*. Ottawa (Ont.).
- Inuit Tapiriit Kanatami (ITK). (2019a). *ITK Board of Directors adopts Inuktitut Qaliujaaqpait as unified orthography for Inuktitut*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <<https://www.itk.ca/itk-board-of-directors-adopts-inuktitut-qaliujaaqpait-as-unified-orthography-for-inuktitut/>>
- Inuit Tapiriit Kanatami [ITK] (2019b). *Stratégie nationale inuite sur les changements climatiques*. Ottawa (Ont.).
- Inuit Tapiriit Kanatami (ITK). (2020). *Access to drinking water in Inuit Nunangat*. Ottawa, ON. Consulté sur le site <<https://www.itk.ca/access-to-drinking-water-in-inuit-nunangat/>>
- Islam, N.S, et Winkel, J. (2017). *Climate change and social inequality*. New York, NY: United Nations, Department of Economic and Social Affairs Working Paper, No. 152.
- Jacob, C., McDaniels, T., et Hinch, S. (2010). Indigenous culture and adaptation to climate change: Sockeye salmon and the St'á'imc people. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 15, 859-76.
- Jenkins, E.J., Castrodale, L.J., de Rosemond, S.J., Dixon, B.R., Elmore, S.A., Gesy, K.M., Hoberg, E.P., Polley, L., Schurer, J.M., Simard, M., et Thompson, R.C. (2013). Traditional and transition: Parasitic zoonoses of people and animals in Alaska, northern Canada, and Greenland. *Advances in Parasitology*, 82, 33-204.
- Jenkins, E.J., Simon, A., Bachand, N., et Stephen, C. (2015). Wildlife parasites in a One Health world. *Trends in Parasitology*, 31(5), 174-80.
- Jetñil-Kijiner, K., et Niviána, A. (n.d.). Rise. *350.org*. Consulté sur le site <<https://350.org/rise-from-one-island-to-another/#poem>>
- JF Consulting. (2020). *Metis National Climate Change and Health Vulnerability Assessment*. Not publicly available.
- Jones, R. (2019). Climate change and Indigenous health promotion. *Global Health Promotion*, 26(Supp. 3), 73-81.
- Kamal, A.G., Linklater, R., Thompson, S., Dipple, J., et Ithinto Mechisowin Committee. (2015). A recipe for change: Reclamation of Indigenous food sovereignty in O-Pipon-Na-Piwin Cree Nation for decolonization, resources sharing, and cultural restoration. *Journal of Globalizations*, 12(4), 559-75.
- Khalafzai, M.-A.K., McGee, T.K., et Parlee, B. (2019). Flooding in the James Bay region of northern Ontario, Canada: Learning from traditional knowledge of Kashechewan First Nation. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 36, 101100.
- Kielland, N., et Simeone, T. (2014). *Current issues in mental health in Canada: The mental health of First Nations and Inuit communities*. Ottawa, ON: Library of Parliament.
- Kilian, A., Fellows, T.Y., Giroux, R., Pennington, J., Kuper, A., Whitehead, C., et Richardson, L. (2019). Exploring the approaches of non-Indigenous researchers to Indigenous research: a qualitative study. *CMAJ OPEN*, 7(3), E504-E509.
- Kinney, P. (2008). Climate change, air quality, and human health. *American Journal of Preventative Medicine*, 35(5), 459-67.
- Kipp, A., Cunsolo, A., Gillis, D., Sawatzky, A., et Harper, S.L. (2019a). The need for community-led, integrated and innovative monitoring programs when responding to the health impacts of climate change. *International Journal of Circumpolar Health*, 78(2), 1517581.
- Kipp, A., Cunsolo, A., Vodden, K., King, N., Manners, S. et Harper, S.L. (2019b). Les effets des changements climatiques sur la santé et le bien-être dans les régions rurales et éloignées au Canada : synthèse documentaire. *Promotion de la santé et prévention des maladies chroniques au Canada*, vol. 39(4), pages 122 à 126.
- Kirmayer, L.J., Brass, G.M., et Tait, C.L. (2000). The mental health of Aboriginal peoples: Transformations of identity and community. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 45, 607-16.
- Kluane First Nations, et Arctic Institute of Community-Based Research (AICBR). (2016). *Nourishing our future: Building on Kluane First Nations community food security strategy & youth engagement in traditions related to fisheries and fish health in Kluane Lake*. Burwash Landing, YK.
- Kolahdooz, F., Sadeghirad, B., Corriveau, A., et Sharma, S. (2015). Prevalence of overweight and obesity among Aboriginal populations in Canada: A systematic review and meta-analysis. *Critical Review of Food Science & Nutrition*, 57(7), 1316-27. DOI: 10.1080/10408398.2014.913003
- Koleade, A., Farrell, J., Mugford, G., et Gao, Z. (2018). Prevalence and risk factors of ACO (Asthma-COPD Overlap) in Aboriginal people. *Journal of Environmental and Public Health*, Article ID 4657420. <<https://doi.org/10.1155/2018/4657420>>
- Kohlitz, J., Chong, J., et Willetts, J. (2020). Rural drinking water safety under climate change: The importance of addressing physical, social, and environmental dimensions. *Resources*, 9(6), 1-18.
- Konrad, S., Hossain, A., Senthilselvan, A., Dosman, J.A., et Pahwa, P. (2013). La bronchite chronique chez les Autochtones – prévalence et facteurs associés. *Maladies chroniques et blessures au Canada*, vol. 33(4), pages 218 à 225.
- Kovats, R.S., et Hajat, S. (2007). Heat stress and public health: A critical review. *Annual Review of Public Health*, 29, 41-55.
- Kovesi, T. (2012). Respiratory disease in Canadian First Nations and Inuit Children. *Paediatrics and Child Health*; 17(7), 376-80.



- Kral, M.J., et Idlout, L.O. (2009). Community wellness and social action in the Canadian Arctic: Collective agency as subjective wellbeing. Dans L.J. Kirmayer, et G.G. Vasaskakis (éd.), *Healing traditions: The mental health of Aboriginal peoples in Canada* (pp. 315-34). Vancouver, BC: University of British Columbia Press.
- Kulnieks, A., Longboat, D. R., et Young, K. (2016). Engaging eco-hermeneutical methods: Integrating Indigenous and environmental curricula through an eco-justice-arts-informed pedagogy. *AlterNative: An International Journal of Indigenous Peoples*, 12(1), 43-56.
- Kumar, M.B., Furgal, C., Hutchinson, P., Roseborough, W. et Kootoo-Chiarelo, S. (2019). *Enquête auprès des peuples autochtones Activités de récolte chez les Premières Nations vivant hors réserve, les Métis et les Inuits : évolution dans le temps, obstacles et facteurs associés*. Ottawa (Ont.) : Statistique Canada, Catalogue n° 89-653-X2019001.
- Kumar, M.B. et Tjepkema, M. (2019). *Taux de suicide chez les Premières Nations, les Métis et les Inuits (2011 à 2016) : résultats de la Cohorte santé et environnement du recensement canadien (CSERCAN) de 2011. Enquête nationale auprès des ménages*. Ottawa (Ont.) : Statistique Canada. Consulté le 17 juillet 2020 à <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/99-011-x/99-011-x2019001-fra.htm>>
- Kumar, M. B., Wesche, S., et McGuire, C. (2012). Trends in Métis-related health research (1980-2009): Identification of research gaps. *Canadian Journal of Public Health*, 103(1), 23-8.
- Lam, S., Cunsolo, A., Sawatzky, A., Ford, J., et Harper, S. (2017). How does the media portray drinking water security in Indigenous communities in Canada? An analysis of Canadian newspaper coverage from 2000-2015. *BMC Public Health*, 17, 282.
- Lane, K., et Gagnon, G. (2020). Evaluating the use and intent of drinking water advisories in Atlantic Canada. *Water Policy*, 22(5), 908-924.
- Latulippe, N., et N. Klenk. (2020). Making room and moving over: Knowledge co-production, Indigenous knowledge sovereignty and the politics of global environmental change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 42, 7-14.
- Lavoie, E., Lèvesque, B., Proulx, J., Grant, J., Ndasseebe, A.D., Gingras, S., Hubert, B., et Libman, M. (2007). Evaluation of the toxoplasmosis screening program among pregnant Nunavik (Canada) women between 1994-2003. *Epidemiology*, 18(5), S32-33.
- Lemelin, H., Matthews, D., Mattina, C., McIntyre, N., Johnston, M., Koster, R., et Weenusk First Nation. (2010). Climate change, wellbeing and resilience in the Weenusk First Nation at Peawanuck: The Moccasin Telegraph goes global. *Rural and Remote Health*, 10(2), 1333.
- Liu, J.C., Pereira, G., Uhl, S.A., Bravo, M.A., et Bell, M.L. (2015). A systematic review of the physical health impacts from non-occupational exposure to wildlife smoke. *Environmental Research*, 136, 120-32.
- Longboat, S. (2013). Security for Mother Earth. *Canadian Woman Studies*, 30(2/3), 6-13.
- Loring, P.A., et Gerlach, S.G. (2015). Searching for progress on food security in the North American North: A research synthesis and meta-analysis of the peer-reviewed literature. *Arctic*, 68(3), 380-92.
- Lux, M. (2016). *Separate beds: A history of Indian hospitals in Canada, 1920s-1980s*. Toronto, ON: University of Toronto Press.
- Maar, M.A., Erskine, B., McGregor, L., Larose, T.L., Sutherland, M.E., Graham, D., Shawande, M., et Gordon, T. (2009). Innovations on a shoestring: A study of collaborative community-based Aboriginal mental health service model in rural Canada. *International Journal of Mental Health Systems*, 3, 27.
- MacDonell, H. (2015). *Examining community adaptation readiness to climate change in the Inuvialuit Settlement Region, Northwest Territories*. Thèse de maîtrise en gestion maritime non publiée, Université Dalhousie, Halifax (N.-É.), Canada.
- Makondo, C.C., et Thomas, D.S.G. (2018). Climate change adaptation: Linking Indigenous knowledge with western science for effective adaptation. *Environmental Science & Policy*, 88, 83-91.
- Maldonado, J., Bull Bennett, T.M., Chief, K., Cochran, P., Cozzetto, K., et Gough, B. (2016). Engagement with Indigenous peoples and honoring traditional knowledge systems. *Climatic Change*, 135(1), 111-26.
- Mallory, C.D., et Boyce, M. S. (2017). Observed and predicted effects of climate change on Arctic caribou and reindeer. *Environmental Reviews*, 26(1), 13-25. <<https://doi.org/10.1139/er-2017-0032>>
- Manning, C., et Clayton, S. (2018). Threats to mental health and wellbeing associated with climate change. Dans S. Clayton et C. Manning (éd.), *Psychology and Climate change: Human perceptions, impacts and responses* (pp. 217-44). Amsterdam: Academic Press.
- Mantyka-Pringle, C.S., Jardine, T.D., Bradford, L., Bharadwaj, L., Kythreotis, A.P., Fresque-Baxter, J., Kelly, E., Somers, G., Doig, L.E., Jones, P.D., et Lindenschmidt, K.E. (2017). Bridging science and traditional knowledge to assess cumulative impacts on stressors in ecosystem health. *Environment International*, 102, 125-37.
- Marmot, M. (2007). Achieving health equity: From root causes to fair outcomes. *Lancet*, 370, 1153-63.
- Mary Robinson Foundation – Climate Justice. (2020). *Principles of climate justice*. Dublin, Ireland. Consulté sur le site <<https://www.mrfcj.org/principles-of-climate-justice/>>
- Martens, P., Bartlett, J., Burland, E., Prior, H., Burchill, C., Huq, S., Romphf, L., Sanguins, J., Carter, S., et Bailly, A. (2010). *Profile of Metis health status and healthcare utilization in Manitoba: A population-based study*. Winnipeg, MB: Manitoba Centre for Health Policy in collaboration with the Manitoba Metis Federation, University of Manitoba.



- Martens, T. (2015). *Understanding the value and promise of Indigenous food sovereignty in western Canada*. Unpublished Master's thesis, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada.
- McCallum, M.J. et Perry, A. (2018). *Structures d'indifférence : Vie et mort d'un Autochtone dans une ville canadienne*. Winnipeg (Man.) : University of Manitoba Press.
- McGrath-Hanna, N. K., Greene, D. M., Tavernier, R. J., et Bult-Itto, A. (2003). Diet and mental health in the Arctic: is diet an important risk factor for mental health in circumpolar peoples? - a review. *International journal of circumpolar health*, 62(3), 228-241. <<https://doi.org/10.3402/ijch.v62i3.17560>>
- McGregor, D. (2012). Traditional knowledge: Considerations for protecting water in Ontario, *International Indigenous Policy Journal*, 3(3), 1-21.
- McGregor, D. (2014). Traditional knowledge and water governance: The ethic of responsibility. *AlterNative: An International Journal of Indigenous Peoples*, 10(5), 493-507.
- McLeod-Shabogesic, P. (2013). Good food is good medicine. *Anishinabek News*, November 13, <<http://anishinabeknews.ca/2013/11/13/good-food-is-good-medicine/>>
- McNeill, K., Binns, A., et Singh, A. (2017). *Flood history analysis and socioeconomic implications of flooding for Indigenous Canadian communities*. Winnipeg, MB: Paper presented at the CSBE/SCGAB 2017 Annual Conference, August 6-10, 2017. Consulté sur le site <<http://www.csbe-scgab.ca/docs/meetings/2017/CSBE17137.pdf>>
- Mecredi, T. (2010). *Our changing homeland, our changing lives*. Vuntut Gwichin Government et Arctic Health Research Network - Yukon. Culture Unplugged Foundation. Consulté sur le site <<http://www.cultureunplugged.com/documentary/watch-online/play/53398/Our-Changing-Homelands-Our-Changing-Lives>>
- Medeiros, A.S., Wood, P., Wesche, S.D., Bakaic, M., et Peters, J.F. (2016). Water security for northern peoples: Review of threats to Arctic freshwater systems in Nunavut, Canada. *Regional Environmental Change*, 17, 635-47.
- Meloche, K. (2018). *Mourning landscapes and homelands: Indigenous and Non-Indigenous Peoples' ecological griefs*. Edmonton, AB: Canadian Mountain Network. Consulté sur le site <<http://canadianmountainnetwork.ca/mourning-landscapes-and-homelands-indigenous-and-non-indigenous-peoples-ecological-griefs/>>
- Membres de la communauté de l'Alliance des Métis de North Slave, Shiga, S., Evans, P., King, D. et Keats, B. (2018). Continual change and gradual warming: A summary of the North Slave Métis Alliance's recorded cultural knowledge on climate and environmental change. Dans J.M. Galloway et R.T. Patterson (compilateurs), *Rapport préparé pour la Commission géologique du Canada sur les outils en géoscience pour l'évaluation environnementale de l'exploitation minière des métaux (pages 99 à 116)*. Ottawa (Ont) : Commission géologique du Canada, projet n° 1519-149, Savoir polaire : Aqhaliat 2018, Savoir polaire Canada. Consulté le 20 septembre à <<https://www.canada.ca/content/dam/polar-polaire/documents/pdf/aqhaliat/Aqhaliat-2018-13-NSMA-et-al.pdf>>
- Mental Health Commission of Canada. (2016). *Towards creating a mental health action plan for Canada: Roundtable report - 2015*. Ottawa, ON.
- Messier, V., Lévesque, B., Proulx, J.F., Rochette, L., Libman, M.D., Ward, B.J., Serhir, B., Couillard, M., Ogden, N. H., Dewailly, E., Hubert, B., Déry, S., Barthe, C., Murphy, D., et Dixon, B. (2009). Seroprevalence of toxoplasma gondii among Nunavik Inuit (Canada). *Zoonoses Public Health*, 56(4), 188-97. DOI: 10.1111/j.1683-2378.2008.01177.x
- Métis National Council. (2016). *Resolution on climate change and environment*. Vancouver, BC: Special sitting of the General Assembly, October 13-15. Consulté sur le site <<https://www.metisnation.ca/wp-content/uploads/2016/10/FINAL-20161015-MNC-Special-GA-Resolution-on-Climate-Change-and-Environment-0915am.pdf>>
- Ministre de la Justice et procureur général du Canada (2018). *Principes régissant la relation du Gouvernement du Canada avec les peuples autochtones*. Ottawa (Ont.).
- Natcher, D.C. (2013). Gender and resource co-management in northern Canada. *Arctic*, 66(2), 218-221.
- Nations Unies (2007). *Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones* (DNUDPA) New York : Auteur. Consulté le 11 mars 2019 à <https://www.un.org/development/desa/indigenouspeoples/wp-content/uploads/sites/19/2018/11/UNDRIP_F_web.pdf>
- Nature United. (2020). *Indigenous Guardians toolkit*. Toronto, ON. Consulté sur le site <<https://www.indigenousguardianstoolkit.ca/>>
- Neeganagwedgin, E. (2013). Ancestral knowledges, spirituality and Indigenous narratives as self-determination. *AlterNative: An International Journal of Indigenous Peoples*, 9(4), 322-34.
- Nelder, M.P., Wijayasri, S., Russell, C.B., Johnson, K.O., Marchand-Austin, A., Cronin, K., Johnson, S. et coll. (2018). L'augmentation continue de la maladie de Lyme en Ontario au Canada : 2017. *Relevé des maladies transmissibles au Canada*, vol. 44(10), pages 231 à 236.

- Nickels, S., Furgal, C., Castleden, J., Moss-Davies, P., Buell, M., Armstrong, B., Dillon, D., et Fonger, R. (2002). Putting the human face on climate change through community workshops: Inuit knowledge, partnerships, and research. Dans I. Krupnick, et D. Jolly (éd.), *The Earth is faster now: Indigenous observations of Arctic environmental change* (pp. 300-33). Washington, DC: Arctic Research Consortium of the United States, Arctic Studies Centre, Smithsonian Institute.
- Nilsson, L.M., Destouni, G., Berner, J., Dudarev, A.A., Mulvad, G., Odland, J.Ø., Parkinson, A., Tikhonov, C., Rautio, A., et Evengård, B. (2013). A call for urgent monitoring of food and water security based on relevant indicators for the Arctic. *Ambio*, 42(7), 816-22.
- Nisga'a First Nation. (2012). Healthy foods and shelters in the alpine permafrost: Nisga'a women remember. *Climate Telling*. Consulté sur le site ><https://vimeo.com/39303445>>
- Norris, M.J., et Clatworthy, S. (2011). Urbanization and migration patterns of Aboriginal populations in Canada: A half century in review (1951 to 2006). *Aboriginal Policy Studies*, 1(1), 13-77.
- Nunavut Department of Education. (2007). *Inuit Qaujimagatuqangit education framework*. Iqaluit, NU.
- Omosule, A. (2017). *Exploring water insecurity in Canadian Indigenous communities*. Rural Policy Learning Commons. Consulté sur le site >http://rplc-capr.ca/wp-content/uploads/2015/04/ExploringWaterInsecurityInCanadianIndigenousCommunities_LiteratureReview_AyoOmosule.pdf>
- Organisation internationale du travail [OIT] (2017). *Les peuples autochtones et les changements climatiques : de victimes à agents de changement grâce au travail décent*. Genève, Suisse.
- Organisation internationale du travail [OIT] (2019). *Indigenous Peoples and climate change: Emerging research on Traditional Knowledge and livelihoods*. Genève, Suisse.
- Organisation mondiale de la Santé (OMS) (2014). *Changement climatique, genre et santé*. Genève, Suisse
- Organisation mondiale de la Santé (OMS) (2018). *Rapport spécial à la COP 24 sur la santé et le changement climatique*. Genève, Suisse.
- Organisation nationale de la santé autochtone [ONSA] (2011). Énoncé de principe en matière de recherche autochtone. Ottawa (Ont.).
- Organ, J., Castleden, H., Furgal, C., Sheldon, T., et Hart, C. (2014). Contemporary programs in support of traditional ways: Inuit perspectives on community freezers as a mechanism to alleviate pressures of wild food access in Nain, Nunatsiavut. *Health & Place*, 30, 251-59.
- Ospina, M.B., Voaklander, D., Senthilselvan, A., Stickland, M.K., King, M., Harris, A.W., et Rowe, B.H. (2015). Incidence and prevalence of chronic obstructive pulmonary disease among Aboriginal peoples in Alberta, Canada. *PLoS One*, 10(4), e0123204.
- Parlee, B.L., et Caine, K.J. (éd.). (2018). *When the caribou do not come: Indigenous knowledge and adaptive management in the western Arctic*. Vancouver, BC: University of British Columbia Press.
- Paterson, J., Berry, P., Ebi, K., et Varangu, L. (2014). Health care facilities resilient to climate change impacts. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(12), 13097-116.
- Patrick, R.J. (2011). Uneven access to safe drinking water for First Nations in Canada: Connecting health and place through source water protection. *Health & Place*, 17(1), 386-89.
- Pauktuutit Inuit Women of Canada (Pauktuutit). (2011). *Inuit women's perspectives on climate change*. Ottawa, ON.
- Pearce, T., Ford, J.D., Caron, A., et Kudlak, B.P. (2012). Climate change adaptation planning in remote, resource-dependent communities: An Arctic example. *Regional Environmental Change*, 12(4), 825-37.
- Penner, S., Kevany, K., et Longboat, S. (2019). *Indigenous food sovereignty in Canada: Policy paper 2019*. Rural Policy Learning Commons.
- Pennesi, K., Arokium, J., et McBean, G. (2012). Integrating local and scientific weather knowledge as a strategy for adaptation to climate change in the Arctic. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 17(8), 897-922.
- Petrasek MacDonald, J., Ford, J.D., Cunsolo Willox, A., et Ross, N.A. (2013a). A review of protective factors and causal mechanisms that enhance the mental health of Indigenous Circumpolar youth. *International Journal of Circumpolar Health*, 72, 21775. DOI: 10.3402/ijch.v72i0.21775.
- Petrasek MacDonald, J., Harper, S.L., Cunsolo Willox, A., Edge, V.L., et Rigolet Inuit Community Government. (2013b). A necessary voice: Climate change and lived experiences of youth in Rigolet, Nunatsiavut, Canada. *Global Environmental Change*, 23(1), 360-71.
- Powys Whyte, K. (2014). Indigenous women, climate change impacts, and collective action. *Hypatia: A Journal of Feminist Philosophy*, 29(3), 599-616.
- Prior, T.L., et Heinämäki, L. (2017). The rights and role of Indigenous women in the climate change regime. *Arctic Review on Law and Politics*, 8, 193-221.
- Quinn, E. (2016a). Video documentary: How Indigenous knowledge is changing what we know about the Arctic. Eye on the Arctic, December 23. *Radio Canada, International*. <<http://www.rcinet.ca/en/2016/12/23/video-documentary-how-indigenous-knowledge-is-changing-what-we-know-about-the-arctic/>>
- Quinn, E. (2016b). Is climate change making the muskoxen sick on Victoria Island? Eye on the Arctic, October 31. *Radio Canada, International*. Consulté sur le site <<http://www.rcinet.ca/eye-on-the-arctic/2016/12/05/is-climate-change-making-the-muskoxen-sick-on-victoria-island/>>

- Ray, L., Burnett, K., Cameron, A., Joseph, S., LeBlanc, J., Parker, B., Recollet, A., et Sergerie, C. (2019). Examining Indigenous food sovereignty as a conceptual framework for health in two urban communities in northern Ontario, Canada. *IUHPE – Global Health Promotion*, 26(Suppl 3), 54-63.
- Reading, C. (2018). Structural determinants of Aboriginal Peoples' health. Dans M. Greenwood, S. de Leeuw, et N.M. Lindsay (éd.), *Determinants of Indigenous Peoples' health, Second Edition* (Chapter 1). Toronto, ON: Canadian Scholar's Press.
- Reading, C., et Wien, F. (2009). *Health inequalities and social determinants of Aboriginal peoples' health*. Prince George, BC: National Collaborating Centre for Aboriginal Health.
- Reading, J. (2015). Confronting the growing crisis of cardiovascular disease and heart health among Aboriginal peoples in Canada. *Canadian Journal of Cardiology*, 31(9), 1077-80.
- Receveur, O., et Kuhnlein, H. (1998). Benefits of traditional food in Dene/Métis communities. *International Journal of Circumpolar Health*, 57(Suppl), 219-21.
- Reed, G. (2019). *Connecting the local communities and Indigenous Peoples platform to domestic climate challenges in Canada*. Waterloo, ON: Centre for International Governance Innovation.
- Reid, C.E., Brauer, M., Johnston, F.H., Jerrett, M., Balmes, J.R., et Elliott, C.T. (2016). Critical review of health impacts of wildfire smoke exposure. *Environmental Health Perspectives*, 124, 1334-43.
- Reid, M.G., Hamilton, C., Reid, S.K., Trousdale, W., Hill, C., Turner, N., Picard, C.R., Lamontagne, C., et Matthews, H.D. (2014). Indigenous climate change adaptation planning using a values-focused approach: A case study with the Gitga'at Nation. *Journal of Ethnobiology*, 34(3), 401-24.
- Reiling, S.J., et Dixon, B.R. (2019). *Toxoplasma gondii*: How an Amazonian parasite became an Inuit health issue. *Canada Communicable Disease Report*, 45(7/8), 183-90.
- Reo, N.J., Whyte, K.P., McGregor, D., Smith, M.A., et Jenkins, J.F. (2017). Factors that support Indigenous involvement in multi-actor environmental stewardship. *AlterNative*, 13(2), 58-68.
- Research Northwest et Hershfield, M. (2017). *Changements climatiques : le point sur la situation du Yukon. Analyse des conséquences et des mesures d'adaptation*. Whitehorse, YK: Environment Yukon Climate Change Secretariat, <<https://yukon.ca/sites/yukon.ca/files/env/env-yukon-state-play-analysis-climate-change-impacts-adaptation.pdf>>
- Richards, G., Frehs, J., Myers, E. et Van Bibber, M. (2019). Commentaire - Le Programme sur le changement climatique et l'adaptation du secteur de la santé : mesures d'adaptation mises en avant par les chefs de file autochtones en matière de climat. *Promotion de la santé et prévention des maladies chroniques au Canada*, vol. 39(4), pages 127 à 130.
- Riedlinger, D., et Berkes, F. (2001). Contributions of traditional knowledge to understanding climate change in the Canadian Arctic. *Polar Record*, 37, 315-28.
- Robin, T. (2019). Our hands at work: Indigenous food sovereignty in Western Canada. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 9(Suppl. 2), 85-99.
- Rondeau, K.V. (2012). *Critical resource requirements for the delivery of primary health care services in rural, remote and isolated First Nations communities: A discussion paper*. Edmonton (Alb.) Préparé pour la Direction générale de la santé des Premières nations et des Inuits – Alberta.
- Rosol, R., Powell-Hellyer, S., et Chan, H. M. (2016). Impacts of decline harvest of country food on nutrient intake among Inuit in Arctic Canada: Impact of climate change and possible adaptation plan. *International Journal of Circumpolar Health*, 75(1), 31127.
- Royer, M.J.S., Hermann, T.M., Sonnentag, O., Fortier, D., Deluska, K., et Cuciurean, R. (2013). Linking Cree hunters' and scientific observations of changing inland ice and meteorological conditions in the subarctic eastern James Bay region, Canada. *Climatic Change*, 119(3-4), 719-32.
- Sabine Center for Climate Change Law, in collaboration with Arnold et Porter Kay Scholer LLP. (2005). *Petition to the Inter-American Commission on Human Rights seeking relief from violations resulting from global warming caused by acts and omissions of the United States*. New York, NY: Columbia University Law. Consulté sur le site ><http://climatecasechart.com/non-us-case/petition-to-the-inter-american-commission-on-human-rights-seeking-relief-from-violations-resulting-from-global-warming-caused-by-acts-and-omissions-of-the-united-states/?cn-reloaded=1>>
- Saini, M. (2012). *A systematic review of western and Aboriginal research designs: Assessing cross-validation to explore compatibility and convergence*. Prince George, BC: National Collaborating Centre for Aboriginal Health.
- Sanderson, D., Picketts, I.M., Déry, S.J., Fell, B., Baker, S., Lee-Johnson, E., et Auger, M. (2015). Climate change and water at Stellat-en First Nation, British Columbia, Canada: Insights from western science and traditional knowledge. *The Canadian Geographer*, 59(2), 136-50.
- Sandoval, C.D.M., Lagunas, R.M., Montelongo, L.T., et Díaz, M.J. (2016). Ancestral knowledge systems - A conceptual framework for decolonizing research in social science. *AlterNative: An International Journal of Indigenous Peoples*, 12(1), 18-31.
- Santisteban, R.S. (éd.). (2020). *Indigenous women & climate change*. Copenhagen: International Work Group for Indigenous Affairs. Consulté sur le site <https://www.iwgia.org/images/publications/new-publications/Indigenous_Women_and_Climate_Change_IWGIA.pdf>

- Sarkar, A., Hanrahan, M., et Hudson, A. (2015). Water insecurity in Canadian Indigenous communities: Some inconvenient truths. *Rural and Remote Health*, 15, 3354.
- Sawatzky, A., Cunsolo, A., Jones-Bitton, A., Gillis, D., Wood, M., Flowers, C., Shiwak, I., et Harper, S. L. (2020). "The best scientists are the people that's out there": Inuit-led integrated environment and health monitoring to respond to climate change in the Circumpolar North. *Climatic Change*, 160, 45-66. <<https://doi.org/10.1007/s10584-019-02647-8>>
- Sawatzky, A., Cunsolo, A., Jones-Bitton, A., Middleton, J., et Harper, S.L. (2018). Responding to climate and environmental change impacts on human health via integrated surveillance in the Circumpolar North: A systematic realistic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2706. DOI: 10.3390/ijerph15122706.
- Scharbach, J., et Waldram, J.B. (2016). Asking for a disaster: Being 'at risk' in the emergency evacuation of a northern Canadian Aboriginal community. *Human Organization*, 75(1), 59-70.
- Schuttenberg, H.Z., et Guth, H.K. (2015). Seeking our shared wisdom: A framework for understanding knowledge co-production and coproductive capacities. *Ecology and Society*, 20(1), 15. <<http://dx.doi.org/10.5751/ES-07038-200115>>
- Selkirk First Nation, Yukon Territory, in collaboration with the Arctic Institute of Community-Based Research. (2016). *Adapting to climate change and keeping our traditions*. Selkirk First Nation. Consulté sur le site <<https://static1.squarespace.com/static/56afc7218259b53bd8383cb8/t/57ab923e59cc68307527742f/1470861914849>>
- Selkirk First Nation, and Arctic Institute of Community-Based Research. (2019). *Keeping our traditions for the health and wellbeing of future Selkirk First Nation generations: "What do we do at the fish camp when there are no fish?".* Whitehorse, YK. Consulté sur le site <<https://www.aicbr.ca/selkirk-project>>
- Sellers, S. (2018). *Climate change and gender in Canada: A review*. New York, NY: Women's Environment and Development Organization. Consulté sur le site <<https://wedo.org/wp-content/uploads/2018/04/GGCA-CA-RP-07.pdf>>
- Services aux Autochtones Canada (SAC) (le 26 novembre 2018) *La gestion des urgences dans les communautés autochtones : aborder le thème de la santé mentale et de la sécurité culturelle dans les processus d'évacuation*. Ottawa (Ont.) : Série de webinaires du Programme sur le changement climatique et l'adaptation du secteur de la santé. Consulté le 6 décembre 2018 à <https://adaptationplatform.ca/documents/webinars/final_fn_em_webinar_poster_16_nov_18pdf>
- Services aux Autochtones Canada (SAC) (2019a). *Voix des communautés sur le changement climatique et l'adaptation du secteur de la santé dans le Nord du Canada : Recherche et action et les histoires qui les sous-tendent 2012-2016*. Ottawa (Ontario)
- Services aux Autochtones Canada (SAC) (2019b). *Communiqué Le gouvernement du Canada annonce de nouveaux investissements pour protéger les communautés des Premières Nations contre les incendies de forêt*. Ottawa (Ont.). Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/services-autochtones-canada/nouvelles/2019/08/le-gouvernement-du-canada-annonce-de-nouveaux-investissements-pour-protger-les-communauts-des-premieres-nations-contre-les-incendies-de-foret.html>>
- Services aux Autochtones Canada (SAC) (2019c). *Santé mentale et mieux-être des Premières Nations et des Inuits*. Ottawa (Ont.). Consulté sur le site : <<https://www.sac-isc.gc.ca/fra/1576089278958/1576089333975>>
- Services aux Autochtones Canada (SAC) (2021a). *Avis sur la qualité de l'eau à court terme*. Ottawa (Ont.). Consulté le 30 octobre 2020 à : <<https://www.sac-isc.gc.ca/fra/1562856509704/1562856530304>>
- Services aux Autochtones Canada (SAC) (2020b). *Lever les avis à long terme sur la qualité de l'eau potable*. Ottawa (Ont.). Consulté le 30 octobre 2020 à <<https://www.sac-isc.gc.ca/fra/1506514143353/1533317130660>>
- Service d'information et de recherche parlementaires (2020). *Les changements climatiques : Leurs répercussions et leur incidence sur les politiques*. Ottawa (Ont.) : Division de l'économie, des ressources et des affaires internationales, Division des affaires juridiques et sociales, gouvernement du Canada, publication n° 2019-460F.
- Sheedy, A. (2018). *The impacts of climate change on traditional and local food consumption in the Yukon*. Whitehorse, YK: Arctic Institute of Community-based Research for Northern Health and Well-being.
- Sinclair, R. (2007). Identity lost and found: Lessons from the Sixties Scoop. *First Peoples Child & Family Review*, 3(1), 65-82.
- Smylie, J. (2010). *Achieving strength through numbers: First Nations, Inuit, and Métis health information*. Prince George, BC: National Collaborating Centre for Aboriginal Health.
- Smylie, J., et Firestone, M. (2015). Back to the basics: Identifying and addressing underlying challenges in achieving high quality and relevant health statistics for Indigenous populations in Canada. *Statistical Journal of the International Association for Official Statistics*, 31(1), 67-87.
- Snyder, M., et Wilson, K. (2015). "Too much moving ... there's always a reason": Understanding urban Aboriginal peoples' experiences of mobility and its impact on holistic health. *Health & Place*, 34, 181-9.
- Société géographique royale du Canada (2018). *Atlas géographique des peuples autochtones du Canada – Inuits*. Ottawa (Ont.) : Société géographique royale du Canada.



- Spring, A., Carter, B., et Blay-Palmer, A. (2018). Climate change, community capitals, and food security: Building a more sustainable food system in a northern Canadian boreal community. *Canadian Food Studies*, 5(2), 111-41.
- Staples, K., et Natcher, D.C. (2015a). Gender, decision-making, and natural resource co-management in Yukon. *Arctic*, 68(3), 356-66.
- Staples, K., et Natcher, D.C. (2015b). Gender, critical mass, and natural resource co-management in the Yukon. *Northern Review*, 41, 139.
- Statham, S., Ford, J.D., Berrang-Ford, L., Lardeau, M.-P., Gough, W., et Siewierskia, R. (2015). Anomalous climatic conditions during winter 2010–2011 and vulnerability of the traditional Inuit food system in Iqaluit, Nunavut. *Polar Record*, 51(3), 301-17.
- Statistique Canada. (2016). *Infographie - La population autochtone au Canada, Recensement de la population de 2016*. Ottawa (Ont.). Consulté le 20 septembre 2019 à <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-627-m/11-627-m2017027-fra.htm>>
- Statistique Canada. (2017). *Les peuples autochtones au Canada : Faits saillants du Recensement de 2016*. Ottawa (Ont.). Consulté le 7 novembre 2018 à <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/171025/dq171025a-info-fra.htm>>
- Stoler, J., Jepson, W.E., et Wutich, A. (2020). Beyond handwashing: Water insecurity undermines COVID-19 response in developing areas. *Journal of Global Health*, 10(1), 1-4.
- Sudlovenick, E. (2019). *A serological survey and Inuit Qaujimajatuqangit of ringed seals (nattit) in Frobisher Bay, Nunavut*. Unpublished Masters of Science thesis, University of Prince Edward Island, Charlottetown, PEI, Canada.
- Szach, N.J. (2013). *Keepers of the water: Exploring Anishinaabe and Métis women's knowledge of water and participation in water governance in Kenora, Ontario*. Unpublished Masters of Natural Resources Management thesis, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, Canada.
- Tagalik, S. (2010). *Inuit Qaujimajatuqangit: The role of Indigenous Knowledge in supporting wellness in Inuit communities in Nunavut*. Prince George, BC: NCCA.
- Tam, B. (2013). *The effects of weather and climate variability on the well-being of a rural and urban Aboriginal group in Ontario, Canada*. Unpublished PhD dissertation, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.
- Tarasuk, V., et Mitchell, A. (2020). *Insécurité alimentaire des ménages au Canada, 2017-18*. Toronto, ON: Research to identify policy options to reduce food insecurity (PROOF). Consulté sur le site <https://proof.utoronto.ca/wp-content/uploads/2020/04/REPORT-1_FR.pdf>
- Task Force on Aboriginal Languages and Cultures. (2005). *Towards a new beginning: A foundational report for a strategy to revitalize First Nation, Inuit and Métis languages and cultures*. Ottawa, ON: Minister of Canadian Heritage.
- Tengö, M., Brondizio, E.S., Elmqvist, T., Malmer, P., et Spierenburg, M. (2014). Connecting diverse knowledge systems for enhanced ecosystem governance: The multiple evidence base approach. *Ambio*, 43(5), 579-91.
- Teslin Tlingit Council. (2012). Teslin's voice [documentary]. *Climate Telling*. Consulté sur le site ><https://vimeo.com/39303443>>
- The Press Free (TPF) (2021). Ne buvez pas l'eau du robinet, dit le maire d'Iqaluit aux résidents. TPF. Consulté sur le site : <<https://thepressfree.com/ne-buvez-pas-leau-du-robinet-dit-le-maire-diqualuit-aux-residents/>>
- Thivierge, K., Iqbal, A., Dixon, B., Dion, R., Levesque, B., Cantin, P., Cédilotte, L., Ndao, M., Proulx, J. F., et Yansouni, C. P. (2016). Cryptosporidium hominis is a newly recognized pathogen in the Arctic Region of Nunavik, Canada: Molecular characterization of an outbreak. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(4), e0004534.
- Thompson, S., Ballard, M., et Martin, D. (2014). Lake St. Martin First Nation community members' experiences of induced displacement: "We're like refugees". *Refuge*, 29(2), 75-86.
- Thompson, S., Gulrukh, A., Ballard, M., Beardy, B., Islam, D., Lozoznik, V., et Wong, K. (2011). Is community economic development putting healthy food on the table? Food sovereignty in northern Manitoba's Aboriginal communities. *Journal of Aboriginal Economic Development*, 7(2), 14-39.
- Thompson, S., Kamal, A., Alam, M.A., et Wiebe, J. (2012). Community development to feed the family in northern Manitoba communities: Evaluating food activities based on their food sovereignty, food security, and sustainable livelihood outcomes. *Canadian Journal of Nonprofit and Social Economy Research*, 3(2), 43-66.
- Tobias, J.K., et Richmond, C.A.M. (2014). "That land means everything to us as Anishinaabe...": Environmental dispossession and resilience on the North Shore of Lake Superior. *Health & Place*, 29, 26-33.
- Tomaselli, M., Kutz, S., Gerlach, C., et Checkley, S. (2017). Local knowledge to enhance wildlife population health surveillance: Conserving muskoxen and caribou in the Canadian Arctic. *Biological Conservation*, 217, 337-48.
- Trudeau, J., Premier ministre du Canada (2016). *Document de la démarche d'engagement continu sur le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques*. Ottawa (Ont.) : Cabinet du premier ministre.
- Turner, N., et Spalding, P.R. (2013). "We might go back to this": Drawing on the past to meet the future in Northwestern North American Indigenous communities. *Ecology and Society*, 18(4), 29.



- Ulturgasheva, O., Rasmus, S., Wexler, L., Nystad, K., et Kral, M. (2014). Arctic Indigenous youth resilience and vulnerability: Comparative analysis of adolescent experiences across five circumpolar communities. *Transcultural Psychiatry*, 51(5), 735-56.
- Uprety, Y., Asselin, H., Bergeron, Y., Doyon, F., et Boucher, J.-F. (2012). Contribution of traditional knowledge to ecological restoration: Practices and applications. *Ecoscience*, 19(3), 225-37.
- Vinyeta, K., Whyte, K.P., et Lynn, K. (2015). *Climate change through an intersectional lens: Gendered vulnerability and resilience in Indigenous communities in the United States*. Portland, OR: United States Department of Agriculture Pacific Northwest Research Station.
- Vinyeta, K., Whyte, K. P., et Lynn, K. (2016). Indigenous masculinities in a changing climate: Vulnerability and resilience in the United States. Dans E. Enarson, et B. Pease (éd.), *Men, masculinities and disaster* (Chapter 12). Routledge. Consulté sur le site <https://www.researchgate.net/profile/Kyle_Whyte/publication/304386709_Indigenous_masculinities_in_a_changing_climate_vulnerability_and_resilience_in_the_United_States/links/576dec5608ae0b3a3b75573b/Indigenous-masculinities-in-a-changing-climate-vulnerability-and-resilience-in-the-United-States.pdf>
- Vizina, Y. (2010). *Métis traditional environmental knowledge and science education*. Unpublished Master of Education theses, Department of Educational Foundations, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK.
- Watson, V. (2017). *Perceptions of water among the Inuit community in Iqaluit, Nunavut: An anti-colonialist, feminist political ecology*. Unpublished Master of Arts thesis, York University, Toronto, ON.
- Waugh, D., Pearce, T., Ostertag, S.K., Pokiak, V., Collings, P., et Loseto, L.L. (2018). Inuvialuit traditional ecological knowledge of beluga whale (*Delphinapterus leucas*) under changing climatic conditions in Tuktoyaktuk, NT. *Arctic Science*, 4, 242-58.
- Wexler, L. (2013). Looking across three generations of Alaska Natives to explore how culture fosters Indigenous resilience. *Transcultural Psychiatry*, 51(1), 73-92.
- White, J.P., Murphy, L., et Spence, N. (2012). Water and Indigenous peoples: Canada's paradox. *The International Indigenous Policy Journal*, 33, Article 3.
- Wilder, B.T., O'Meara, C., Monti, L., et Nabhan, G.P. (2016). The importance of Indigenous Knowledge in curbing the loss of language and biodiversity. *BioScience*, 66(6), 499-509.
- Williams, L., Fletcher, A., Hanson, C., Neapole, J., et Pollack, M. (2018). *Women and climate change impacts and action in Canada: Feminist, Indigenous, and intersectional perspectives*. Ottawa, ON: Canadian Research Institute for the Advancement of Women.
- Wilson, K., et Young, K. (2008). An overview of Aboriginal health research in the social sciences: Current trends and future directions. *International Journal of Circumpolar Health*, 67(2-3), 179-89.
- Wilson, N.J., Inkster, J., Mutter, E., Jochum, K., et McGrath, K. (2015). *Water action planning workshop report*. Whitehorse, YK: Yukon River Inter-Tribal Watershed Council. Consulté sur le site <https://riskcultureandenvironment.files.wordpress.com/2014/08/final_waterreport_2014-2015.pdf>
- Windchief, S., et Ryan, K. E. (2018). The sharing of indigenous knowledge through academic means by implementing self-reflection and story. *AlterNative: An International Journal of Indigenous Peoples*, 15(1), 82-89. <<https://doi.org/10.1177/1177180118818188>>
- Wright, C.J., Sargeant, J.M., Edge, V.L., Ford, J.D., Farahbakhsh, K., RIGG, Shiwak, I., Flowers, C., IHACC Research Team, et Harper, S. L. (2018a). Water quality and health in northern Canada: Stored drinking water and acute gastrointestinal illnesses in Labrador Inuit. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(33), 32975-87.
- Wright, C.J., Sargeant, J.M., Edge, V.L., Ford, J.D., Farahbakhsh, K., Shiwak, I., Flowers, C., Gordon, A. C., RIGG, IHACC Research Team, et Harper, S. L. (2018b). How are perceptions associated with water consumption in Canadian Inuit? A cross-sectional survey in Rigolet, Labrador. *Science of the Total Environment*, 618, 369-78.
- Wudel, B. et Shadabi, E. (2016). *Un court survol de la documentation portant sur les effets des changements climatiques sur les maladies véhiculées par les moustiques au Canada*. Winnipeg (Man.) : Centre de collaboration nationale des maladies infectieuses.
- Yansouni, C.P., Pernica, J.M., et Goldfarb, D. (2016). Enteric parasites in Arctic communities: Tip of the iceberg? *Trends in Parasitology*, 32(11), 834-38.
- Yeednoo Diinehdoo Ji'heezrit Nits'oo Ts'o' Nan He'aa Declaration*. (n.d.). Consulté sur le site <<http://www.vgfn.ca/pdf/CC%202019%20Declaration.pdf>>
- York, J., Dowsley, M., Cornwell, A., Kuc, M., et Taylor, M. (2016). Demographic and traditional knowledge perspectives on the current status of Canadian polar bear subpopulations. *Ecology and Evolution*, 6(9), 2897-2924.
- Young, T.K. (2003). Review of research on Aboriginal populations in Canada: Relevance to their health needs. *British Medical Journal*, 327, 419-22.
- Yukon River Inter-Tribal Watershed Council. (2017). *Water Quality - Yukon River Inter-Tribal Watershed, Yukon project. ClimateTelling*. Consulté sur le site <<http://www.climate telling.info/yukon-river.html>>



Yusa, A., Berry, P., Cheng, J.J., Ogden, N., Bonsal, B., Stewart, R., et Waldick, R. (2015). Climate change, drought and human health in Canada. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(7), 8359-8412.

Zavalete-Cortijo, C., Ford, J., Arotoma-Rojas, I., Lwasa, S., Lancha-Rucoba, G., Garcia, P., Miranda, J., Namanya, D. B., New, M., Wright, C. J., Berrang-Ford, L., Indigenous Health Adaptation to Climate Change Research Team, et Harper, S. L. (2020). Climate change and COVID-19: Reinforcing Indigenous food systems. *The Lancet Planetary Health*, pp. 1-2. DOI: <[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30173-X](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30173-X)>



CHAPITRE 3

Aléas naturels

LA SANTÉ DES CANADIENS ET DES CANADIENNES DANS
UN CLIMAT EN CHANGEMENT : FAIRE PROGRESSER NOS
CONNAISSANCES POUR AGIR



Santé
Canada

Health
Canada

Canada



Auteurs principaux

Pierre Gosselin, Institut national de santé publique du Québec et Centre Terre, Eau, Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique

Céline Campagna, Institut national de santé publique du Québec et Centre Terre, Eau, Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique

Auteurs collaborateurs

David Demers-Bouffard, Institut national de santé publique du Québec

Sami Qutob, Santé Canada

Mike Flannigan, Université de l'Alberta

Suggestion de citation

Gosselin, P., Campagna, C., Demers-Bouffard, D., Qutob, S., et Flannigan, M. (2022). Aléas naturels. Dans P. Berry et R. Schnitter (éd.), [*La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir*](#). Ottawa (Ontario) : gouvernement du Canada.



Table des matières

Résumé	138
Messages clés	138
3.1 Introduction	144
3.2 Méthodes et approche	144
3.3 Tendances générales de l'intensité et de la fréquence des aléas naturels influencés par les changements climatiques et liens avec la santé	145
3.4 Réchauffement moyen et événements de chaleur extrême	147
3.4.1 Impacts des changements climatiques sur la chaleur – tendances et projections	147
3.4.1.1 Températures moyennes annuelles	147
3.4.1.2 Événements de chaleur extrême	148
3.4.2 Effets de la chaleur sur la santé	149
3.4.2.1 Mortalité toutes causes confondues pendant les événements de chaleur extrême	150
3.4.2.2 Caractérisation du lien entre la mortalité et la chaleur	150
3.4.2.3 Mortalité liée aux projections climatiques	151
3.4.2.4 Hospitalisations toutes causes confondues et hospitalisations pour des maladies cardiovasculaires	151
3.4.2.5 Maladies cardiovasculaires et autres	151
3.4.2.6 Effets périnataux	152
3.4.2.7 Impacts indirects de la diminution de la qualité de l'eau et de l'air	152
3.4.2.8 Santé psychosociale	153
3.4.2.9 Impacts bénéfiques	153
3.4.3 Populations présentant des risques accrus face à la chaleur	154
3.4.3.1 Aînés	154
Encadré 3.1 Chaleur et COVID-19	155
3.4.3.2 Enfants	156
3.4.3.3 Sexe et genre	156
3.4.3.4 Maladies chroniques	156
3.4.3.5 Consommation de médicaments ou abus de substances	157
3.4.3.6 Exposition au travail	157
3.4.3.7 Îlots de chaleur urbains	158



3.4.3.8 Populations autochtones	158
3.4.3.9 Défavorisation matérielle et sociale	159
3.4.3.10 Personnes en situation d'itinérance	160
3.4.3.11 Communautés racisées	160
3.4.4 Mesures d'adaptation à la chaleur	161
3.4.4.1 Mesures d'adaptation individuelles	161
Encadré 3.2 Ajustement des mesures d'adaptation à la chaleur dans le contexte de la COVID-19	162
3.4.4.2 Mesures d'adaptation en santé publique	163
Encadré 3.3 Amélioration des pratiques avec le plan d'action sur la chaleur de Montréal	164
3.4.4.3 Mesures d'adaptation des infrastructures	165
Encadré 3.4 Les cobénéfices du verdissement sur la santé des collectivités	165
3.5 Exposition aux rayons ultraviolets	167
3.5.1 Impacts des changements climatiques sur les rayons ultraviolets – tendances et projections	167
3.5.2 Effets des rayons ultraviolets sur la santé	168
3.5.2.1 Cancer de la peau	168
3.5.2.2 Cataractes et tumeurs oculaires	168
3.5.2.3 Immunosuppression	168
3.5.2.4 Vitamine D et tension artérielle	169
3.5.3 Populations présentant des risques accrus face au rayonnement ultraviolet	169
3.5.4 Mesures d'adaptation aux ultraviolets	170
3.5.4.1 Mesures d'adaptation individuelles	170
3.5.4.2 Mesures d'adaptation publiques	170
3.5.4.3 Mesures d'adaptation des infrastructures	171
3.6 Événements de froid moyen et de froid extrême	171
3.6.1 Impacts des changements climatiques sur le froid – tendances et projections	171
3.6.2 Effets du temps froid sur la santé	172
3.6.2.1 Mortalité	172
3.6.2.2 Infections	173
3.6.2.3 Hospitalisations et visites aux services d'urgence	173
3.6.2.4 Impact global sur la santé	173
3.6.3 Comparaison annuelle de la mortalité due au froid et à la chaleur	174



3.6.3.1 Géographie	174
3.6.3.2 Projections de la mortalité d'ici 2100	174
3.6.4 Populations présentant des risques accrus face au froid	176
3.6.4.1 Âge, sexe et genre	176
3.6.4.2 Maladies chroniques	176
3.6.4.3 Défavorisation matérielle et sociale	177
3.6.4.4 Personnes en situation d'itinérance	177
3.6.5 Mesures d'adaptation au froid	177
3.6.5.1 Système d'alerte de la population	177
3.6.5.2 Isolation des logements	178
3.6.5.3 Santé et sécurité au travail	178
3.7 Sécheresse	179
3.7.1 Impacts des changements climatiques sur la sécheresse – tendances et projections	179
3.7.2 Effets de la sécheresse sur la santé	180
3.7.2.1 Impacts sanitaires indirects de la diminution de la qualité de l'air	180
3.7.2.2 Maladies infectieuses	181
3.7.2.3 Maladies d'origine hydrique	181
3.7.2.4 Sécurité alimentaire	181
3.7.3 Populations présentant des risques accrus face à la sécheresse	182
3.7.3.1 Vie en milieu rural	182
3.7.3.2 Santé psychosociale	182
3.7.3.3 Insécurité alimentaire et malnutrition	183
3.7.3.4 Âge, sexe et genre	183
3.7.4 Mesures d'adaptation à la sécheresse	183
3.7.4.1 Sensibilisation aux impacts psychosociaux	183
3.7.4.2 Programmes de soutien financier et systèmes de surveillance et d'alerte	184
3.7.4.3 Surveillance des impacts indirects de la sécheresse sur la qualité de l'air et de l'eau	184
3.8 Feux de forêt	185
3.8.1 Impacts des changements climatiques sur les feux de forêt – tendances et projections	185
3.8.2 Effets des feux de forêt sur la santé	186
3.8.2.1 Caractérisation de la fumée des feux de forêt	186



3.8.2.2 Fumée des feux de forêt et mortalité	187
3.8.2.3 Fumée des feux de forêt et maladies respiratoires et cardiovasculaires	187
3.8.2.4 Exposition directe aux feux de forêt et santé psychosociale	188
3.8.2.5 Maladies d'origine hydrique	188
3.8.3 Populations présentant des risques accrus face aux feux de forêt	189
3.8.3.1 Morbidité préexistante	189
3.8.3.2 Aînés	189
3.8.3.3 Enfants	189
3.8.3.4 Iniquités sociales	190
3.8.3.5 Populations autochtones	190
3.8.3.6 Sécurité des pompiers luttant contre les feux de végétation	190
3.8.4 Mesures d'adaptation aux feux de forêt	190
3.8.4.1 Mesures d'adaptation individuelles	190
3.8.4.2 Mesures d'adaptation publiques	191
3.8.4.3 Mesures d'adaptation des infrastructures	192
3.9 Précipitations et tempêtes	193
3.9.1 Impacts des changements climatiques sur les précipitations et les tempêtes – tendances et projections	193
3.9.2 Effets sanitaires des précipitations et des tempêtes	195
3.9.2.1 Traumatismes non intentionnels – Précipitations	195
3.9.2.2 Traumatismes non intentionnels – Tempêtes	195
3.9.2.3 Accidents de la route – Précipitations	196
3.9.2.4 Activité physique	196
3.9.2.5 Maladies d'origine hydrique	196
3.9.2.6 Impacts indirects – Pannes d'électricité	197
3.9.3 Populations présentant des risques accrus face aux tempêtes et aux précipitations	198
3.9.3.1 Précipitations	198
3.9.3.2 Tempêtes	199
3.9.4 Mesures d'adaptation aux tempêtes et aux précipitations	200
3.9.4.1 Mesures d'adaptation publiques	200
3.9.4.2 Mesures d'adaptation des infrastructures	201



3.10 Inondations, inondations côtières et érosion côtière	202
3.10.1 Impacts des changements climatiques sur les inondations, les inondations côtières et l'érosion côtière – tendances et projections	202
3.10.2 Effets sanitaires des inondations, des inondations côtières et de l'érosion côtière	203
3.10.2.1 Inondations – Impacts physiques	203
3.10.2.2 Inondations – Impacts psychosociaux	204
3.10.2.3 Inondations côtières	205
3.10.2.4 Érosion côtière	205
3.10.2.5 Impacts indirects – Pannes d'électricité	205
3.10.3 Populations présentant des risques accrus face aux inondations, aux inondations côtières et à l'érosion côtière	206
3.10.3.1 Âge	206
3.10.3.2 Sexe et genre	206
3.10.3.3 Présence de maladies préexistantes	207
3.10.3.4 Populations autochtones	207
3.10.3.5 Vie en milieu rural et faible statut socioéconomique	207
3.10.3.6 Assurance	207
3.10.4 Mesures d'adaptation aux inondations, aux inondations côtières et à l'érosion côtière	208
3.10.4.1 Mesures d'adaptation individuelles	208
3.10.4.2 Mesures d'adaptation publiques	209
3.10.4.3 Mesures d'adaptation des infrastructures	210
3.10.4.4 Évaluation des mesures d'adaptation aux inondations, aux inondations côtières et à l'érosion côtière	211
3.11 Glissements de terrain, avalanches et dégel du pergélisol	212
3.11.1 Impacts des changements climatiques sur les glissements de terrain, les avalanches et le dégel du pergélisol – tendances et projections	212
3.11.2 Impacts sanitaires des glissements de terrain, des avalanches et du dégel du pergélisol	213
3.11.2.1 Impacts sanitaires des glissements de terrain	213
3.11.2.2 Impacts sanitaires des avalanches	213
3.11.2.3 Impacts sanitaires du dégel du pergélisol	214
3.11.3 Populations présentant des risques accrus face aux glissements de terrain, aux avalanches et au dégel du pergélisol	214
3.11.4 Mesures d'adaptation aux glissements de terrain, aux avalanches et au dégel du pergélisol	215



3.11.4.1 Mesures d'adaptation aux glissements de terrain	215
3.11.4.2 Mesures d'adaptation aux avalanches	215
3.11.4.3 Mesures d'adaptation au dégel du pergélisol	216
3.12 Lacunes dans la littérature et incertitude quant aux preuves scientifiques par rapport aux impacts sanitaires des aléas naturels influencés par les changements climatiques	217
3.12.1 Données portant sur la santé et les aléas naturels	217
3.12.2 Type d'aléas naturels pris en compte	218
3.12.3 Impacts sanitaires directs et indirects	218
3.12.4 Impacts des événements découlant d'aléas naturels combinés	218
3.12.5 Impacts en cascade des aléas et impacts sur les systèmes de santé	219
3.12.6 Comportements et mode de vie	219
3.12.7 Évaluation des mesures d'adaptation	219
3.12.8 Impacts économiques des effets sanitaires et des mesures d'adaptation et d'atténuation	220
3.12.9 Importance relative des facteurs de vulnérabilité et de protection	220
3.12.10 Représentation équitable dans la littérature	220
3.12.11 Populations autochtones	221
3.12.12 Facteurs à l'appui de l'adaptation	221
3.12.13 Communication sur les changements climatiques	222
3.13 Conclusion	222
3.14 Références	224

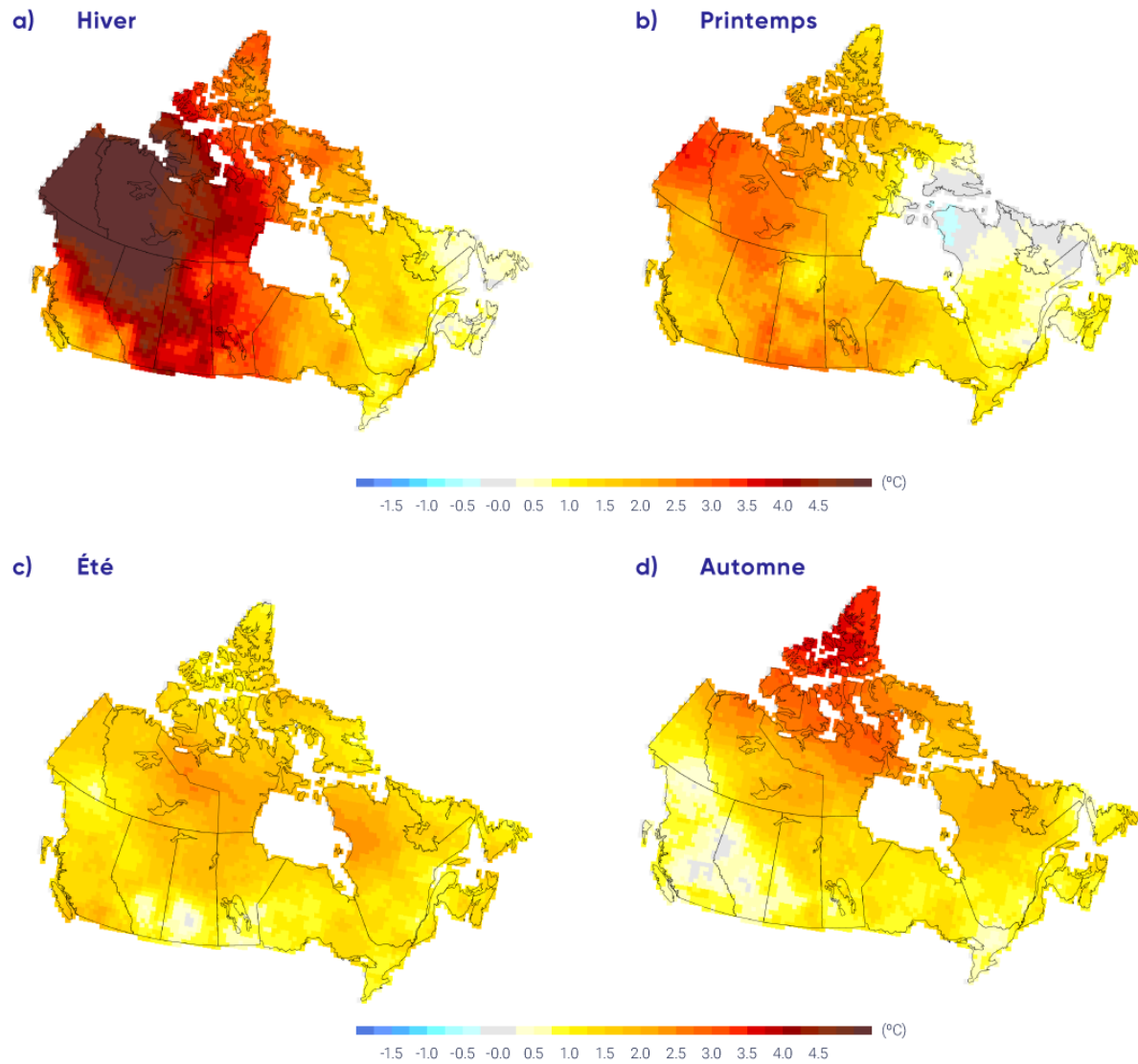
Résumé

Les vagues de chaleur, les graves inondations, les feux de forêt, l'érosion du littoral et les sécheresses sont quelques exemples d'aléas naturels dont la fréquence et l'intensité sont influencées par les changements climatiques. Ces aléas peuvent causer des pertes en vies humaines, des blessures et divers problèmes de santé, des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement. Les impacts des aléas naturels sur la santé humaine sont particulièrement préoccupants. Des coups de chaleur aux maladies cardiovasculaires et respiratoires, en passant par les impacts psychologiques et sociaux, les impacts sanitaires des aléas naturels sont graves et dépendent de processus complexes impliquant des facteurs individuels, sociaux, économiques et environnementaux. Le Canada a vu de nombreux exemples d'impacts graves de ces aléas sur la santé et la sécurité de la population au cours des dernières années (p. ex., vague de chaleur et sécheresse en Colombie-Britannique, feux à Fort McMurray en Alberta, vagues de chaleur et inondations de 2018 en Ontario et au Québec, tempêtes dans les provinces maritimes). À mesure que les changements climatiques s'accroîtront, ces impacts sur les populations augmenteront à moins que des mesures d'adaptation efficaces ne soient mises en œuvre pour les réduire et protéger les populations les plus à risque d'être touchées. Des exemples de ces mesures d'adaptation propres à chaque aléa existent déjà et devraient être activement mis en œuvre par la société civile, les municipalités, les autorités sanitaires, les provinces et le gouvernement fédéral.

Messages clés

- On s'attend à ce que de nombreux événements météorologiques extrêmes, et les impacts sur la santé des Canadiens et des Canadiennes qui y sont associés, augmentent au cours des prochaines décennies, sous l'effet du réchauffement généralisé. Par exemple, la chaleur extrême deviendra plus fréquente et plus intense. Cela augmentera la gravité des vagues de chaleur et contribuera à accroître les risques de sécheresse et de feux de forêt. Pour la majeure partie du Canada, les précipitations devraient augmenter, en moyenne, bien qu'il soit possible que les précipitations estivales diminuent dans certaines régions. Les risques d'inondation urbaine augmenteront en raison de précipitations plus intenses (Rapport sur le climat changeant du Canada, 2019).
- On prévoit que les décès au Canada augmenteront considérablement d'ici la fin du siècle en raison des effets de la hausse des températures (et de la chaleur extrême) si les émissions de gaz à effet de serre (GES) continuent d'augmenter au même rythme qu'au cours des 30 dernières années. À cela s'ajoutent les effets sanitaires potentiels de l'évolution de certains événements météorologiques extrêmes (p. ex., feux de forêt, sécheresses, vagues de chaleur, précipitations extrêmes), comme l'augmentation des blessures accidentelles, de l'anxiété et de la dépression, des maladies d'origine hydrique, des problèmes cardiovasculaires et des maladies respiratoires. Les travailleurs directement exposés à ces événements extrêmes se heurtent déjà à un accroissement du fardeau de la maladie et des blessures.

- Les communautés des régions côtières sont confrontées à une multitude de risques accrus. On s'attend à davantage d'inondations côtières dans de nombreuses régions du Canada en raison de l'augmentation locale du niveau de la mer. La perte de glace de mer dans l'Arctique, l'est du Québec et le Canada atlantique augmente encore le risque de dommages aux infrastructures et aux écosystèmes côtiers en raison d'ondes de tempête et de vagues plus importantes (Rapport sur le climat changeant du Canada, 2019).
- Certaines populations des zones urbaines et rurales ont un accès limité aux ressources financières, sociales, sanitaires et humaines nécessaires pour s'adapter aux aléas naturels influencés par les changements climatiques. De nombreuses collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis subissent un fardeau plus lourd d'iniquités en santé et de déterminants connexes d'une mauvaise santé. À ceci s'ajoute leur dépendance à l'égard de l'environnement pour leur subsistance, leurs moyens de subsistance et leurs pratiques culturelles, ce qui les rend particulièrement sensibles aux impacts des changements climatiques, y compris les aléas naturels.
- Les aînés sont particulièrement à risque de souffrir des impacts sanitaires des événements liés aux changements climatiques, comme les vagues de chaleur, les vagues de froid, la sécheresse, la fumée des feux de forêt et les inondations. L'âge et les maladies chroniques sont les principaux facteurs de vulnérabilité, et le fait que notre société vieillisse rapidement augmentera ce risque au cours des prochaines décennies. Les vulnérabilités des aînés peuvent être aggravées par la perte de cohésion communautaire, l'inégalité socioéconomique et l'adoption de comportements malsains.
- Les provinces, les municipalités, la société civile, les autorités de santé et le gouvernement fédéral ont un rôle déterminant à jouer en matière d'adaptation aux changements climatiques. Malgré les progrès réalisés sur de nombreux fronts, les mesures d'adaptation font toujours défaut, en particulier pour les sécheresses, les tempêtes et les fortes précipitations. De plus, les populations exposées à des risques accrus et les conditions évitables qui augmentent ces risques sont souvent négligées par les parties prenantes lors de la mise en œuvre des mesures d'adaptation.
- De nombreuses solutions susceptibles de réduire l'exposition humaine et la vulnérabilité aux aléas naturels influencés par les changements climatiques sont déjà connues et devraient être mieux promues. Ces solutions comprennent le verdissement des milieux de vie, l'identification des zones à risque, l'utilisation de systèmes d'alerte précoce, l'amélioration de l'accès aux ressources, la mise en pratique de l'aménagement intégré du territoire, la mise à jour des infrastructures et la sensibilisation du public.
- Le rythme, la nature et l'étendue des mesures d'adaptation doivent augmenter rapidement et considérablement afin de réduire les impacts sanitaires actuels et futurs au Canada, y compris les évacuations liées au climat et les déplacements forcés.



Changements observés (en °C) dans les températures moyennes saisonnières de 1948 à 2016 pour quatre saisons. Source : Zhang et coll., 2019.

Aperçu des impacts sur la santé des aléas naturels découlant des changements climatiques

CATÉGORIE D'IMPACT OU D'ALÉA SANITAIRE	CAUSES LIÉES AU CLIMAT	EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ
Températures extrêmes et réchauffement graduel	<ul style="list-style-type: none">• Vagues de chaleur plus fréquentes, plus graves et plus longues• Effet d'îlot de chaleur urbain accru• Aléas combinés liés au climat (p. ex., chaleur, feux de forêt, sécheresse, inondations)• Températures froides extrêmes et moyennes moins marquées• Réchauffement à long terme et vagues de chaleur	<ul style="list-style-type: none">• Augmentation des maladies directement liées à la chaleur (p. ex., œdème thermique, éruption cutanée, épuisement par la chaleur, coup de chaleur) et des décès, en particulier chez les travailleurs• Augmentation des troubles respiratoires• Augmentation des troubles cardiovasculaires, en particulier chez les personnes âgées et les personnes atteintes de maladies chroniques• Complications des soins périnataux (p. ex., en cas de fausse couche, de naissance prématurée ou de complications congénitales)• Augmentation du nombre de visites à l'urgence pour des problèmes de santé mentale• Impacts psychosociaux• Modification possible des tendances relatives aux maladies et aux décès en raison du réchauffement progressif des températures (p. ex., en raison de l'augmentation des niveaux d'activité à l'extérieur)• Impacts sur les infrastructures de santé• Impacts sur les services de santé et services sociaux• Diminution potentielle de la morbidité et de la mortalité liées au froid



CATÉGORIE D'IMPACT OU D'ALÉA SANITAIRE	CAUSES LIÉES AU CLIMAT	EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ
Températures extrêmes et réchauffement graduel (suite)		<ul style="list-style-type: none">• Risque accru de maladies infectieuses d'origine zoonotique directement transmises par des animaux et des arthropodes vecteurs, et contractées par inhalation de sources environnementales
Événements météorologiques extrêmes et aléas naturels	<ul style="list-style-type: none">• Orages plus fréquents, plus longs et plus violents, ouragans de plus forte intensité et autres types de phénomènes météorologiques violents• Augmentation des précipitations extrêmes et des inondations qui en découlent, à l'exception des inondations printanières qui diminueront• Glissements de terrain et avalanches• Augmentation des inondations côtières, de l'érosion côtière et des épisodes d'ondes de tempête• Augmentation de la sécheresse, en particulier dans les Prairies, au Québec et dans l'intérieur de la Colombie-Britannique	<ul style="list-style-type: none">• Décès, blessures et maladies causés par des tempêtes violentes, des inondations et d'autres aléas• Augmentation de la mortalité et des maladies respiratoires liées à la fumée des feux de forêt• Effets sur la santé psychologique, y compris les effets sur la santé mentale et les maladies liées au stress attribuables à des événements extrêmes (comme les inondations, les feux de forêt, les sécheresses)• Impacts sur la santé physique et mentale de l'insécurité alimentaire et des pénuries d'eau• Maladies (principalement infectieuses) liées à la contamination de l'eau potable et de l'eau utilisée à des fins récréatives• Décès, maladies et blessures dus à l'évacuation ou au déplacement de populations, et pressions connexes sur la protection civile, les abris d'urgence et les infrastructures sanitaires



CATÉGORIE D'IMPACT OU D'ALÉA SANITAIRE	CAUSES LIÉES AU CLIMAT	EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ
Événements météorologiques extrêmes et aléas naturels (suite)	<ul style="list-style-type: none">• Dommages accrus aux milieux naturels et bâtis• Augmentation de la fréquence et de la gravité des feux de forêt, ainsi que de la superficie brûlée• Aléas combinés ou en série liés au climat (comme la chaleur, les feux de forêt, la sécheresse, les inondations)	<ul style="list-style-type: none">• Impacts indirects sur la santé liés aux changements écologiques, aux dommages aux infrastructures et à l'interruption des services de santé en raison d'événements extrêmes• Exacerbation des maladies chroniques et infectieuses et des blessures dues à des dommages à l'infrastructure (tels que le logement, l'eau, l'assainissement, les établissements de santé)• Détérioration des résultats de santé en raison des restrictions de déplacements touchant les services de santé et d'urgence, des retards d'approvisionnement en produits pharmaceutiques et médicaux essentiels et de la mise en péril de la sécurité des patients• Épidémies de maladies transmises par les moustiques

3.1 Introduction

On prévoit que les changements climatiques accroîtront la fréquence, l'intensité de même que les conséquences globales de nombreuses conditions météorologiques extrêmes survenant au Canada, même dans le cas d'un scénario de faibles émissions (Bush et Lemmen, 2019). Dans le présent chapitre, ces conditions sont nommées aléas naturels, même si elles ne sont pas entièrement naturelles puisqu'influencées par plusieurs facteurs humains, incluant les émissions de gaz à effet de serre (GES). Un aléa naturel est un phénomène, souvent une condition météorologique ou hydrométéorologique extrême (p. ex., de fortes précipitations ou températures extrêmes), susceptible d'occasionner des pertes de vies humaines ou des blessures, des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement (Morin, 2008). Ainsi, les aléas naturels ont des impacts sur les humains ou sur les infrastructures sur lesquelles les collectivités comptent.

Les impacts des aléas naturels sur la santé humaine sont particulièrement préoccupants. Des coups de chaleur aux maladies cardiovasculaires et respiratoires, en passant par les impacts psychologiques et sociaux, les impacts sanitaires des aléas naturels sont nombreux et dépendent de processus complexes impliquant des facteurs individuels, sociaux, économiques et environnementaux. La prise de conscience croissante de ces impacts s'est accompagnée d'un nombre important d'études sur ces impacts au Canada et à l'étranger.

Le présent chapitre fait le point sur l'état des connaissances quant aux changements climatiques passés et prévus en ce qui concerne les aléas naturels, les liens entre ces aléas et la santé de la population au Canada ou dans des pays semblables (en fonction de la démographie, du produit intérieur brut [PIB] et du climat), ainsi que les principaux risques ou vulnérabilités sur le plan sanitaire. Il examine également les mesures d'adaptation possibles à ces aléas afin de réduire leur impact sur la santé de la population, sur la base d'études scientifiques publiées. Ce chapitre n'est donc pas un portrait descriptif ni exhaustif des impacts vécus par les collectivités du Canada, des programmes disponibles pour s'adapter, ni des mesures mises en place par les décideurs. Seuls les aléas naturels influencés par les changements climatiques ont été pris en compte dans la présente analyse.

3.2 Méthodes et approche

On a effectué une revue des documents scientifiques publiés entre 2008 et 2019 au sujet des connaissances en lien avec les aléas naturels, la santé et l'adaptation dans les pays développés ayant un climat tempéré ou polaire, comme celui du Canada. Pour être incluse, une étude devait porter sur les liens entre la santé et les aléas naturels influencés par les changements climatiques, par exemple traiter de la vulnérabilité face à un aléa naturel ou des mesures d'adaptation à ces aléas et de leur potentiel pour minimiser directement ou indirectement les impacts sur la santé.

L'information présentée dans ce chapitre met à jour celle des précédentes évaluations de Santé Canada réalisées en 2008 et en 2014. Les renseignements sur le climat en évolution au Canada et ses changements des conditions moyennes ainsi que les changements dans les conditions extrêmes (appelés ici aléas naturels) ont été tirés des chapitres pertinents du *Rapport sur le climat changeant du Canada* publié par le gouvernement du Canada (Bush et Lemmen, 2019). D'autres études pertinentes ont été recensées après la phase de recherche documentaire et ont été incluses dans la revue des documents. La littérature grise a servi à compléter la littérature scientifique existante ou à mettre en évidence des études de cas pertinentes. La priorité a été accordée aux études réalisées au Canada; les études d'autres pays similaires (p. ex, pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques [OCDE]) ont été utilisées lorsqu'il n'y avait pas suffisamment de renseignements propres au contexte canadien. Certaines ont été utilisées à des fins de comparaison avec le contexte canadien. L'incertitude dans les données actuelles (c.-à-d., ce que l'on ne connaît pas ou peu) est prise en considération en soulignant les lacunes dans la littérature scientifique, les limites de certaines études ou les résultats contradictoires. Les lacunes en matière de recherche et l'incertitude dans les preuves scientifiques ont également été soulignées.

3.3 Tendances générales de l'intensité et de la fréquence des aléas naturels influencés par les changements climatiques et liens avec la santé

Comme il a été conclu dans le *Rapport sur le climat changeant du Canada* (Bush et Lemmen, 2019), le réchauffement de la Terre pendant l'âge industriel est sans équivoque, et il est extrêmement probable que les activités humaines, en particulier les émissions de gaz à effet de serre (GES), aient été la principale cause de ce réchauffement depuis le milieu du XX^e siècle. Ce réchauffement à l'échelle mondiale s'est également accompagné d'augmentations de la chaleur extrême et de diminutions des froids extrêmes, d'une augmentation de la vapeur d'eau atmosphérique, d'un réchauffement des océans et d'une diminution de la couverture de neige et de glace. Le niveau moyen de la mer à l'échelle mondiale a augmenté en raison de l'expansion de l'eau océanique causée par le réchauffement et de l'ajout d'eau de fonte précédemment stockée dans les glaciers et les nappes glaciaires terrestres. Ces changements planétaires causés par le réchauffement du système climatique touchent le Canada (figure 3.1).

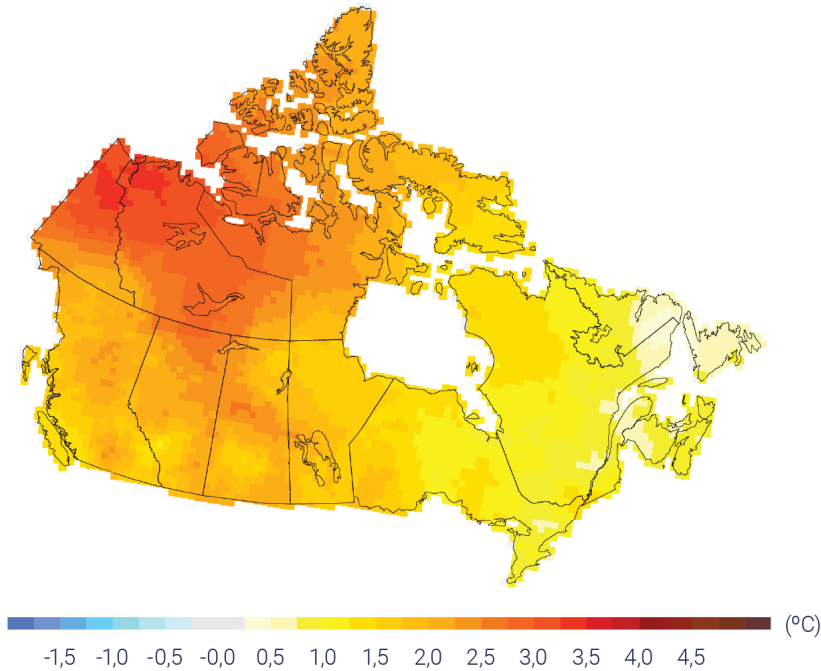


Figure 3.1 Changements observés (en °C) de la température annuelle au Canada entre 1948 et 2016, selon les tendances linéaires. Source : Zhang et coll., 2019.

Ce réchauffement généralisé modifie, voire aggrave, de nombreux aléas naturels : chaleur extrême, précipitations et tempêtes extrêmes, sécheresse, feux de forêt, risque d'inondation, glissements de terrain, avalanches et dégel du pergélisol. Ces changements modifient de nombreux écosystèmes qui touchent ensuite différentes populations. En effet, le climat et les événements climatiques sont des déterminants de santé à plusieurs égards. Ils peuvent agir sur l'état de santé des individus de façon directe (p. ex., en cas de chaleur ou de froid extrême), indirecte (par la modification des écosystèmes qui entraînent à leur tour l'émergence de nouvelles maladies) ou en influençant d'autres déterminants dont les déterminants sociaux de santé (p. ex., perte de revenus lors d'un événement extrême) (Bélanger et coll., 2019).

Cependant, les individus et les groupes sociaux n'ont pas la même capacité d'adaptation aux changements climatiques (Bélanger et coll., 2019) et certaines populations sont plus à risque d'en subir les effets directs, indirects ou sociaux. Ce risque est une notion construite autour de trois variables : la survenue d'aléa naturel, l'exposition réelle des populations et la vulnérabilité préalable qui inclut la sensibilité aux impacts et la capacité d'adaptation des personnes, des populations et des collectivités. Pour faire face aux défis de santé publique liés aux changements climatiques, la recherche et l'intervention doivent être axées sur ces trois paramètres : comprendre et circonscrire les aléas à venir, identifier les groupes à risque et comprendre leur capacité d'adaptation. Les sections suivantes fournissent des renseignements sur l'impact de ces changements passés et prévus sur la santé et la sécurité. Les responsables de la santé publique peuvent utiliser ces renseignements pour élaborer ou mettre à jour les politiques et les programmes nécessaires avec les partenaires, afin de protéger les Canadiens et les Canadiennes.

3.4 Réchauffement moyen et événements de chaleur extrême

3.4.1 Impacts des changements climatiques sur la chaleur – tendances et projections

3.4.1.1 Températures moyennes annuelles

Les conséquences des changements climatiques découlent essentiellement d'une augmentation des températures moyennes à l'échelle planétaire. Le Canada ne fait pas exception, ayant subi une augmentation des températures moyennes de 1,7 °C entre 1948 et 2016 (figure 3.1), soit environ le double du réchauffement moyen observé à l'échelle mondiale (Zhang et coll., 2019). Les régions nordiques canadiennes (nord du Canada) sont particulièrement touchées, affichant une hausse moyenne de 2,3 °C, soit un réchauffement environ trois fois plus rapide que le rythme mondial (Zhang et coll., 2019). Les températures moyennes pour l'ensemble du Canada devraient augmenter de 1,8 °C, selon un scénario de faibles émissions, et de 6,3 °C, selon un scénario d'émissions élevées, pour la fin du siècle (2081-2100) par rapport à 1986-2005. Par corolaire, les températures moyennes estivales augmenteront partout au Canada bien qu'on observe de grandes variations en fonction des régions et des scénarios climatiques (Jeong et coll., 2016). Selon un scénario d'émissions élevées de GES (RCP 8.5), des villes situées dans le sud du pays comme Fredericton, Québec, Calgary et Victoria pourraient voir leurs températures moyennes estivales s'élever de 4 °C à 5 °C pour la période de 2051 à 2080, comparativement aux températures observées entre 1976 et 2005 (Prairie Climate Centre, 2019). Dans tous les cas, le nord du Canada continuera de se réchauffer plus rapidement que le sud du Canada, particulièrement en hiver (figure 3.2).

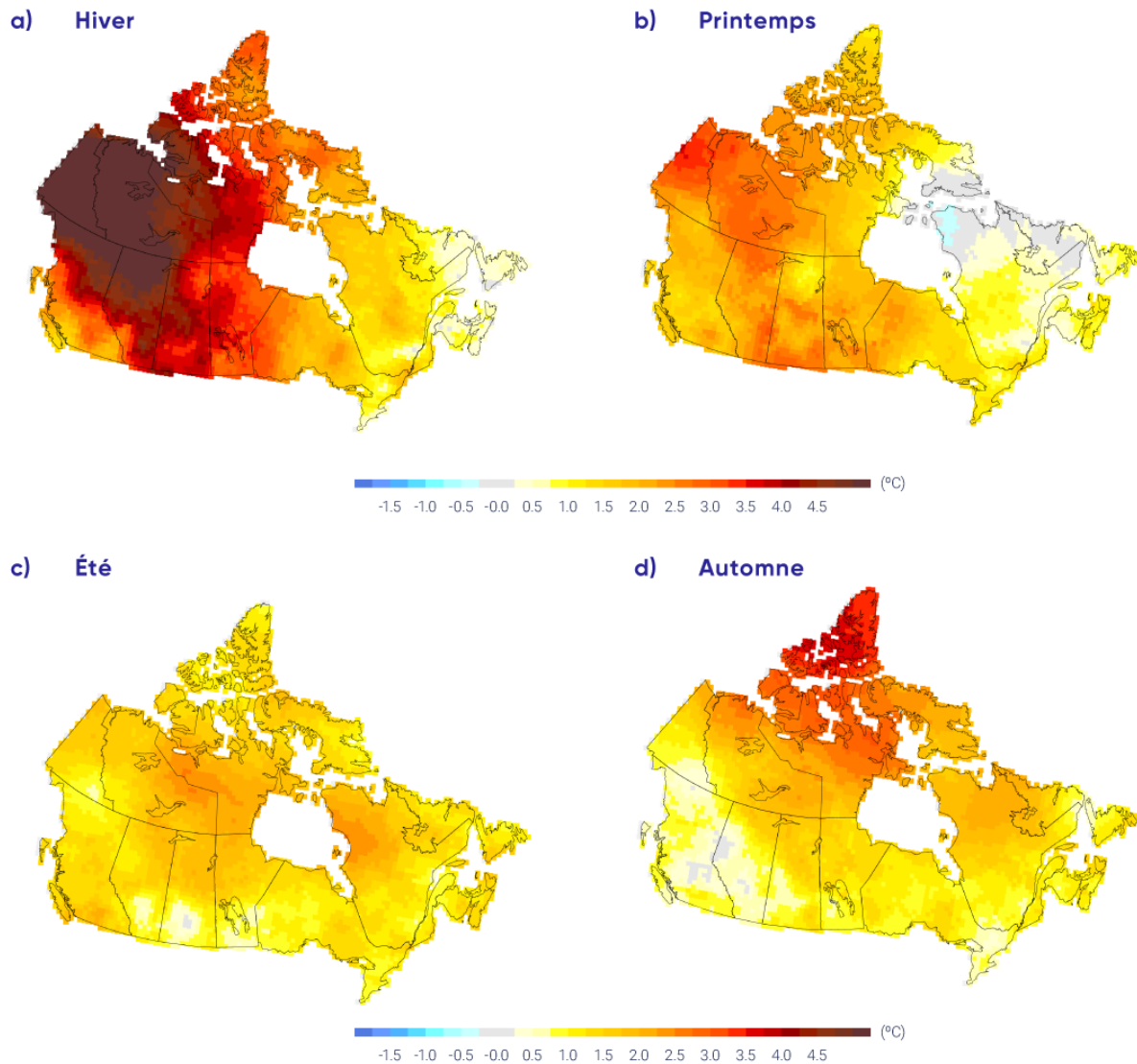


Figure 3.2 Changements observés (en °C) dans les températures moyennes saisonnières de 1948 à 2016 pour quatre saisons. Source : Zhang et coll., 2019.

3.4.1.2 Événements de chaleur extrême

Il n'existe pas de définition universelle des événements de chaleur extrême (aussi appelés, parfois, des vagues de chaleur), et il n'y a aucun consensus sur la terminologie à utiliser pour décrire le temps chaud (Gachon et coll., 2016). L'augmentation moyenne des températures augmente également la fréquence et la durée des événements de chaleur extrême. Les journées chaudes avec une température maximale supérieure à 30 °C sont rarement observées dans les régions au nord du 60e parallèle (Zhang et coll., 2019). Dans le

sud du Canada, le nombre de journées chaudes au-dessus de 30 °C a augmenté annuellement d'environ un à trois jours au cours de la période de 1948 à 2016 dans certaines stations, et on s'attend à une augmentation pouvant atteindre 50 jours annuels d'ici la fin du siècle, selon le scénario RCP 8.5 (Zhang et coll., 2019). Selon ce scénario, le nombre annuel médian de jours chauds devrait varier d'environ 3 à 38 au Canada pour la période de 2081 à 2100, les régions des Prairies et de l'Ontario étant plus touchées. À mesure que les températures extrêmement chaudes deviendront plus fréquentes et plus intenses, elles augmenteront la gravité des événements de chaleur extrême (Zhang et coll., 2019). Le nombre d'événements de chaleur extrême d'au moins trois jours au-dessus de 32 °C¹ est susceptible d'augmenter dans les régions du sud du Canada, où vivent la plupart des Canadiens et des Canadiennes (Jeong et coll., 2016). Certaines régions, comme les basses-terres du Saint-Laurent (au Québec) et les Prairies, pourraient connaître deux à trois événements supplémentaires par été pour la période de 2049 à 2070, comparativement à la période de 1970 à 1999 (Jeong et coll., 2016). Il est également projeté que l'intensité et la durée de ces événements de chaleur extrême s'accroîtront (Sillmann et coll., 2013).

3.4.2 Effets de la chaleur sur la santé

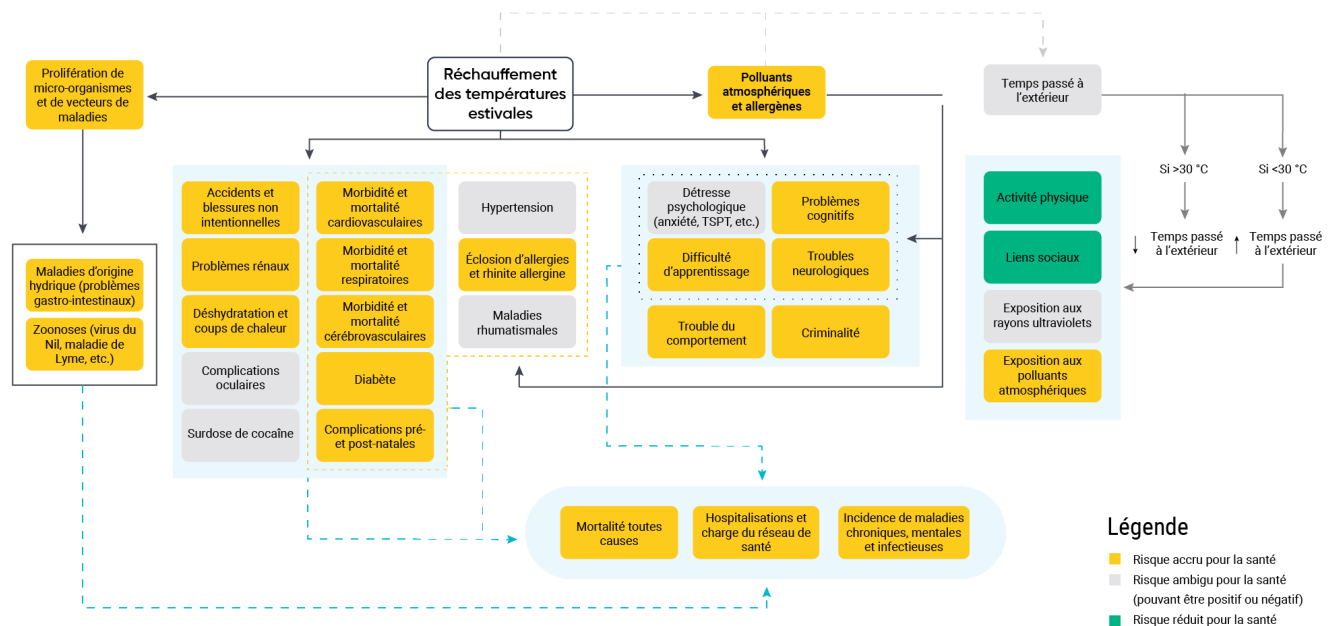


Figure 3.3 Cadre conceptuel montrant les effets directs et indirects de la chaleur extrême et de l'augmentation des températures sur la santé de la population au Canada. Les cases oranges indiquent que le risque pour la santé est accru, les cases vertes indiquent que le risque est réduit et les cases grises indiquent que la tendance des effets sur la santé en fonction des connaissances actuelles ne peut être déterminée. Les lignes pleines et pointillées distinguent les groupes d'impacts. Source : David Demers-Bouffard, INSPQ.

1 Définition d'une vague de chaleur selon Environnement et Changement climatique Canada. <<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/meteo-a-oeil/glossaire.html>>.

Au Canada, les aléas naturels qui ont les conséquences sanitaires les mieux documentées sont les événements de chaleur extrême. À travers le monde, les chaleurs extrêmes sont associées à une augmentation de la mortalité toutes causes confondues (Gasparrini et coll., 2015; Xu et coll., 2016) et du risque d'être hospitalisé pour des maladies cardiovasculaires et pulmonaires (Basu et coll., 2012; Turner et coll., 2012b; Lavigne et coll., 2014; Moghadamnia et coll., 2017; Sun et coll., 2018). Les sous-sections suivantes présentent les impacts sanitaires observés ou projetés de la chaleur extrême (figure 3.3).

3.4.2.1 Mortalité toutes causes confondues pendant les événements de chaleur extrême

Entre 1986 et 2010, le pourcentage moyen de décès toutes causes confondues attribués aux événements de chaleur extrême s'élevait à 0,53 % au Canada (variant entre 0,18 % et 0,72 % selon la région) (Gasparrini et coll., 2015). Dans 26 villes canadiennes pour lesquelles le risque a été évalué, un événement de chaleur extrême accroîtrait en moyenne de 2 % à 13 % le risque de mortalité (Guo et coll., 2018). Une autre méta-analyse a également révélé que l'augmentation du risque de mortalité lié aux événements de chaleur extrême oscille entre 3 % et 16 % selon la définition d'événement de chaleur extrême ou de vague de chaleur utilisée (Xu et coll., 2016).

En Colombie-Britannique, 815 décès ont pu être attribués à des chaleurs extrêmes survenues entre 1986 et 2010. Selon la ville concernée, ces décès représentent une hausse du taux de mortalité de 4 % à 19 % le lendemain de l'événement et de 2 % à 19 % une semaine après l'événement (Henderson et coll., 2013). Un événement de chaleur accablante de près de cinq jours au Québec en 2010 a augmenté la mortalité quotidienne de 33 % dans le Grand Montréal et le taux de visites à l'urgence de 4 % par rapport à des périodes similaires (Bustinza et coll., 2013). Un événement très similaire survenu à la fin du même été n'a provoqué aucun impact mesurable, ce qui semble indiquer un effet d'acclimatation physique et comportementale à la chaleur. Ces impacts n'ont pas été détectés non plus lors des événements de chaleur extrême subséquents de 2011 à 2015 au Québec, sauf dans la région de Montréal (Lebel et coll., 2017). Il est essentiel de prendre en compte les températures nocturnes et l'environnement local pour comprendre les impacts de la chaleur sur la santé. En Colombie-Britannique, une augmentation de 5 % de la mortalité a été associée à des prévisions de températures de 29 °C à 35 °C le jour et de 14 °C à 18 °C la nuit, selon la région (McLean et coll., 2018). L'influence de l'humidité sur la relation entre la chaleur et la mortalité peut être importante, mais les données dans la documentation sont contradictoires (Barnett et coll., 2010; Barreca, 2012; Xu et coll., 2012; Parsons, 2014; Ho et coll., 2016; Zeng et coll., 2017).

3.4.2.2 Caractérisation du lien entre la mortalité et la chaleur

En général, la mortalité associée à un événement de chaleur extrême augmente à mesure que l'intensité et la durée augmentent, l'intensité ayant un effet plus important (Xu et coll., 2016). Par exemple, un événement de chaleur extrême au Québec au cours de l'été 2018 a causé 86 décès, tandis que 291 surmortalités ont été enregistrées lors de l'événement de chaleur extrême de 2010 (Lebel et coll., 2019). Bien que la portée, la durée et le moment des deux événements aient été semblables, l'événement de chaleur extrême de 2010 a été plus intense. À l'échelle mondiale, la mortalité liée à la chaleur a tendance à diminuer avec le réchauffement des

températures mondiales indépendamment du niveau d'utilisation de la climatisation, ce qui indique que les gens peuvent devenir moins sensibles à la chaleur en raison de l'acclimatation physique, des changements de comportement et de la mise en œuvre de mesures d'adaptation structurelle (Arbuthnott et coll., 2016) (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé).

3.4.2.3 Mortalité liée aux projections climatiques

Comme il a été mentionné ci-dessus, à mesure que le réchauffement climatique se poursuit, en plus de l'augmentation des températures annuelles et saisonnières moyennes, l'intensité et la fréquence des événements de chaleur extrême augmenteront, de même que leur impact sur la mortalité s'il n'y a aucune autre adaptation. Comparativement à la période de 1971 à 2020, la surmortalité moyenne² liée aux événements de chaleur extrême au Canada de 2031 à 2080 devrait passer de 155 % à 390 %, en fonction du scénario d'émissions de GES retenu (RCP 2.6 pour l'estimation la plus basse et RCP 8.5 pour l'estimation la plus élevée). Avec une forte croissance démographique à l'avenir, ces pourcentages varient de 188 % à 455 % (Guo et coll., 2018).

3.4.2.4 Hospitalisations toutes causes confondues et hospitalisations pour des maladies cardiovasculaires

En Ontario, les journées les plus chaudes (99^e centile) de 1986 à 2013 ont accru le nombre d'hospitalisation pour maladies cardiovasculaires de 6 % comparativement aux températures optimales où le taux de mortalité est à son plus bas (Bai et coll., 2017). Selon les estimations, pendant cette période, 1,2 % des hospitalisations globales pour maladies cardiovasculaires étaient attribuables à la chaleur, la majorité découlant de chaleurs modérées plutôt qu'extrêmes. À Toronto plus précisément, le nombre de demandes d'ambulance attribuables à la chaleur était 12,3 % plus élevé pendant les événements de chaleur extrême de 2005, de 2006 et de 2010 que pendant la semaine précédant et celle suivant chaque événement (Graham et coll., 2016). Des augmentations du nombre d'hospitalisations et du nombre de visites à l'urgence potentiellement liées à la chaleur ont également été constatées lors de vagues de chaleur dans certaines régions du Québec entre 2010 et 2015 (Lebel et coll., 2017). En 2018, l'événement de chaleur extrême survenu au Québec a fait passer de 11 % à 23 % le nombre de transports en ambulance dans l'ensemble des régions touchées, certaines ayant aussi observé une hausse du nombre de visites à l'urgence et d'hospitalisations (Lebel et coll., 2019). L'acclimatation physiologique à la chaleur semble jouer un rôle, puisqu'il a été estimé que les hospitalisations pour cardiopathie ischémique au Québec entre 1989 et 2006 étaient plus importantes chez les personnes âgées en début d'été et diminuaient avec l'avancement de la saison (Bayentin et coll., 2010).

3.4.2.5 Maladies cardiovasculaires et autres

Comme il est indiqué ci-dessus, les événements de chaleur extrême augmentent le risque d'hospitalisations liées aux maladies cardiovasculaires et de surmortalité. En Ontario, par exemple, chaque hausse de 5 °C

2 La surmortalité est définie, dans cette étude, comme étant la mortalité toutes causes confondues attribuable à des températures non optimales, la température optimale étant celle où l'on observe le minimum de mortalité.

au cours de l'été de 1996 à 2010 a été associée à un accroissement de 2,5 % du nombre de décès, surtout en lien avec les maladies cardiovasculaires (Chen et coll., 2016). D'autre part, la durée d'un événement de chaleur extrême semble également jouer un rôle dans l'impact sur les maladies cardiovasculaires. L'association entre les maladies cardiovasculaires et des jours précis (un jour) de chaleur extrême est plus ambiguë que l'association aux événements de chaleur extrême (Phung et coll., 2016). De plus, toutes les maladies cardiovasculaires ne semblent pas touchées de la même façon par la chaleur (Phung et coll., 2016). Les effets des jours individuels précis de chaleur extrême (un ou deux jours) sur la mortalité cardiovasculaire peuvent généralement persister jusqu'à une semaine après l'événement, mais toutes les études ne concordent pas (Huang et coll., 2011; Martin et coll., 2012; Ye et coll., 2012; Huynen et Martens, 2015). En plus de ces effets, les chaleurs extrêmes intensifient les complications associées au diabète et aux problèmes rénaux (Hajat et coll., 2017; Lim et coll., 2018) en plus d'augmenter le risque de blessures non intentionnelles (accidents) (Kampe et coll., 2016), de colique néphrétique (Ordon et coll., 2016), de décollement de la rétine (Auger et coll., 2017f) et de surdose de cocaïne (Auger et coll., 2017a). En Ontario, cependant, la chaleur ne semblait pas avoir d'incidence sur les hospitalisations liées à l'hypertension artérielle et à l'arythmie cardiaque (Bai et coll., 2016).

3.4.2.6 Effets périnataux

Plusieurs complications périnatales ont également été associées à la chaleur, telles que la prématurité et l'accouchement précoce en cas d'exposition pendant le troisième trimestre (Auger et coll., 2014), la fausse couche (Auger et coll., 2017d) et les complications congénitales comme une malformation du cœur ou du tube neural en cas d'exposition pendant le premier trimestre (Auger et coll., 2017b; Auger et coll., 2017c).

3.4.2.7 Impacts indirects de la diminution de la qualité de l'eau et de l'air

La chaleur a également des impacts indirects sur la qualité de l'eau et de l'air (voir le chapitre 5 : Qualité de l'air, et le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau). Elle accroît notamment l'incidence de maladies d'origine hydrique au sein de la population en favorisant la prolifération de bactéries et de cyanobactéries dans les sources d'eau douce (Funari et coll., 2012; Sterk et coll., 2013; Herrador et coll., 2015; Chapra et coll., 2017; Mayer-Jouanjan et Bleau, 2018). L'augmentation des températures accroît également les activités en eaux récréatives (p. ex., baignade, kayak, voile, surf), ce qui accroît le risque de subir des symptômes cutanés (p. ex., dermatite) ou gastro-intestinaux (Lévesque et coll., 2014; Boyer et coll., 2017; Askew et Bowker, 2018). Un examen complet des impacts sanitaires de la dégradation de la qualité ou de la quantité de l'eau au Canada est fourni au chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau.

En ce qui concerne la qualité de l'air, la chaleur favorise la formation de polluants atmosphériques tels que l'ozone, qui sont reconnus pour accroître la morbidité et la mortalité liées aux maladies pulmonaires et cardiovasculaires (Organisation mondiale de la Santé, 2013a; Beelen et coll., 2014). Un examen exhaustif des impacts sanitaires de la dégradation de la qualité de l'air attribuable aux changements climatiques au Canada est fourni au chapitre 5 : Qualité de l'air.

3.4.2.8 Santé psychosociale

Les températures chaudes ont également des impacts sur la santé psychologique et sociale. Parmi leurs effets, les températures élevées augmentent le stress et la propension des gens à avoir un comportement agressif, comme en témoigne l'augmentation des taux de crimes et de crimes violents observée dans certaines villes américaines, en particulier dans les quartiers défavorisés; dans 20 % de ces quartiers, la moitié de l'augmentation de la criminalité au cours de périodes précises a été attribuée aux températures élevées (Mares, 2013; Ranson, 2014). Les chaleurs extrêmes peuvent pousser à s'isoler chez soi en décourageant la pratique d'activités extérieures comme les activités sportives et récréatives (Zivin et Neidell, 2014), ce qui peut ainsi réduire les interactions sociales et l'activité physique. L'isolement peut aussi mettre en danger la santé des individus qui dépendent de leur réseau social pour faire face aux aléas, en particulier les personnes âgées, les minorités ou les personnes à faible revenu (Bolitho et Miller, 2017; Williams et coll., 2017).

Les chaleurs extrêmes contribuent également à l'apparition de problèmes psychologiques et comportementaux. À Toronto, par exemple, les températures les plus chaudes (99^e centile) entre 2002 et 2010 avaient accru de 29 % les visites à l'urgence pour la schizophrénie, les troubles de l'humeur et les troubles névrotiques sur une période de sept jours en comparaison aux visites lors de températures moyennes (Wang et coll., 2014). Une tendance similaire a été établie dans la région du sud du Québec (Vida et coll., 2012) où, en plus de la chaleur, une forte humidité avait été associée aux visites à l'urgence pour des problèmes de santé mentale chez les moins de 65 ans.

Dans une quinzaine d'études, les températures ambiantes élevées ont été corrélées avec une augmentation du taux de suicide, l'augmentation du risque relatif augmentant en moyenne de 1 % à 37 % pour chaque augmentation de 1 °C de la température moyenne annuelle (Thompson et coll., 2018). Une méta-analyse couvrant 341 villes dans 12 pays a estimé que le risque le plus élevé de suicide était observé à une température moyenne de 27 °C (93^e centile), mais que chaque pays avait ses particularités (Kim et coll., 2019). Au Canada, ce risque maximum était observé à 24 °C de température moyenne, soit le 99^e centile de température annuelle (Kim et coll., 2019). Les auteurs soulignent que ces analyses comportent des limites et que d'autres études sont nécessaires. La cause exacte de l'augmentation des suicides par temps chaud est inconnue.

L'augmentation de la demande pour les services sociaux et les soins dans les établissements de santé découlant des effets de la chaleur accroît le fardeau de ces institutions qui pourraient avoir du mal à y répondre (Curtis et coll., 2017). Les augmentations de la demande en soins de santé reliées à la chaleur entraînent également un stress supplémentaire chez les personnes travaillant dans les services sociaux et de santé en accroissant leur charge de travail (davantage de clients); ce stress peut accroître le risque de diminution de la qualité des soins (Curtis et coll., 2017). Pour une évaluation des impacts des changements climatiques sur la santé mentale au Canada, voir aussi le chapitre 4 : Santé mentale et bien-être.

3.4.2.9 Impacts bénéfiques

L'augmentation des températures, en dehors des événements extrêmes, peut avoir des impacts positifs. Le prolongement de la saison estivale et l'augmentation du nombre de journées propices aux activités extérieures pourraient inciter les populations à effectuer davantage d'activité physique ou à participer à un

plus grand nombre d'événements sociaux (Baert et coll., 2011; Witham et coll., 2014; Remmers et coll., 2017). Cet effet sera toutefois partiellement ou totalement compensé par l'effet dissuasif de la chaleur extrême; le temps consacré aux activités extérieures plafonne et décroît lorsque les températures dépassent 30 °C (Zivin et Neidell, 2014).

3.4.3 Populations présentant des risques accrus face à la chaleur

3.4.3.1 Aînés

Les aînés (en général 65 ans et plus), comparativement aux adultes plus jeunes, sont plus à risque d'éprouver les effets de la chaleur parce qu'ils ont une capacité d'adaptation physique plus faible, adoptent moins de comportements préventifs et affichent un niveau d'isolement social et de dépendance plus élevé (Bélanger et coll., 2015; Laverdière et coll., 2015; Laverdière et coll., 2016; Valois et coll., 2017b). Les maladies chroniques préexistantes comme les maladies cardiovasculaires, l'hypertension artérielle et le diabète, plus fréquentes chez les aînés, constituent également des facteurs de risque pour ce qui est des impacts de la chaleur sur les aînés (Laverdière et coll., 2015; Laverdière et coll., 2016; Hajat et coll., 2017). De plus, les personnes âgées de 70 ans et plus ne se perçoivent pas toujours comme étant vulnérables, une croyance qui peut diminuer leur prédisposition à adopter des comportements préventifs (Boeckmann et Rohn, 2014; Valois et coll., 2020b). À mesure que la population vieillit au Canada, on s'attend à ce que l'ampleur des impacts sanitaires liés à la chaleur augmente s'il n'y a aucune autre adaptation.

Les facteurs de risque, comme un faible statut socioéconomique, des affections préexistantes, l'utilisation de médicaments, la vie dans un îlot de chaleur urbain, l'isolement social et la perte d'autonomie, peuvent accroître les impacts de la chaleur extrême. Par exemple, les aînés dans le sud du Québec (au sud du 49^e parallèle) qui présentent au moins six des facteurs de risque ci-dessus ont huit fois plus de chances d'être admis à l'urgence et sept fois plus de chances de décéder ou d'être hospitalisés lors de chaleurs extrêmes, comparativement à ceux qui n'ont qu'un seul facteur de risque ou qui n'en ont aucun (Laverdière et coll., 2016).

Les risques sanitaires pour les personnes âgées semblent également modulés par l'augmentation des températures ou les variations de température entre la nuit et le jour. De 2006 à 2010, les aînés québécois étaient respectivement admis à l'urgence et hospitalisés 1,7 et 2,7 fois plus fréquemment lors des journées chaudes comparativement aux jours estivaux normaux (Laverdière et coll., 2016). Selon des méta-analyses portant sur les aînés, chaque hausse d'un degré de la température accroît en moyenne les taux de mortalité toutes causes confondues de 2 % à 5 %, les taux de mortalité cardiovasculaire de 3,4 %, les taux de maladies respiratoires de 3,6 % et les taux d'accidents vasculaires cérébraux de 1,4 %, en plus d'accroître les risques de subir des complications diabétiques, génito-urinaires et infectieuses (Yu et coll., 2012; Bunker et coll., 2016). Les variations des températures diurnes ont également une incidence sur la mortalité des aînés en partie à cause de leurs capacités d'adaptation physique plus faibles. Une étude concernant les impacts de la chaleur sur la santé à Montréal entre 1984 et 2007 a montré qu'un changement de température de 6 °C à 11 °C en 30 jours augmentait la mortalité quotidienne de 5 % chez les aînés, et cette augmentation atteignait 11 % pour un changement de 11 °C à 17,5 °C (Vutcovici et coll., 2014).

La majorité des études disponibles ne comparent pas les aînés à d'autres groupes d'âge; il est donc difficile d'affirmer avec certitude que les aînés sont plus touchés. Selon une méta-analyse comparant les personnes âgées aux groupes plus jeunes (15 à 64 ans), le risque de décès lié à la chaleur est supérieur de seulement 2 % pour les aînés (Benmarhnia et coll., 2015). D'autres recherches indiquent que les personnes de moins de 65 ans sont parfois les plus touchées, car elles passent davantage de temps à l'extérieur (Alberini et coll., 2011; Song et coll., 2017). Ainsi, même si la sensibilité des aînés à la chaleur tend à s'intensifier avec l'âge, l'exposition peut diminuer. Par exemple, à Vancouver, les personnes de 65 à 74 ans présentaient un risque plus élevé de décès que celles de 85 ans et plus lors de la semaine la plus chaude de 2009; le risque était plus élevé pour les personnes qui ne se trouvaient pas dans des établissements tels que des résidences pour personnes âgées, des hôpitaux ou des cliniques (Kosatsky et coll., 2012). D'autres facteurs accessoires de vulnérabilité (p. ex., les maladies chroniques) parfois associés aux aînés sont abordés dans les sections suivantes.

Encadré 3.1 Chaleur et COVID-19

La pandémie de maladie à coronavirus (COVID-19) a aggravé le risque d'impacts de chaleur extrême pour certains groupes de population. En 2020 au Canada, les journées chaudes ont commencé très tôt au printemps et ont duré jusqu'en septembre, et le nombre d'événements de chaleur extrême a battu des records. Certaines personnes plus vulnérables à la chaleur sont également parmi les personnes les plus à risque d'hospitalisation et de décès en raison de la COVID-19 : les personnes âgées et les personnes avec un ou plusieurs problèmes de santé chronique tels que les maladies cardiovasculaires, pulmonaires ou rénales, l'hypertension artérielle ou l'obésité (Agence de la santé publique du Canada, 2020a). De plus, les symptômes reliés aux coups de chaleur peuvent être confondus avec ceux de la COVID-19, tels que des douleurs musculaires, des maux de tête, de la fatigue inhabituelle ou de l'épuisement, un malaise généralisé, de la difficulté à respirer, des vomissements ou de la nausée, de la fièvre ou une augmentation de la température corporelle (Santé Canada, 2020). Ceci peut mener à une mauvaise prise en charge des problèmes liés à la chaleur extrême et à la COVID-19.

Au moment d'écrire ces lignes, aucune analyse épidémiologique des impacts sanitaires des événements de chaleur extrême au Canada dans le contexte de la COVID-19 n'avait été effectuée. Pourtant, les foyers de soins de longue durée accueillant des personnes âgées ou des personnes ayant besoin de soins continus ont été des foyers d'éclosion au Canada (Agence de la santé publique du Canada, 2020b). Souvent, ces centres ont accès limité, voire nul, à la climatisation centrale lors d'événements de chaleur extrême, ce qui exerce une pression supplémentaire sur une population déjà fragilisée. De plus, la COVID-19 a forcé une diminution de l'utilisation des ventilateurs pour se rafraîchir dans ces établissements lors de vagues de chaleur, afin de minimiser les risques de transmission aérienne de la maladie lorsque plusieurs personnes se trouvent dans la même pièce (INSPQ, 2020a).

La fermeture généralisée de plusieurs secteurs de l'économie, associée aux recommandations d'isolement et de distanciation physique pour contrôler la pandémie, peut également augmenter le sentiment d'exclusion et le stress des personnes déjà vulnérables à la chaleur extrême en raison de problèmes de santé physique ou mentale (Findlay et coll., 2020).

3.4.3.2 Enfants

Les enfants sont plus à risque de subir les impacts des chaleurs extrêmes compte tenu de leur capacité d'acclimatation physique limitée et de leurs aptitudes restreintes à réagir adéquatement aux stress. Par exemple, le taux de visites pour traumatismes physiques et le taux de fracture en lien avec la température sont plus élevés chez les enfants que chez les adultes (Ali et Willett, 2015). L'incidence de problèmes rénaux, de fièvre, de déséquilibre électrolytique et de maladies respiratoires (p. ex., asthme) s'accroît également de façon importante pendant les événements de chaleur extrême chez les enfants (Xu et coll., 2014b).

En ce qui concerne la mortalité, un examen systématique des événements de chaleur extrême a révélé que la littérature existante n'établit pas de lien concluant entre la mortalité infantile et les événements de chaleur extrême (Xu et coll., 2014b). Bien que la mortalité infantile associée aux épisodes de chaleur extrême soit faible dans l'ensemble, elle augmente à mesure que l'âge diminue, les enfants de moins d'un an étant les plus vulnérables comparativement aux enfants âgés de moins de quatre ans et à ceux âgés de 5 à 14 ans (Xu et coll., 2012). Au Québec, les températures supérieures à 29 °C ont été associées à un risque presque trois fois supérieur de mort subite du nourrisson (Auger et coll., 2015). Enfin, les enfants vivant en milieu urbain sont davantage exposés aux impacts des événements de chaleur extrême, en raison d'une exposition accrue aux îlots de chaleur urbains et de concentrations plus élevées de polluants atmosphériques dans les villes (Vanos, 2015).

3.4.3.3 Sexe et genre

Les hommes semblent davantage exposés aux impacts de la chaleur, mais les causes ne sont pas bien définies. Au Québec, de 1989 à 2006, les hommes de 45 à 64 ans avaient un risque plus élevé d'être hospitalisés à cause d'une maladie ischémique du cœur lors d'événements de chaleur extrême (Bayentin et coll., 2010). De plus, les hommes de 40 à 69 ans présenteraient également un risque accru de colique néphrétique lors de chaleurs accablantes (Ordon et coll., 2016). L'hypothèse actuellement proposée est que les hommes sont plus susceptibles d'être employés dans des professions présentant des risques d'exposition plus élevés. La chaleur fait augmenter le risque de décollement placentaire chez les femmes arrivant au terme de leur grossesse, ce qui peut être fatal à la mère comme au fœtus (He et coll., 2018).

3.4.3.4 Maladies chroniques

Les personnes ayant certaines maladies préexistantes ou à mobilité réduite constituent un autre groupe de population vulnérable aux effets de la chaleur. Par exemple, à Fredericton, à Winnipeg, à Windsor, à Regina et à Sarnia, les personnes atteintes de maladies cardiovasculaires ou pulmonaires ont déclaré s'être senties mal plus souvent lors du dernier événement de chaleur extrême (Alberini et coll., 2011). Une étude menée à Toronto a indiqué que le diabète augmentait la probabilité de se rendre à l'urgence ou d'être hospitalisé pour un problème cardiovasculaire lors d'événements de chaleur, bien que d'autres facteurs (hypertension artérielle, problèmes rénaux, cancers, etc.) aient été associés, sans toutefois être significatifs (Lavigne et coll., 2014). Les maladies respiratoires et le cancer préexistant faisaient également partie des facteurs de comorbidité associés à une visite à l'urgence ou à une hospitalisation en raison d'un problème cardiovasculaire lors d'événements de chaleur (Lavigne et coll., 2014). L'âge peut aussi influencer la relation

entre la chaleur et la comorbidité. Au Québec, les personnes âgées de 65 ans et moins des quartiers les plus défavorisés et souffrant d'au moins deux maladies chroniques rapportaient 4,2 fois plus de problèmes de santé reliés à la chaleur (Bélanger et coll., 2014). Les personnes de 65 ans et plus déclaraient 5,6 fois plus de problèmes de santé. Entre 2006 et 2010, les personnes âgées du sud du Québec ayant une incapacité importante (besoin d'aide pour effectuer les activités quotidiennes) avaient 2,5 fois plus de risques d'être admises à l'urgence et 2,7 fois plus de risques de subir physiquement les contrecoups de la chaleur (Laverdière et coll., 2016).

3.4.3.5 Consommation de médicaments ou abus de substances

La prise de médicaments peut accroître les impacts de la chaleur extrême en accélérant la déshydratation et la production de chaleur corporelle. Certains médicaments influant sur le système nerveux central (anticonvulsivants, antidépresseurs, anticholinergiques et psychotropes de façon générale), les diurétiques, les immunosuppresseurs, les interférons et certains anticoagulants peuvent augmenter le risque d'hyperthermie (Santé Canada, 2011; Bélanger et coll., 2015).

La consommation excessive de drogues ou d'alcool peut également rendre les individus plus sensibles aux effets de la chaleur. En Angleterre, les personnes ayant des problèmes de toxicomanie avaient un risque plus élevé de décéder lorsque les températures dépassaient le 93^e centile de la répartition annuelle de température (Page et coll., 2012). De même, un risque accru de mortalité était associé à la consommation de cocaïne lors d'événements de chaleur extrême à Montréal (Auger et coll., 2017a).

3.4.3.6 Exposition au travail

Les personnes qui travaillent à l'extérieur dans les domaines de la construction, de l'agriculture, de la foresterie et dans des environnements de travail similaires sont plus exposées à la chaleur et aux risques sanitaires qui en découlent, bien que certains lieux de travail intérieurs, tels que les environnements industriels et les restaurants, puissent également être propices à l'hyperthermie. Le risque de blessure, de malaise ou de maladie au travail augmente en cas de chaleur extrême, tandis que la productivité des travailleurs décroît (Adam-Poupart et coll., 2014; Acharya et coll., 2018; Levi et coll., 2018; Adam-Poupart et coll., 2021). De 2004 à 2010 en Ontario, chaque degré au-dessus de 22 °C a fait augmenter de 75 % le nombre médian d'hospitalisations pour des malaises et des maladies au travail liés à la chaleur (Fortune et coll., 2014). De 2001 à 2016, dans les provinces du Québec, de l'Ontario, du Manitoba, de la Saskatchewan et de l'Alberta, chaque augmentation de 1 °C de la température estivale quotidienne maximale a fait augmenter de 28 % à 51 % le nombre quotidien de demandes de remboursement pour des maladies liées à la chaleur (p. ex., œdème, syncope, épuisement, insolation ou coup de chaleur) provenant des organismes d'indemnisation en matière de santé et de sécurité au travail, selon la province et l'indicateur de chaleur météorologique (Adam-Poupart et coll., 2021). Les demandes d'indemnisation pour blessures traumatiques (p. ex., fractures, coupures, brûlures) augmentent également de 0,2 % à 0,6 % pour chaque augmentation de 1 °C de la température estivale; par exemple, une augmentation de 0,2 % représente 64 demandes supplémentaires de prestations pour blessures traumatiques l'été au Québec (Adam-Poupart et coll., 2021). Le type de tâche (tâches manuelles par rapport aux tâches non manuelles) n'a aucune incidence sur ce risque de blessure

(Adam-Poupart et coll., 2015), mais les blessures liées à la chaleur sont plus fréquentes chez les hommes et les jeunes travailleurs (Adam-Poupart et coll., 2021). Les emplois nécessitant de travailler à l'extérieur ou dans des environnements propices à l'accumulation de chaleur exposent les travailleurs à un risque plus élevé de blessures liées à la chaleur (Adam-Poupart et coll., 2015; Acharya et coll., 2018; Varghese et coll., 2018; Adam-Poupart et coll., 2021).

3.4.3.7 Îlots de chaleur urbains

Les îlots de chaleur urbains correspondent à la différence de température observée entre les milieux urbains et les zones rurales environnantes, ainsi qu'entre les zones d'une ville donnée, par exemple entre un parc et un stationnement adjacent (îlots intra-urbains). L'imperméabilité et le faible albédo (niveau de réflectance solaire) des espaces urbains ainsi que le faible niveau de végétation causent la formation de ces îlots de chaleur intra-urbains (Beaudoin et Gosselin, 2016). L'albédo de villes comme Toronto et Montréal se situe autour de 0,2 sur une échelle de 1, ce qui indique que les matériaux et les couleurs utilisés, tels que l'asphalte et les toits foncés, absorbent beaucoup de chaleur le jour et en relâchent la nuit (Touchaei et Akbari, 2015; Graham et coll., 2016). Ces caractéristiques, auxquelles s'ajoute la chaleur produite par les véhicules automobiles, l'industrie, les appareils ménagers et la climatisation, élèvent la température ambiante.

Le taux de mortalité associé à la chaleur est ainsi plus élevé en milieu urbain qu'en milieu rural (Tan et coll., 2010; Gabriel et Endlicher, 2011; Wouters et coll., 2017). Même si l'exposition à la chaleur est plus élevée dans les centres urbains, la sensibilité à la chaleur pourrait être plus grande dans les communautés rurales et éloignées (Liang et Kosatsky, 2020). Les conséquences sanitaires de l'exposition à la chaleur sont donc étroitement associées au gradient d'intensité des îlots de chaleur intra-urbains. À Montréal par exemple, le taux de mortalité et de maladies respiratoires de 1990 à 2003 était plus élevé dans les îlots de chaleur d'intensité élevée que dans les endroits plus frais (différence de 6 °C à 8 °C), les taux étant de 1,4 à 14 fois supérieurs selon l'intensité de l'îlot et les concentrations d'ozone troposphérique (Smargiassi et coll., 2009). On a également trouvé un lien négatif entre la valeur foncière des maisons et la mortalité : une valeur plus élevée reflétait généralement un logement de meilleure qualité doté d'une bonne isolation, d'une meilleure ventilation et d'une climatisation, et possiblement un meilleur état de santé et donc, une vulnérabilité moindre. De surcroît, les îlots de chaleur urbains aggravent les iniquités en santé. Les personnes ayant un faible statut socioéconomique ont tendance à vivre dans des quartiers où se trouvent des îlots de chaleur de forte intensité et où les espaces verts sont rares, ce qui augmente leur risque d'exposition à la chaleur (Bélanger et coll., 2014; Ngom et coll., 2016).

3.4.3.8 Populations autochtones

Les Premières Nations, les Inuits et les Métis sont particulièrement sensibles aux impacts des changements climatiques, y compris les impacts indirects de l'augmentation des températures sur l'environnement et les impacts directs et indirects de la chaleur extrême (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). Les peuples autochtones ont des relations étroites avec la terre, la mer, les animaux et les ressources naturelles qui sont perturbés par les changements climatiques, particulièrement dans les régions nordiques où se trouvent de nombreuses communautés.

Bien qu'il n'y ait pas de chaleur extrême dans le nord du Canada, les peuples autochtones de l'Arctique et de la région subarctique sont touchés par le réchauffement des températures. La diminution et la fragilisation de la glace marine, du pergélisol et du manteau neigeux, par exemple, ont un large éventail d'impacts, comme le risque accru de blessures ou l'augmentation du nombre d'opérations de sauvetage, les impacts sur le transport, la chasse et l'accès aux aliments traditionnels ou prélevés dans la nature, ou encore la perte de savoir autochtone (Durkalec et coll., 2014; Clark et coll., 2016a; Clark et coll., 2016b) (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). Le réchauffement des températures pourrait également accroître l'incidence des maladies d'origine alimentaire en favorisant la croissance bactérienne et la formation de toxines dans les lieux d'entreposage de la nourriture (Hedlund et coll., 2014; Bruce et coll., 2016) (voir le chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments). Les populations inuites, qui utilisent des méthodes de conservation naturelles et consomment des viandes crues, sont principalement à risque. Ces conséquences pourraient entraîner une diminution de la consommation d'aliments traditionnels chez les Inuits, les Métis et les Premières Nations. Les aliments traditionnels sont généralement plus nutritifs et utilisés davantage pour les traditions spirituelles, comparativement aux aliments achetés en magasin ou transformés. Les Inuits subissent déjà les impacts du réchauffement des températures sur les aliments traditionnels, ce qui a une incidence sur la sécurité alimentaire dans de nombreuses collectivités. Près de la moitié des populations des Premières Nations au Canada connaissent une insécurité alimentaire grave ou modérée (Centre de gouvernance de l'information des Premières Nations, 2018). Le réchauffement des températures pourrait amener les peuples des Premières Nations à réduire la quantité ou la qualité des aliments consommés.

3.4.3.9 Défavorisation matérielle et sociale

En plus d'avoir plus de maladies préexistantes, les personnes à faible revenu vivent plus souvent dans des logements mal isolés, mal ventilés et dépourvus de climatisation (Kosatsky et coll., 2009; Bélanger et coll., 2014; Bélanger et coll., 2016). À Vancouver, les quartiers comptant plus de 20 % d'habitants sous le seuil de pauvreté ont affiché un taux de mortalité 23 % supérieur aux autres quartiers lors de l'événement de chaleur extrême de 2009 (Kosatsky et coll., 2012). Cependant, une méta-analyse a estimé que le risque de décès lié à la chaleur n'est pas différent entre les personnes habitant dans des circonscriptions considérées comme défavorisées et celles des circonscriptions favorisées (Benmarhnia et coll., 2015). Cette observation a également été faite au Québec lorsque des aires de distribution défavorisées ou très défavorisées ont été comparées à d'autres aires de distribution lors des événements de chaleur extrême de 2010 et de 2011 (Lebel et coll., 2015). Bien que l'impact du statut socioéconomique sur les décès pendant les périodes chaudes soit moins défini, l'impact sur les consultations médicales ou les visites à l'hôpital est plus évident. Au Québec, les personnes dans le quintile de revenu inférieur étaient 20 % plus susceptibles de consulter un médecin pendant les événements de chaleur extrême parce qu'elles en subissaient davantage les conséquences sanitaires (Bélanger et coll., 2014). De 2006 à 2010, les personnes âgées du sud du Québec dont le revenu du ménage était inférieur à 20 000 \$ avaient presque trois fois plus de chances d'aller à l'urgence, d'être hospitalisées ou de décéder à cause de la chaleur lorsque les températures dépassaient 30 °C (Laverdière et coll., 2016).

3.4.3.10 Personnes en situation d'itinérance

Personnes en situation d'itinérance sont plus touchées par la chaleur extrême, qui exacerbe les problèmes de santé existants ou en cause de nouveaux (Ramin et Svoboda, 2009; Cusack et coll., 2013; Pendrey et coll., 2014). Une grande proportion des personnes en situation d'itinérance ont des problèmes de santé mentale et de toxicomanie, cette proportion allant de 23 % à 67 % selon la ville concernée (ICIS, 2007). La prévalence des maladies chroniques est également plus élevée chez personnes en situation d'itinérance. Cependant, les problèmes de santé de cette population demeurent mal documentés au Canada (Commission de la santé mentale du Canada, 2014). Entre 136 000 et 156 000 Canadiens et Canadiennes utilisent les refuges d'urgence chaque année (Comité consultatif sur l'itinérance, 2018).

3.4.3.11 Communautés racisées

Les effets de la chaleur sur la santé des populations racisées sont peu étudiés au Canada, les études sur le sujet ayant été effectuées essentiellement aux États-Unis. Par exemple, les personnes noires avaient un risque plus élevé d'être hospitalisées lors des événements de chaleur extrême survenus entre 2001 et 2010 aux États-Unis (Schmeltz et coll., 2015). Dans la plupart des 175 plus grandes villes des États-Unis, les personnes racisées sont en moyenne plus exposées aux îlots de chaleur urbains que les personnes blanches non hispaniques et les personnes vivant sous le seuil de pauvreté (dans la moitié des villes), ce qui indique que les inégalités généralisées dans l'exposition à la chaleur par ces personnes racisées ne peuvent pas être bien expliquées uniquement par les différences de revenu (Hsu et coll., 2021). Par contre, les liens entre la chaleur et la mortalité parmi les populations racisées sont plutôt complexes selon la littérature actuelle qui indique des effets en baisse, en hausse ou inexistantes parmi les différents groupes (Gronlund, 2014).

Pour les peuples autochtones, la chaleur peut causer d'importants problèmes de santé en raison d'un certain nombre de facteurs aggravants. Les inégalités et les iniquités en santé existantes liées aux déterminants de la santé chez les Premières Nations, les Inuits et les Métis augmentent leur sensibilité aux impacts de la chaleur extrême sur la santé. Les populations autochtones ont généralement une prévalence plus élevée de certaines maladies, comme les maladies cardiovasculaires et le diabète (Chu et coll., 2019; Hu et coll., 2019), en plus d'avoir des revenus faibles et des logements insalubres; tous ces facteurs sont associés à une aggravation des effets de la chaleur intense (Administrateur en chef de la santé publique du Canada, 2016). Une part disproportionnée des personnes en situation d'itinérance dans les villes canadiennes sont autochtones (Patrick, 2014) et, tel qu'il est souligné ci-dessus, l'itinérance est associée à un risque plus élevé d'impacts de la chaleur sur la santé.

3.4.4 Mesures d'adaptation à la chaleur

3.4.4.1 Mesures d'adaptation individuelles

Climatisation

La climatisation est souvent citée comme une mesure d'adaptation à la chaleur à utiliser en priorité. Dans les immeubles sans climatisation, la température intérieure peut atteindre 1,5 fois la température extérieure (Lundgren Kownacki et coll., 2019). Aux États-Unis, le risque de décès lié à la chaleur est modulé par la température et par l'utilisation de climatiseurs (Nordio et coll., 2015). De plus, lors d'un événement de chaleur extrême, le risque d'hospitalisations dues à un coup de chaleur est moindre dans les comtés où la climatisation centrale est plus répandue (Wang et coll., 2016). Au Québec, dans les quartiers les plus défavorisés des villes les plus peuplées, les personnes disposant d'un système de climatisation intérieure étaient moins nombreuses à déclarer subir des effets néfastes lors de chaleurs extrêmes (Bélanger et coll., 2015). Néanmoins, la littérature actuelle au Canada et aux États-Unis semble également démontrer des effets non significatifs ou une absence d'association entre la climatisation et la diminution des impacts autodéclarés de la chaleur sur la santé (Alberini et coll., 2011; Bobb et coll., 2014; Bélanger et coll., 2015; Arbuthnott et coll., 2016).

L'utilisation généralisée de la climatisation peut aussi accroître la température extérieure à cause de la demande accrue en électricité et du rejet de l'air chaud à l'extérieur du logement. Des simulations à Paris et à Houston ont montré qu'une généralisation de la climatisation pourrait mener à une augmentation de 2 °C de la température extérieure dans les milieux urbains denses (de Munck et coll., 2013; Salamanca et coll., 2014). Pour les personnes à faible revenu, une climatisation soutenue du logement peut augmenter de façon importante la facture d'électricité, ce qui peut les forcer à choisir entre le paiement de l'électricité ou d'autres frais comme le loyer (Ng et coll., 2015). Ainsi, l'accès à des lieux climatisés ou qui permettent de se rafraîchir (piscines publiques, jeux d'eau, parcs) pourrait être préférable pour ce type de population. Enfin, l'utilisation modérée de la climatisation combinée à d'autres mesures (modifications structurales des toits et des fenêtres, utilisation de matériaux réfléchissants, verdissement des logements ou des quartiers) pourrait limiter les effets négatifs de la climatisation (Mavrogianni et coll., 2012; Fisk, 2015; Raji et coll., 2015). L'effet sur les émissions de GES, en fonction de la source d'électricité utilisée, doit également être pris en compte vu les effets sur les changements climatiques et la pollution atmosphérique, qui pourraient augmenter considérablement au Canada (Berardi et Jafarpur, 2020).

Ventilateurs

Selon certaines études, les ventilateurs seraient inefficaces pour réduire les impacts sanitaires de la chaleur lors de températures trop élevées ou en présence d'un taux d'humidité élevée. Au Canada, cependant, l'utilisation de ventilateurs pourrait être bénéfique pour les individus qui s'hydratent bien étant donné que les niveaux de température observés lors des événements de chaleur extrême sont souvent plus bas qu'ailleurs dans le monde (soit aux environs de 31 à 33 °C) (Gupta et coll., 2012; Jay et coll., 2015; Ravanelli et coll., 2015; Gagnon et coll., 2016).

Encadré 3.2 Ajustement des mesures d'adaptation à la chaleur dans le contexte de la COVID-19

Bien que les mesures pour s'adapter à la chaleur ou pour en réduire les risques sanitaires soient connues et mises en œuvre depuis plusieurs années, la pandémie de COVID-19 a forcé la révision de ces mesures. Plusieurs mesures d'adaptation à la chaleur sont en effet incompatibles avec le mode de transmission par contact étroit de la COVID-19. Ainsi, les autorités de santé publique à travers le Canada, tout comme leurs homologues du monde entier, ont révisé leurs plans d'action pour les événements de chaleur extrême et leurs recommandations à la population pour la protection contre la chaleur (B.C. Centre for Disease Control, 2020; Bustinza, 2020; Centers for Disease Control and Prevention, 2020; Public Health England, 2020). Voici des exemples de rajustements :

- Les recommandations de fréquenter des endroits frais et climatisés comme les bibliothèques, les centres communautaires et les centres commerciaux ne peuvent s'appliquer puisque ces endroits sont souvent inaccessibles ou que leur accès est restreint. On recommande plutôt aux gens d'aller se rafraîchir dans des endroits frais ou climatisés de leur propre habitation, de passer du temps dans un espace vert ombragé en respectant l'éloignement physique ou de fréquenter des centres de rafraîchissement mis à disposition de la population vulnérable par les autorités locales, dans le respect des recommandations sanitaires et de ventilation pertinentes.
- L'utilisation des piscines et des jeux d'eau pour se rafraîchir doit s'effectuer en respectant les consignes d'hygiène et d'éloignement physique. L'utilisation non sécuritaire des lieux de baignade (p. ex., plage fermée, rivière) est susceptible d'accroître les risques de blessure ou de noyade. De plus, alors que les enfants restent à la maison pendant l'été tandis que les parents font du télétravail, le manque de surveillance peut également accroître le risque de noyade chez les enfants.
- La ventilation et la climatisation des lieux d'habitation collectifs et des centres d'hébergement (résidences pour personnes âgées, prisons, centres jeunesse, garderies, etc.), des camps de jour, des écoles et des établissements de santé doivent être maintenues afin de rafraîchir les personnes lors des événements de chaleur extrême. Cependant, cette ventilation ou climatisation doit être adaptée pour ne pas favoriser la propagation de la maladie entre les individus (résidents, patients, travailleurs, etc.). Des recommandations canadiennes et provinciales sont disponibles (Services de santé de l'Alberta, 2020; Santé Canada, 2020a; INSPQ, 2020a, INSPQ, 2020b; INSPQ, 2020c).
- Les parcs et espaces verts peuvent favoriser l'adaptation à la chaleur malgré la pandémie de COVID-19. Lorsque les mesures de distanciation physique sont respectées, les parcs et espaces verts représentent un des rares lieux sécuritaires offrant la possibilité de s'adonner à différentes activités physiques et sociales. Ils améliorent plusieurs dimensions de la santé physique et mentale en plus de représenter des îlots de fraîcheur lors d'un épisode de chaleur extrême (INSPQ, 2020d). Plusieurs municipalités canadiennes ont rouvert les parcs et les espaces verts et ont également permis aux gens de marcher librement dans les rues, en prenant des mesures pour minimiser le risque d'infection (Freeman et Eykelbosh, 2020; INSPQ, 2020d).

Comportements et mode de vie

Plusieurs autres mesures préventives peuvent être adoptées à l'échelle individuelle pour réduire les risques reliés à la chaleur extrême, comme la réduction de l'utilisation de certains appareils électriques (ordinateur, sècheuse, four, etc.), la prise de douches ou de bains supplémentaires, une consommation accrue d'eau, la fréquentation d'endroits frais et la diminution de l'activité physique (Valois et coll., 2017b). Au Québec, un indice d'adaptation à la chaleur incluant 18 mesures d'adaptation liées à différentes variables comme le revenu, l'âge, le sexe et la perception a été mis au point pour surveiller ces comportements au fil du temps (Valois et coll., 2017b). Les perceptions du risque, du contrôle et de la vulnérabilité personnelle influencent également la prédisposition des individus à adopter des mesures préventives contre la chaleur (Valois et coll., 2020b). Ainsi, l'adoption ou non de comportements préventifs pourrait expliquer le lien complexe entre le risque de maladies cardiovasculaires et l'exposition brève et occasionnelle à la chaleur extrême (Phung et coll., 2016).

3.4.4.2 Mesures d'adaptation en santé publique

Systèmes d'avertissement de chaleur et plans d'action

À la suite d'événements de chaleur extrême meurtriers au cours des dernières décennies, plusieurs gouvernements à travers le monde se sont dotés de plans d'action sanitaire en cas de chaleur (ou d'événements de chaleur extrême), généralement associés à des systèmes de veille météorologique et sanitaire et à des systèmes d'avertissement. Afin que leur mise en œuvre soit optimale, les plans d'action en cas de chaleur et les systèmes d'avertissement doivent reposer sur des seuils météorologiques prédéterminés à partir desquels les risques sanitaires graves augmentent. Divers guides sont disponibles au Canada sur ce sujet : un guide sur la détermination des seuils d'avertissement pour les événements de chaleur extrême qui a été préparé afin d'aider les autorités sanitaires, les municipalités et tous les autres intervenants à mettre en œuvre les systèmes d'avertissements (Gachon et coll., 2016); un guide sur les pratiques exemplaires pour la mise en place d'un système d'avertissement et d'un plan d'intervention en cas de chaleur extrême (Santé Canada, 2012); et un ensemble de lignes directrices sur les médicaments, les facteurs de risque et les symptômes liés au stress provoqué par la chaleur extrême, afin d'aider les professionnels des soins de santé à réagir adéquatement en cas de chaleur extrême (Santé Canada, 2011).

Au Québec, un système de surveillance météorologique et sanitaire en temps semi-réel permettant de réaliser des alertes précoces (SUPREME) a été mis en œuvre dès 2010. Cela pourrait expliquer en partie la diminution importante de la mortalité observée entre l'épisode de chaleur extrême de 2010 et celui de 2018, en plus des plans d'action mis en œuvre depuis (Toutant et coll., 2011; Canuel et coll., 2019; Lebel et coll., 2019).

Les alertes de santé publique diffusées au moyen de divers médias et mécanismes (p. ex., téléphones intelligents, radio, télévision, médias sociaux, associations communautaires), qui sont activées lorsque la température extérieure atteint un certain seuil et qui indiquent des mesures préventives à prendre avant et pendant l'épisode de chaleur extrême, sont un moyen de joindre et d'informer rapidement les personnes plus vulnérables. Les recherches indiquent que ce type de système peut réduire la mortalité et le nombre de personnes qui sont transportées en ambulance vers les centres de santé pour y être prises en charge (Toloo et coll., 2013; Boeckmann et Rohn, 2014). Toutefois, la difficulté pour ces systèmes d'alerte est de joindre

les personnes les plus vulnérables, comme les personnes isolées ou en situation d'itinérance, ou encore les personnes sans moyens de communication électronique ou téléphonique. Dans la région de la Montérégie, au Québec, ce type de système a été conçu pour les aînés ou ayant certaines maladies préexistantes. Il a incité davantage de personnes à se rendre dans des endroits frais pendant un épisode de chaleur extrême, ou à rester à l'intérieur dans le cas des participants qui prenaient des mesures afin de rester au frais à la maison (Mehiriz et Gosselin, 2017; Mehiriz et coll., 2018). Les femmes participant à une étude sur le système ont consulté un fournisseur de soins de santé deux fois moins souvent que celles d'un groupe témoin.

Les plans d'action devraient également prévoir des dispositions afin d'appuyer les personnes les plus isolées socialement. Par exemple, à Rome, la proportion d'augmentation des décès toutes causes confondues pour les personnes de 75 ans et plus était 50 % plus faible dans les quartiers où un programme d'intervention sociale avait été mis en place pour améliorer l'appui social des personnes isolées ou malades (Liotta et coll., 2018).

Encadré 3.3 Amélioration des pratiques avec le plan d'action sur la chaleur de Montréal

Dans la région de Montréal, les autorités sanitaires et municipales ont mis en œuvre un plan d'action en cas de chaleur extrême qui est déclenché si la température demeure à 33 °C ou plus (moyenne cumulative) pendant la journée et ne descend pas en dessous de 20 °C la nuit pendant trois jours consécutifs ou si la température est de 25 °C ou plus pendant deux nuits consécutives (Ville de Montréal, 2021). Le plan comprend des campagnes de sensibilisation dans les quartiers les plus à risque, la mise à disposition d'espaces climatisés, la prolongation des heures d'ouverture des piscines publiques, ainsi que des opérations de porte-à-porte pour vérifier que les gens vont bien. Une comparaison avec les événements de chaleur extrême survenus avant la mise en œuvre du plan montre que ces mesures ont divisé par cinq le nombre de décès quotidien, l'effet étant plus marqué chez les personnes âgées (Benmarhnia et coll., 2016). En ciblant les quartiers dans lesquels le statut socioéconomique des gens est faible, le plan a également réduit l'écart de mortalité liée à la chaleur entre les collectivités à statut socioéconomique élevé et faible.

Santé et sécurité au travail

La diminution des indemnisations lors d'événements de chaleur extrême en Australie, en Europe et aux États-Unis semble indiquer que les mesures d'adaptation obligatoires à partir d'un certain seuil (p. ex., allongement des périodes de repos, plus grand roulement des travailleurs, meilleur suivi de leur hydratation ou diminution de leur effort physique) diminuent efficacement les effets de la chaleur sur les travailleurs (Xiang et coll., 2014; Varghese et coll., 2018).

3.4.4.3 Mesures d'adaptation des infrastructures

Verdissement des quartiers

Le verdissement est une mesure d'adaptation pouvant réduire le phénomène des îlots de chaleur urbains (Giguère, 2012; Santé Canada, 2020b). À Toronto, lors d'événements de chaleur extrême, le nombre de demandes d'ambulance attribuables à la chaleur était cinq fois plus élevé dans les quartiers où le couvert d'arbres était inférieur à 5 % de la superficie totale, comparativement aux autres quartiers (Graham et coll., 2016). Le nombre de demandes est 18 fois plus élevé comparativement aux quartiers où le couvert d'arbres est supérieur à 70 %. Selon une simulation, un accroissement de 10 % de la végétation dans la ville de Toronto pourrait refroidir les températures estivales diurnes de 0,5 °C à 0,8 °C (Wang et coll., 2015).

Les avantages offerts par la végétation peuvent réduire le taux de mortalité des résidents à proximité des projets de verdissement et des parcs en général. Au Canada, une étude de cohorte menée sur 11 ans dans 30 villes, avec ajustements pour les facteurs de confusion, a permis de constater qu'une augmentation d'un quartile du niveau de végétation à moins de 500 mètres d'un lieu de résidence diminuait de 8 % à 12 % la mortalité toutes causes confondues en lien avec le diabète ou les systèmes cardiovasculaire et respiratoire (Crouse et coll., 2017).

Encadré 3.4 Les cobénéfices du verdissement sur la santé des collectivités

Outre la réduction de l'inconfort et des impacts sanitaires de la chaleur, les mesures liées au verdissement apportent de nombreux cobénéfices comme la diminution du stress, la réduction des concentrations de particules fines dans l'air et l'amélioration de la gestion de l'eau (Tallis et coll., 2011; Nowak et coll., 2013; Beaudoin et Levasseur, 2017). L'accès aux parcs et aux espaces verts n'est pas toujours égal. Par exemple, à Toronto, en Ontario, les collectivités à faible revenu et racialisées ont moins accès au couvert d'arbres et aux espaces verts publics, ce qui peut accroître leur exposition à la chaleur extrême (Greene et coll., 2018; Conway et Scott, 2020). L'accès équitable aux espaces verts doit être pris en compte lors de la mise en œuvre des stratégies de verdissement (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé).

Au Québec, plusieurs dizaines de projets de verdissement et de perméabilisation du sol ont été mis en œuvre dans la province pour combattre les îlots de chaleur urbains dans des quartiers où le niveau socioéconomique est faible. Les personnes concernées par ces mesures ont signalé une amélioration de leur qualité de vie par un accroissement du sentiment de sécurité, de la cohésion sociale et de l'autonomie des collectivités concernées (Beaudoin, 2016; Beaudoin et Gosselin, 2016; Santé Canada, 2020b).

Réflectance des matériaux (albédo)

L'augmentation de la capacité des villes à se rafraîchir par temps chaud est optimisée lorsque le verdissement des milieux urbains est combiné à la pose de revêtements et à l'utilisation de matériaux ayant un albédo³ élevé (Santé Canada, 2020b). En général, une augmentation de 0,1 de l'albédo (réflectance solaire) peut réduire la température ambiante d'environ 1 °C en cas de chaleur extrême (Santamouris, 2014). Selon une simulation, l'augmentation de l'albédo au sol de 0,2 à 0,4, de l'albédo des toits de 0,3 à 0,7, ainsi que l'accroissement de 10 % de la végétation dans la ville de Toronto pourraient diminuer la température diurne estivale ressentie de 3,6 à 4,6 °C (Wang et coll., 2015). À Montréal, une augmentation de l'albédo de 0,2 à 0,65 ferait diminuer les températures annuelles de 0,2 °C; la réduction irait jusqu'à 4 °C lors des jours de chaleur (Touchaei et Akbari, 2015). Cet impact sur la température ambiante a un effet direct sur la santé. Dans trois régions métropolitaines américaines (Atlanta, Philadelphie, Phoenix), un verdissement substantiel (au moins 50 % de la superficie urbaine) ou une augmentation importante de l'albédo (au-dessus de 0,45) pourrait réduire de 40 % à 99 % les hausses projetées des décès liés à la chaleur d'ici 2050 (Stone et coll., 2014). En Californie, l'installation généralisée de toits réfléchissants pourrait réduire de 51 % à 100 % l'accroissement de l'exposition à la chaleur causée par les changements climatiques d'ici 2050, selon le scénario d'émissions utilisé (Vahmani et coll., 2019).

Environnement bâti, urbanisation et infrastructures communautaires

L'aménagement urbain peut également influencer les effets sanitaires de la chaleur extrême (Santé Canada, 2020b). À Vancouver, le risque de décès dans les zones denses ($\geq 1\ 000$ personnes par km²) est plus élevé (43 %) que dans les zones moins denses (Kosatsky et coll., 2012). Cet effet est principalement expliqué par la rareté de la climatisation résidentielle et le taux de précarité plus élevé dans ces quartiers. Par contre, au Massachusetts, le risque de mortalité liée à la chaleur entre 1990 et 2008 n'était pas associé aux mesures d'urbanisation (Hattis et coll., 2012). Bien que la densité de la population soit associée au phénomène des îlots de chaleur urbains, l'étalement urbain augmente la superficie comprenant moins de surfaces réfléchissantes (p. ex., routes, trottoirs, toits) et fait généralement diminuer les zones végétalisées. Par exemple, les villes américaines plus étalées ont subi une augmentation plus importante du nombre d'événements extrême entre 1956 et 2005 (Stone et coll., 2010). Afin de diminuer le potentiel d'emmagasinement de la chaleur dans les collectivités et la mortalité associée, la densification urbaine devrait être combinée à des mesures de verdissement, d'ombrage et d'augmentation de la réflectivité solaire (Stone et coll., 2014).

La qualité du logement peut également avoir une incidence sur les risques sanitaires liés à la chaleur. L'utilisation de matériaux réfléchissants (p. ex., membrane blanche sur le toit), l'amélioration de l'isolation et de la ventilation des logements (active ou passive), en particulier les logements vétustes des quartiers défavorisés, et l'ajout de protection solaire aux fenêtres (volets, rideaux, etc.) peuvent réduire de façon substantielle l'exposition à la chaleur des résidents; de plus, ces mesures sont rentables à moyen et à long terme du point de vue de la consommation d'énergie (Mavrogianni et coll., 2012; Porritt et coll., 2012; Bélanger et coll., 2014; Ngom et coll., 2016).

3 L'albédo est la capacité de réfléchir l'énergie lumineuse; il est mesuré sur une échelle sans unité allant de 0 (absorption totale d'énergie, comme les surfaces noires) à 1 (réflexion totale, comme un miroir).

3.5 Exposition aux rayons ultraviolets

3.5.1 Impacts des changements climatiques sur les rayons ultraviolets – tendances et projections

Le niveau et l'intensité du rayonnement ultraviolet qui atteint la surface de la Terre à un endroit particulier sont influencés par de nombreux facteurs, tels que l'heure de la journée, la saison, l'épaisseur de la couche d'ozone, le type de couverture nuageuse, la réflexion sur la neige, l'altitude et la latitude. Par conséquent, les projections du rayonnement ultraviolet dans les scénarios climatiques futurs s'accompagnent de plusieurs incertitudes. Le Protocole de Montréal, un accord international sur les substances appauvrissant la couche d'ozone, a permis de protéger la couche d'ozone stratosphérique⁴ et de prévenir l'augmentation à l'échelle mondiale du rayonnement ultraviolet solaire (Neale et coll., 2021). Cependant, dans l'Arctique, des épisodes d'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique, repérés pour la première fois au début des années 2010, continuent de se produire au printemps. Le dernier épisode, au printemps 2020, a entraîné la plus grande perte d'ozone mesurée à ce jour et a donné lieu à des indices UV deux fois plus élevés que d'habitude à plusieurs endroits de l'Arctique, comme dans le nord du Canada (Neale et coll., 2021, p. 3). En dehors de la région arctique, les petits changements dans les tendances du rayonnement UV au cours des 20 dernières années ont été principalement influencés par les nuages, les aérosols et la réflectivité de surface (Neale et coll., 2021).

Les impacts potentiels des changements climatiques sur les niveaux d'ozone stratosphérique sont complexes et incertains. Avec les changements climatiques, les modifications dans l'ozone stratosphérique et la couverture nuageuse pourraient entraîner une diminution du rayonnement ultraviolet (UV) ambiant, en particulier aux latitudes nordiques. La couverture nuageuse devrait augmenter au nord du 50^e parallèle et, par conséquent, faire diminuer le rayonnement UV atteignant la surface de la Terre (Bais et coll., 2015). La réflectance solaire au niveau du sol ainsi que les concentrations d'aérosols et d'oxydes d'azote influent également sur le rayonnement UV qui atteint les humains. Dans le nord du Canada, le réchauffement des températures réduira la réflectance solaire au niveau du sol et le rayonnement UV en réduisant la couverture de neige et de glace (Bais et coll., 2015; Bais et coll., 2018).

Au sud du 50^e parallèle, où vit la grande majorité des Canadiens et des Canadiennes, la couverture nuageuse devrait diminuer, principalement en raison d'une augmentation des concentrations de GES (Neale et coll., 2021). En outre, dans les latitudes moyennes (sud du Canada), l'augmentation des émissions de GES devrait stimuler la formation d'ozone dans les couches moyennes et supérieures de la stratosphère (Bais et coll., 2015), faisant ainsi diminuer les UV en basse atmosphère. La réduction prévue des concentrations anthropiques de certains polluants atmosphériques et aérosols pourrait, en revanche, faire augmenter l'intensité des rayons UV étant donné qu'ils sont actuellement partiellement bloqués par ces polluants. De plus, les comportements risqués d'exposition au soleil, tels qu'une augmentation du temps passé à l'extérieur et le port de vêtements offrant peu de protection solaire, ont tendance à augmenter lorsque les températures se réchauffent (Zivin et Neidell, 2014; Pinault et Fioletov, 2017). Il est donc difficile de déterminer l'effet net

4 La stratosphère est la deuxième couche de l'atmosphère et contient la couche d'ozone, qui est différente de l'ozone troposphérique (une source de pollution atmosphérique dans la basse atmosphère).

de tous ces facteurs sur l'intensité et le niveau d'exposition future aux UV, ainsi que sur les risques connexes pour la santé des Canadiens et des Canadiennes.

3.5.2 Effets des rayons ultraviolets sur la santé

3.5.2.1 Cancer de la peau

La surexposition aux rayons UV est la principale cause de cancer de la peau. L'Organisation mondiale de la Santé a classé les rayons UV comme un cancérigène de catégorie 1, c'est-à-dire qu'il existe des preuves scientifiques suffisantes de cancer chez l'humain (Centre international de recherche sur le cancer, 1992). Le risque de développer un mélanome malin, la forme la plus mortelle de cancer de la peau, a été associé à l'exposition aux rayons UV ambiants dans plusieurs pays, dont le Canada (Watson et coll., 2016; Pinault et coll., 2017). Les coups de soleil chez l'enfant peuvent augmenter le risque de mélanome plus tard dans la vie (Benedetti, 2019). L'exposition aux rayons UV et l'incidence des cancers de la peau s'aggravent avec l'augmentation des températures (Freedman et coll., 2015; Kimeswenger et coll., 2016; Kaffenberger et coll., 2017). Par exemple, il a été estimé qu'une augmentation de 2 °C augmenterait le nombre de cancers de la peau de 10 % par année (van der Leun et coll., 2008; Kaffenberger et coll., 2017). Bien que l'incidence du mélanome au cours de la dernière décennie (2005-2015) ait augmenté dans de nombreux pays, y compris au Canada, un modèle indique que si le Protocole de Montréal était pleinement mis en œuvre, environ 430 millions de cas de cancer des kératinocytes et 11 millions de cas de mélanome seraient évités rien qu'aux États-Unis, pour les personnes nées entre 1890 et 2100 (Neale et coll., 2021).

3.5.2.2 Cataractes et tumeurs oculaires

Les rayonnements UVA peuvent entraîner un vieillissement prématuré de l'œil, ce qui contribue à l'apparition de cataractes (Yam et Kwok, 2014; Delic et coll., 2017; Bais et coll., 2018; Ivanov et coll., 2018). Une exposition répétée peut également mener au développement de cellules cancéreuses cutanées autour de l'œil, de croissances précancéreuses de la sclère, de cancer conjonctival et de mélanomes intraoculaires (Yam et Kwok, 2014; Bais et coll., 2018; Ivanov et coll., 2018).

3.5.2.3 Immunosuppression

Une exposition excessive aux rayons UV peut favoriser l'immunosuppression, à la fois dans la peau et dans l'ensemble du corps. L'affaiblissement du système immunitaire restreint la capacité du corps à se défendre contre les bactéries, les virus et les maladies graves telles que le cancer (Hart et Norval, 2018). Cependant, l'immunomodulation par les rayons UV solaires peut aussi être favorable à certaines personnes étant donné qu'elle pourrait réduire l'incidence de maladies auto-immunes telles que la sclérose en plaques, le diabète de type 1, les maladies inflammatoires chroniques de l'intestin (p. ex., maladie de Crohn), l'arthrite et les allergies (Sloka et coll., 2008; Gorman et coll., 2010; Lucas, 2010; Holmes et coll., 2015; Lu et coll., 2015; Lucas et coll., 2015; Bais et coll., 2018; Simpson et coll., 2018).

3.5.2.4 Vitamine D et tension artérielle

Malgré ses effets nocifs, l'exposition aux rayons UV du soleil est la source la plus importante de vitamine D chez l'humain. De nombreux ouvrages scientifiques ont documenté les avantages de la vitamine D dans la réduction des problèmes osseux tels que le rachitisme, l'ostéomalacie et l'ostéoporose (Ross et coll., 2011; Wintermeyer et coll., 2016). Au Canada en 2009, 10 % de la population avait une carence en vitamine D et 32 % avait une concentration sanguine sous-optimale pour la santé osseuse, ces pourcentages augmentant de façon importante pendant les mois hivernaux (Vieth et coll., 2001; Rucker et coll., 2002; Janz et Pearson, 2013). La vitamine D peut également favoriser la santé cardiovasculaire, les maladies cardiaques constituant la principale cause de décès au Canada. Entre autres, l'exposition aux rayons UV solaires libère l'oxyde nitrique dans la peau, ce qui diminue la pression sanguine (Juzeniene et Moan, 2012; Halliday et Byrne, 2014; Liu et coll., 2014). Des évaluations ont indiqué qu'une exposition au soleil de 30 minutes réduit la pression sanguine de 5 à 7 mm Hg et pourrait ainsi diminuer de 34 % le risque de crise cardiaque (Cabrera et coll., 2016; Weller, 2017). La concentration adéquate de vitamine D dans le sang pourrait avoir d'autres avantages, comme la réduction de l'incidence du diabète de type 2, de l'obésité, de syndromes métaboliques et de cancers, même si le processus causal reste encore à déterminer (Mitchell, 2011; Pludowski et coll., 2013; Shore-Lorenti et coll., 2014; Gorman et coll., 2017; Bais et coll., 2018).

3.5.3 Populations présentant des risques accrus face au rayonnement ultraviolet

Certaines sous-populations tendent à s'exposer davantage aux rayons UV ou sont moins susceptibles de se protéger du soleil, alors que d'autres peuvent être sous-exposées. Au Canada, les coups de soleil ont été plus fréquents de 2005 à 2014 chez les hommes, les personnes jeunes, les personnes ne faisant pas partie des minorités visibles, les personnes faisant partie de ménages à revenu plus élevé et les personnes ayant un emploi (Haider et coll., 2007; Pinault et Fioletov, 2017). Les personnes travaillant à l'extérieur excèdent souvent les niveaux recommandés d'exposition aux rayons UV et courent ainsi un risque plus élevé de développer un cancer de la peau (Schmitt et coll., 2011; Fartasch et coll., 2012; Peters et coll., 2012; Modenese et coll., 2018).

Les groupes susceptibles d'être davantage exposés aux UV sont ceux qui ont la peau claire (p. ex., caucasien/blanc, cheveux blonds ou roux); et à l'inverse, les personnes à la peau foncée qui résident dans une région où le rayonnement UV est faible sont plus susceptibles d'avoir une carence en vitamine D (Jablonski et Chaplin, 2012; Correia et coll., 2014). Les voyages dans les climats tropicaux, certains médicaments qui rendent la peau plus sensible et le sexe masculin étaient également des facteurs de risque accru d'exposition aux UV (Pinault et Fioletov, 2017; Pinault et coll., 2017). La peau plus fragile des jeunes était également un facteur, surtout lorsqu'ils jouent beaucoup à l'extérieur sans protection (The Ontario Sun Safety Working Group, 2010; Joshua, 2012). De plus, les personnes utilisant certains médicaments ou produits sensibilisant la peau aux rayons UV, tels que les antidépresseurs, les antibiotiques, les antidiabétiques, les contraceptifs oraux, les immunosuppresseurs et certains produits cosmétiques, sont plus susceptibles de subir des réactions photoallergiques ou phototoxiques (Monteiro et coll., 2016).

3.5.4 Mesures d'adaptation aux ultraviolets

3.5.4.1 Mesures d'adaptation individuelles

Comportements et mode de vie

L'application d'écran solaire permet de protéger la peau des rayons UV et le port de lunettes de soleil permet de protéger les yeux des rayons UV. L'ombre fournie par un chapeau, des vêtements longs et des infrastructures serait plus efficace que les écrans solaires pour prévenir les coups de soleil et réduire l'exposition aux rayons UV (Linos et coll., 2012). Plusieurs facteurs peuvent influencer l'adoption de comportements protecteurs pour réduire l'exposition au soleil. L'un des principaux obstacles est le manque de connaissances générales concernant les risques de l'exposition aux rayons UV solaires et l'application appropriée d'écran solaire (Weinstein et coll., 2001; Dadlani et Orlow, 2008; Bränström et coll., 2010). Parmi les autres obstacles, mentionnons l'inconfort thermique associé au port de vêtements de protection solaire (longs et épais) par temps chaud, une attitude positive à l'égard du bronzage pour des raisons esthétiques, la croyance que la protection solaire entraîne une carence en vitamine D, le coût d'achat des écrans solaires et l'inefficacité ou la toxicité perçues des écrans solaires (Saraiya et coll., 2004; Dadlani et Orlow, 2008; Youl et coll., 2009; Bränström et coll., 2010; Burnett et Wang, 2011). En réalité, la plupart des gens n'appliquent pas suffisamment d'écran solaire, ne l'appliquent pas de façon uniforme ou ne l'appliquent qu'à certaines parties exposées de leur corps.

3.5.4.2 Mesures d'adaptation publiques

Sensibilisation

Les campagnes de sensibilisation ont démontré une certaine efficacité pour encourager des comportements de protection solaire, en particulier lorsqu'elles sont généralisées et accompagnées de changements structurels comme la construction d'espaces ombragés, la réduction du temps passé à l'extérieur dans les écoles ou la distribution d'écran solaire (Sandhu et coll., 2016). Cette combinaison d'interventions à grande échelle est associée à une hausse médiane de 11 % de l'utilisation d'écran solaire (Sandhu et coll., 2016). Plusieurs organismes gouvernementaux et privés au Canada promeuvent ce type d'interventions (Santé Canada, 2018). Par exemple, le projet « Sun Safety at Work Canada » cherche à soutenir l'implantation de programmes de protection solaire en milieu de travail en collaboration avec les employeurs et les décideurs (Kramer et coll., 2015).

Surveillance environnementale

Sur le plan de la surveillance, Environnement et changement climatique Canada (ECCC) a créé l'indice UV comme outil permettant d'informer les Canadiens et les Canadiennes du potentiel délétère du rayonnement UV (Fioletov et coll., 2010). En 2018, ECCC a débuté la conception d'un nouveau système de prévision de l'indice UV qui fournirait des prévisions horaires et à long terme (quatre jours ou plus) de même que des cartes régionales et continentales du niveau de rayonnement UV (Tereszchuk et coll., 2018). La surveillance des mélanomes est également menée par plusieurs organisations au Canada, comme la Société canadienne du cancer et l'Agence de la santé publique du Canada (Société canadienne du cancer, 2019; gouvernement du Canada, 2020).

3.5.4.3 Mesures d'adaptation des infrastructures

Plusieurs facteurs physiques peuvent également influencer le niveau d'exposition aux rayons UV solaires, comme les structures artificielles (p. ex., bâtiments) ou naturelles (p. ex., gros arbres) offrant de l'ombre. La protection solaire, en combinaison avec le confort thermique, devrait être prise en compte dans l'aménagement urbain. Les espaces verts, par exemple, peuvent à la fois réduire l'exposition aux rayons UV par l'ombre qu'ils procurent et l'augmenter en incitant les personnes à proximité à passer davantage de temps à l'extérieur (Astell-Burt et coll., 2014; Na et coll., 2014, 2014; Porcherie et coll., 2018). La Ville de Toronto est la première administration au Canada à inclure une politique sur l'ombre dans sa planification (Kapelos et Patterson, 2014; Holman et coll., 2018). Les structures qui fournissent de l'ombre peuvent également entraîner une réduction de la production de vitamine D en limitant l'exposition aux UV. Les taux sanguins de vitamine D des personnes vivant dans des zones très denses avec des bâtiments de grande hauteur peuvent être jusqu'à quatre fois inférieurs à ceux des personnes vivant dans une zone non ombragée (McKinley et coll., 2011; Wai et coll., 2015).

3.6 Événements de froid moyen et de froid extrême

3.6.1 Impacts des changements climatiques sur le froid – tendances et projections

Au cours des 70 à 100 dernières années, la température moyenne en hiver a augmenté et il y a eu moins de jours de froid extrême, tendance qui se poursuivra dans le futur (Zhang et coll., 2019). Le réchauffement des températures réduira la durée de la saison froide partout au Canada et fera diminuer l'intensité et la fréquence des froids extrêmes (Zhang et coll., 2019). Comparativement à la période 1976-2000, la majorité des diminutions prévues du nombre annuel de jours de gel ($<0\text{ }^{\circ}\text{C}$) selon un scénario de réchauffement climatique modéré (RCP 4.5) se situe entre 25 et 40 jours par année pour l'horizon 2051-2080 et pourrait atteindre 50

jours sur la côte Pacifique (Prairie Climate Centre, 2019). Selon un scénario d'émissions élevées (RCP 8.5), ces réductions sont supérieures à 45 jours par année dans la plupart des cas. Elles sont généralement moins importantes dans la région des Prairies, mais plus marquées en Colombie-Britannique et dans les provinces maritimes.

Si on poursuit la comparaison entre l'horizon 2051-2080 et la période 1976-2000, les simulations laissent entrevoir une diminution du nombre de jours de froid extrême ($< -30\text{ }^{\circ}\text{C}$) avec les changements climatiques. Bien que des régions comme le sud de l'Ontario, les provinces de l'Atlantique et la côte du Pacifique ne subissent plus ce type de température, les régions nordiques des Prairies, de l'Ontario et du Québec devraient voir leur nombre de jours de froid extrême réduit de 15 à 35 jours par année selon un scénario d'émissions élevées (RCP 8.5) (Prairie Climate Centre, 2019). Le nombre de jours froids serait presque réduit à zéro dans la vallée du Saint-Laurent et le sud des Prairies (Prairie Climate Centre, 2019). Par exemple, on prévoit que le nombre de jours de froid extrême passera de 52 à 14 dans le nord-ouest (p. ex., Yellowknife) et de 13 à 2 jours dans les Prairies (p. ex., Saskatoon). Même si la réduction était moins importante avec un réchauffement climatique moins grave, peu de différences seraient observées au sud du Canada.

Les projections pour la durée des vagues de froid varient également fortement en fonction de la région canadienne. Selon un scénario d'émissions modérées (RCP 4.5), les projections quant à la réduction de la durée totale des vagues de froid vont d'un seul jour au Québec à environ cinq jours de moins dans le nord de la Colombie-Britannique et au Yukon pour l'horizon 2081-2100 (Sillmann et coll., 2013). Les résultats du scénario de fortes émissions (RCP 8.5) sont similaires, la différence entre les deux scénarios ne dépassant pas une journée pour la plupart des régions du Canada.

3.6.2 Effets du temps froid sur la santé

On sait que les températures froides (qu'elles soient extrêmes ou non) augmentent le risque de maladies cardiovasculaires et respiratoires ainsi que les accidents vasculaires cérébraux, de même que la mortalité liée à ces problèmes (Turner et coll., 2012b; Gill et coll., 2013; Phung et coll., 2016; Ryti et coll., 2016; Moghadamnia et coll., 2017; Sun et coll., 2018) et la mortalité en général (Gasparrini et coll., 2015; Liddell et coll., 2016; Hajat, 2017; Song et coll., 2017). La durée d'exposition individuelle au froid pour que ces différents effets sur la santé se fassent ressentir n'est toutefois pas bien connue (Ryti et coll., 2016), certains pouvant être observés jusqu'à deux semaines après un froid extrême, tandis que d'autres mettent plus de temps à se manifester (Kinney et coll., 2015; Liddell et coll., 2016; Phung et coll., 2016; Ryti et coll., 2016). L'humidité peut également influencer les effets du froid sur la santé, les deux extrêmes (faible et forte) semblant exacerber la mortalité et la morbidité rattachées au froid (Mäkinen et coll., 2009; Barreca, 2012; Davis et coll., 2016).

3.6.2.1 Mortalité

Selon une étude visant 15 villes canadiennes réalisée entre 1981 et 2000, le risque de mortalité associé à la température minimale à Vancouver, à Ottawa, à Edmonton et à Montréal était entre 19 % et 72 % plus élevé en comparaison avec la température optimale (Martin et coll., 2012). En Ontario, chaque réduction de $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ pendant la saison hivernale correspondait à un accroissement moyen de 2,5 % du nombre de décès de 1996

à 2010 (Chen et coll., 2016). Une autre étude, utilisant un délai de latence de 30 jours, n'a toutefois pas trouvé de relation entre les températures froides et la mortalité à Montréal (Goldberg et coll., 2011). Au Québec, la mortalité toutes causes confondues n'est pas associée à des températures moyennes inférieures à 18 °C, lorsque la saison et l'influenza sont prises en compte (Doyon et coll., 2008). Le pourcentage de décès toutes causes confondues attribuables au froid a été calculé pour 21 villes canadiennes, et variait de 1,96 % à 5,53 % entre 1986 et 2012 selon la ville (Gasparrini et coll., 2015).

3.6.2.2 Infections

Les individus changent également leur comportement lors des événements de froid extrême, particulièrement en passant davantage de temps à l'intérieur. Les températures froides coïncident ainsi avec l'incidence maximale de grippe et d'infections respiratoires telles que la pneumonie et la bronchite parce qu'elles favoriseraient la propagation de ces maladies (Mäkinen et coll., 2009; Organisation mondiale de la Santé, 2013b; Xu et coll., 2014a; Bunker et coll., 2016) (voir le chapitre 6 : Maladies infectieuses). D'autres maladies infectieuses peuvent également être plus facilement transmises de cette façon, bien que le froid soit aussi associé à une diminution de la prolifération de maladies d'origine hydrique, tel qu'on l'a observé dans les régions arctiques et subarctiques (Hedlund et coll., 2014; Herrador et coll., 2015; Bruce et coll., 2016).

3.6.2.3 Hospitalisations et visites aux services d'urgence

Un examen systématique a permis de constater que le risque d'hospitalisation augmentait en moyenne de 2,8 % pour chaque degré de diminution de la température en deçà des conditions optimales (Phung et coll., 2016). Au Québec, les températures les plus froides entre 1989 et 2006 ont été associées à un excédent de visites à l'hôpital pour maladies ischémiques allant jusqu'à 12 % en hiver (Bayentin et coll., 2010). Toujours au Québec, les visites à l'urgence pour cardiopathies ischémiques sont plus nombreuses en début d'hiver et diminuent à mesure la saison avance, mettant ainsi en évidence un possible effet d'acclimatation physique et sociale (Bayentin et coll., 2010). Toutefois, le froid ne semble pas avoir d'effet particulier sur les problèmes rénaux et les troubles de santé mentale (Wang et coll., 2014; Lim et coll., 2018). De plus, aucun lien n'a été trouvé à Toronto entre les froids extrêmes (1^{er} centile) et les visites à l'urgence pour des troubles psychologiques ou de comportement (Wang et coll., 2014).

3.6.2.4 Impact global sur la santé

On s'attend à ce que les changements climatiques aient un effet net sur l'atténuation de certains des effets néfastes du froid sur la santé au Canada. Des projections selon un scénario de réchauffement climatique moyen pour 15 villes canadiennes ont indiqué que les taux de décès annuels reliés au froid pourraient diminuer, selon la ville, de 3 à 19 décès par 100 000 habitants d'ici 2079, par rapport aux taux actuels (Martin et coll., 2012). De plus, les températures hivernales plus chaudes encouragent les gens à consacrer plus de temps à des activités de plein air, ce qui favorise l'activité physique et les liens sociaux. Cette augmentation du temps passé à l'extérieur pourrait également réduire le risque de propagation de maladies infectieuses comme le rhume, la grippe et les infections pulmonaires (Mäkinen et coll., 2009; Bunker et coll., 2016).

Cependant, le réchauffement des températures hivernales risque d'accroître le nombre de fractures, étant donné que les températures près du point de congélation et les épisodes de pluie suivis d'une baisse importante de température ont été associés à un risque plus élevé de chute, selon une étude menée à Montréal (Morency et coll., 2012). Puisque l'hiver est souvent associé à une augmentation des épisodes de smog et des concentrations de matières particulaires, cette augmentation pourrait aussi accroître l'exposition aux polluants atmosphériques (Jerrett et coll., 2005).

3.6.3 Comparaison annuelle de la mortalité due au froid et à la chaleur

Au Canada comme dans le monde entier, les décès attribuables aux températures froides en hiver sont actuellement plus nombreux que les décès en lien avec la chaleur en été (Martin et coll., 2012; Gasparrini et coll., 2015). De 1985 à 2012, 4,5 % des décès toutes causes confondues au Canada étaient attribués au froid, contre seulement 0,5 % de ces décès qui étaient attribués à la chaleur (Gasparrini et coll., 2015). Pour l'ensemble du Canada, les pourcentages passent à 6,2 % (pour le froid) et à 0,7 % (pour la chaleur) pour la période de 2010 à 2019 (Gasparrini et coll., 2017), en partie en raison du vieillissement de la population. Ceci a également été observé en Ontario, où, pendant l'été, chaque augmentation de 5 °C était associée à quatre décès quotidiens supplémentaires; pendant l'hiver, chaque diminution de 5 °C était associée à sept décès quotidiens supplémentaires (Chen et coll., 2016). L'effet du froid ou de la chaleur est souvent calculé en fonction des centiles de températures moyennes au cours d'une année (5^e centile et moins ou 1^{er} centile pour le froid; 95^e centile et plus ou 99^e centile pour la chaleur), ce qui permet d'estimer l'effet des températures extrêmes.

3.6.3.1 Géographie

Contrairement à la chaleur qui touche davantage les villes à cause de la présence d'îlots de chaleur urbains, le froid semble avoir un impact plus considérable en milieu rural (Bayentin et coll., 2010; Conlon et coll., 2011). Les effets du froid sur la santé peuvent se faire ressentir pendant des semaines après un épisode de froid extrême; lors d'un événement de chaleur extrême, au contraire, les effets se font ressentir pendant une semaine seulement (Turner et coll., 2012b; Bunker et coll., 2016; Ryti et coll., 2016; Moghadamnia et coll., 2017; Sun et coll., 2018). Pour la chaleur et le froid, les variations de températures quotidiennes, hebdomadaires ou mensuelles coïncident avec l'augmentation de la mortalité et des effets sur la santé, surtout les effets cardiaques et respiratoires (Lim et coll., 2012; Cheng et coll., 2014; Vutcovici et coll., 2014; Vanasse et coll., 2016b).

3.6.3.2 Projections de la mortalité d'ici 2100

Quelques études se sont penchées sur l'effet net projeté des changements climatiques au Canada sur la mortalité associée aux températures ambiantes. Ces études semblent indiquer que l'accroissement de la mortalité en lien avec la chaleur devrait surpasser la réduction de la mortalité en lien avec le froid dans la plupart, sinon l'ensemble des régions. Au Québec, une hausse nette de 3 % de la mortalité annuelle a été projetée pour 2080, comparativement à la période de 1981 à 1999 (Doyon et coll., 2006, Doyon et coll.,

2008). À l'inverse, une étude concernant 15 villes canadiennes a estimé qu'il n'y aurait une hausse nette de la mortalité que dans quatre d'entre elles : London, Hamilton, Régina et Montréal (Martin et coll., 2012). Ainsi, les impacts nets de la température sur la surmortalité semblent varier selon les régions géographiques. La surmortalité liée à la température entre 2090 et 2099 au Canada devrait augmenter par rapport à la période de 2010 à 2019, selon les scénarios de changement climatique RCP 4.5, RCP 6.0 et RCP 8.5 (Gasparrini et coll., 2017; Lavigne, 2020). La figure 3.4 montre la variation nette de la mortalité prévue dans l'ensemble du Canada selon le scénario RCP 8.5. Même si, dans les simulations, certaines régions présentent des améliorations de la mortalité, la grande majorité des régions sanitaires, qu'elles soient urbaines ou rurales, devraient subir un impact négatif net sur la santé (Gasparrini et coll., 2017; Lavigne, 2020). Dans ces deux études, le pourcentage de décès toutes causes confondues attribuables à la chaleur est inférieur au pourcentage de décès attribuables au froid, quel que soit le scénario utilisé.

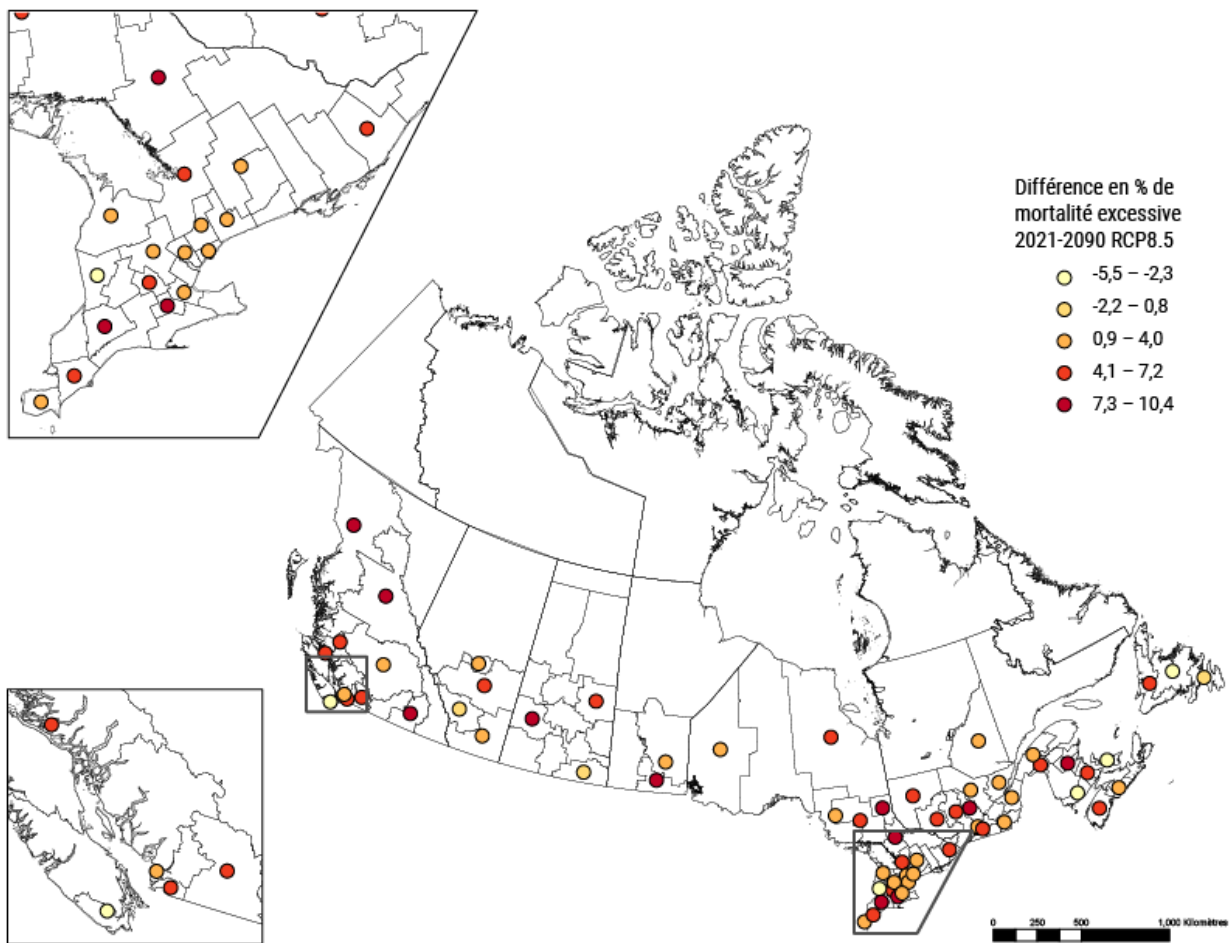


Figure 3.4 Tendances nettes de mortalité de 2090 à 2099 comparativement à la période de 2010 à 2019, selon le scénario RCP 8.5 (simulation dans l'ensemble des régions administratives de santé du Canada). La carte présente le résultat net des variations combinées de mortalité dues au froid et à la chaleur, principalement en lien avec les maladies cardiovasculaires (+2,34 % pour le pays) et respiratoires (+7,82 % pour le pays). Source : Lavigne, 2020.

3.6.4 Populations présentant des risques accrus face au froid

3.6.4.1 Âge, sexe et genre

Globalement, les aînés sont plus susceptibles de subir les effets du froid (Ryti et coll., 2016). Selon une méta-analyse, la mortalité cardiovasculaire et respiratoire chez les personnes âgées de 65 ans et plus s'accroît respectivement de 1,7 % et 2,9 % lorsque la température est inférieure de 1 °C par rapport à la température optimale (Bunker et coll., 2016). Cependant, certains résultats au Canada indiquent que les moins de 65 ans seraient plus à risque que les aînés. Une étude en Ontario a conclu que chaque diminution de 5 °C entre 1996 et 2010 avait accru de 8 % le risque de décéder d'une maladie cardiovasculaire chez les 65 ans et moins, et de 3 % chez les 65 ans et plus (Chen et coll., 2016). Peu d'études se sont penchées sur les effets du froid sur la santé des enfants (Xu et coll., 2012; Song et coll., 2017).

Une étude au Québec a corroboré ces résultats en estimant que les hommes de moins de 65 ans, particulièrement ceux âgés de 45 à 64 ans, affichaient un risque le plus élevé que les 65 ans et plus de subir une cardiopathie ischémique ou d'en mourir pendant les périodes de froid intense survenues de 1989 à 2006 (Bayentin et coll., 2010). Cela pourrait s'expliquer par le fait que les hommes passent généralement plus de temps à l'extérieur pour le travail ou le déneigement. Ils sont ainsi davantage exposés à des conditions météorologiques défavorables et à un effort cardiovasculaire accru (Ali et Willett, 2015; Auger et coll., 2017e). En Ontario, chaque réduction d'un degré en dessous de 0 °C entre 2004 et 2010 a mené à une augmentation médiane de 15 % du nombre moyen de visites à l'urgence en lien avec le travail à l'extérieur (engelures ou hypothermie) (Fortune et coll., 2014).

La grossesse et la période périnatale sont des moments critiques d'exposition aux impacts négatifs du froid sur la santé. Le froid accroît la probabilité de survenue d'effets indésirables à la naissance ou au cours de la grossesse tels que l'éclampsie, le faible poids à la naissance et la naissance prématurité (Strand et coll., 2011; Poursafa et coll., 2015).

3.6.4.2 Maladies chroniques

Certaines maladies préexistantes peuvent également rendre les gens plus sensibles aux effets du froid. Au Québec, une étude a indiqué que les régions où les taux de tabagisme sont plus élevés chez les 45 à 64 ans affichent un taux d'hospitalisation pour cardiopathie ischémique plus important pendant l'hiver (Bayentin et coll., 2010). Cette augmentation a également été observée chez les fumeurs et les buveurs d'alcool au Royaume-Uni (Sartini et coll., 2016). À Toronto, les personnes ayant des problèmes rénaux ou cardiaques préexistants affichaient une probabilité plus élevée d'admission à l'urgence pour des motifs cardiovasculaires lors de froids extrêmes, comparativement aux personnes n'ayant pas ce type de problème (Lavigne et coll., 2014). Ce constat a été formulé en Chine en ce qui concerne les personnes ayant des maladies respiratoires préexistantes (L. Wang et coll., 2016). L'impact de la morbidité préexistante sur la susceptibilité au froid dépend également de l'âge.

3.6.4.3 Défavorisation matérielle et sociale

Les impacts du froid sur les personnes ayant un faible statut socioéconomique n'ont pas fait l'objet d'études approfondies. Au Québec, les effets du froid sur les visites à l'urgence pour cardiopathies ischémiques sont plus importants dans les régions affichant un faible niveau socioéconomique (Bayentin et coll., 2010). Au Portugal, l'appartenance à un milieu socio-économique défavorisé a été associée à la mortalité hivernale, le risque relatif étant 1,75 fois plus élevé chez les personnes ayant un faible statut socioéconomique que chez celles ayant un statut socioéconomique élevé (Almendra et coll., 2017). Le coût du chauffage en hiver peut ainsi pousser les personnes à faible revenu, et même de la classe moyenne, à diminuer l'intensité du chauffage afin de subvenir à d'autres besoins (loyer, nourriture, etc.) et les forcer ainsi à habiter des logements froids (Liddell et Morris, 2010; Howden-Chapman et coll., 2012; Rezaei, 2017). Un logement froid accroît le risque d'exposition au froid extérieur et nuit au bien-être mental perçu et à la résilience émotionnelle des résidents (Marmot Review Team, 2011). Les enfants auraient un risque plus élevé de développer des problèmes respiratoires, mangeraient moins de calories et passeraient plus de temps à l'intérieur lorsque le logement est froid, ce qui met en péril leur développement physique et cognitif (Liddell et Morris, 2010; Marmot Review Team, 2011). L'insécurité énergétique au Canada s'établissait à 8 % en moyenne en 2015 avec des pointes dans les Maritimes et en Saskatchewan (Régie de l'Énergie du Canada, 2017). Ce taux est de trois à quatre fois plus élevé que dans les pays scandinaves, mais comparable à la moyenne européenne (Thomson et coll., 2017).

3.6.4.4 Personnes en situation d'itinérance

Les personnes en situation d'itinérance sont également très exposées au froid. Selon une étude menée à Paris, en France, les personnes en situation d'itinérance représentaient 62 % des personnes admises à l'urgence pour hypothermie ou engelures en hiver, de 2005 à 2009 (Rouquette et coll., 2011). De nombreux peuples autochtones vivent dans des logements inadéquats qui nécessitent des réparations légères ou importantes (Statistique Canada, 2020) et qui sont susceptibles de ne pas protéger leurs habitants contre le froid. Les Autochtones représentent de 10 % à 90 % des personnes en situation d'itinérance dans 18 villes canadiennes, de Halifax à Vancouver (Patrick, 2014). Ils sont donc touchés de façon disproportionnée par les effets du froid.

3.6.5 Mesures d'adaptation au froid

3.6.5.1 Système d'alerte de la population

Les systèmes d'alerte devraient prendre en compte le facteur éolien et la température ressentie dans l'établissement des seuils puisque ces variables sont associées aux effets cardiovasculaires du froid sur la santé (Lin et coll., 2018). Par contre, les seuils de froid sont difficiles à mettre en œuvre pour les systèmes d'alertes préventives puisque l'exactitude des prévisions relatives au vent et à l'humidité est limitée (Laaidi et coll., 2013). Néanmoins, des modèles de prévision existent. Au Québec, selon la région climatique et en

se fondant sur la période 1994-2015, les seuils sanitaires pour une prévision sur deux jours basée sur une surmortalité de 25 % ont été fixés entre -15 °C et -23 °C le jour et -20 °C et -29 °C la nuit (Yan et coll., 2020). De plus, les seuils fondés sur un excès d'hospitalisation de 7 % ont été définis comme se situant entre -13 °C et -23 °C le jour, et entre -17 °C et -30 °C la nuit. Les seuils utilisés devraient également tenir compte des caractéristiques climatiques et anthropiques des différentes régions. En Ontario, par exemple, le seuil de température en dessous duquel le nombre de visites à l'urgence augmente est plus bas dans le nord que dans le sud de la province (VanStone et coll., 2017). Les autorités de santé devraient aussi tenir compte du fait que les périodes de froid intense peuvent avoir un effet sur le volume de visites à l'urgence pendant au moins une semaine et devraient ajuster leurs capacités en conséquence (Ryti et coll., 2016; Lin et coll., 2018; Sun et coll., 2018). Au Canada, les écoles peuvent également fermer en cas de froid extrême afin d'assurer la sécurité des élèves.

3.6.5.2 Isolation des logements

Les mesures d'adaptation au froid les plus courantes sur le plan individuel sont le port de vêtements chauds et l'augmentation du temps passé à l'intérieur, mais les personnes dont les logements sont froids seront tout de même touchées en restant à l'intérieur. L'isolation du logement permet de diminuer les coûts d'énergie et de faciliter ainsi le maintien d'une température optimale à l'intérieur. Les personnes ayant profité d'un programme d'isolation du logement rapportent un état de santé générale et de bien-être mental supérieur après ces rénovations (Liddell et Morris, 2010; Howden-Chapman et coll., 2012). Par exemple, en Nouvelle-Zélande, les personnes âgées de 65 ans et plus ayant déjà été hospitalisées pour des motifs cardiovasculaires ou respiratoires présentaient un risque moins important de mortalité à la suite d'une amélioration de l'isolation de leur logement, comparativement au groupe contrôle (Preval et coll., 2017).

3.6.5.3 Santé et sécurité au travail

Le Centre canadien de santé et de sécurité au travail établit des seuils de températures acceptables pour le travail en fonction des variables météorologiques et du type de travail (Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail, 2017). L'ensemble des provinces et des territoires ont adopté ces mesures comme limites légales ou lignes directrices en la matière. En outre, il existe plusieurs normes internationales relatives aux pratiques exemplaires d'évaluation et de prévention des risques par temps froid (ISO 11079, ISO 15743, etc.) (Holmer, 2009; Mäkinen et coll., 2009).

3.7 Sécheresse

3.7.1 Impacts des changements climatiques sur la sécheresse – tendances et projections

Les observations antérieures n'indiquent pas une tendance à la hausse de l'occurrence et de la sévérité des sécheresses au Canada (Bonsal et coll., 2019). Cependant, les changements climatiques sont susceptibles de modifier cette tendance. En dépit d'une augmentation continue des quantités annuelles de pluie (principalement en raison de l'augmentation de la pluie en dehors des mois d'été), les précipitations estivales devraient diminuer dans le sud du Canada à la fin du siècle, selon le scénario d'émissions élevées (Zhang et coll., 2019; voir également la section 3.9 Précipitations et tempêtes). Les précipitations seront donc réduites durant la saison où les plantes et l'agriculture en auront le plus besoin, particulièrement dans les provinces des Prairies (Prairie Climate Centre, 2019). La figure 3.5 montre les précipitations annuelles moyennes projetées pour le Canada de 2021 à 2050. De plus, le réchauffement des températures augmentera l'évaporation de l'eau. Ainsi, l'impact des changements climatiques sur les sécheresses au Canada dépendra de l'effet net des changements sur la fréquence, la durée et l'intensité de ces facteurs contradictoires; le tout demeure donc difficile à estimer (Bonsal et coll., 2019). Malgré tout, le sud des Prairies et les régions intérieures de la Colombie-Britannique devraient subir une augmentation du nombre de sécheresses et de pénuries d'eau pendant l'été jusqu'à la fin du siècle en cours (Bonsal et coll., 2019). Une projection similaire a été faite pour le sud du Québec, où le nombre maximal de jours consécutifs sans précipitations devrait augmenter l'été et où le nombre annuel d'épisodes d'humidité inhabituelle devrait augmenter (Ouranos, 2015). Les milieux dépendant de la fonte des neiges ou des glaces pour leur approvisionnement en eau pendant les saisons sèches sont également plus à risque de subir un accroissement du nombre et de l'intensité des sécheresses à cause de la diminution généralisée du couvert de neige et glace (y compris la perte de glaciers), et de la variation de la saisonnalité du débit des cours d'eau en raison de l'augmentation des débits hivernaux, de la fonte des neiges plus précoce et de la réduction du débit des cours d'eau en été (Bonsal et coll., 2019) (voir le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau).

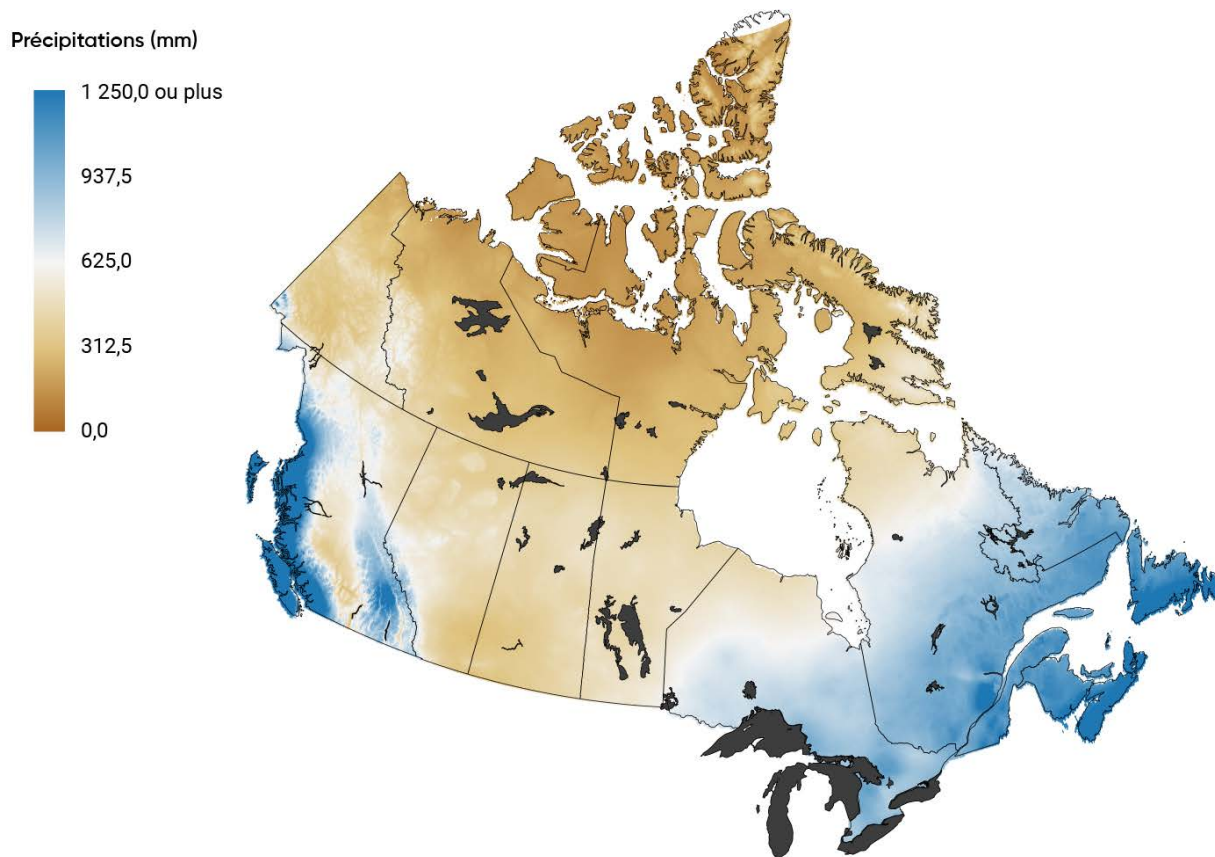


Figure 3.5 Moyenne projetée de précipitations totales annuelles pour 2021 à 2050, selon un scénario d'émissions élevées (RCP 8.5). Les zones bleues correspondent aux régions où les précipitations seront importantes, tandis que les zones brunes correspondent aux régions où les précipitations seront très faibles, augmentant ainsi le risque de sécheresse. Source : Prairie Climate Centre, 2019.

3.7.2 Effets de la sécheresse sur la santé

3.7.2.1 Impacts sanitaires indirects de la diminution de la qualité de l'air

La sécheresse augmente la quantité de poussière ($PM_{2,5}$ ⁵ et PM_{10}) dans l'air, les particules étant plus mobiles sans le poids de l'humidité (voir le chapitre 5 : Qualité de l'air). Aux États-Unis, on prévoit que les concentrations globales de $PM_{2,5}$ augmenteront de 16 % en 2100 comparativement à 2000, par la simple hausse du nombre de sécheresses (Wang et coll., 2017). Étant donné que les matières particulaires augmentent le risque de mortalité associée aux maladies respiratoires et cardiovasculaires (Kim et coll.,

5 Les $PM_{2,5}$ sont des matières particulaires (MP) d'un diamètre médian ne dépassant pas 2,5 microns. Les $PM_{2,5}$ peuvent pénétrer profondément dans les poumons humains.

2015), l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des sécheresses pourrait accroître la mortalité globale. Par exemple, il a été estimé que l'augmentation des concentrations de poussières fines dans l'air dans le sud-ouest des États-Unis pourrait augmenter la mortalité de 24 % à 130 % de 2076 à 2095, comparativement à la période allant de 1996 à 2015 (Achakulwisut et coll., 2018). Cette tendance a été observée aux États-Unis, où les périodes d'aggravation des conditions de sécheresses ont accru le taux de mortalité de 1,55 % entre 2000 et 2013, comparativement aux autres périodes (Berman et coll., 2017). Les sécheresses ont également une incidence indirecte sur les concentrations de polluants atmosphériques puisqu'elles font augmenter le nombre de feux de forêt (voir le chapitre 5 : Qualité de l'air).

3.7.2.2 Maladies infectieuses

Les vents conjugués au temps sec peuvent également faciliter le transport de pollens, de moisissures, de champignons, de bactéries et d'autres matières organiques (Stanke et coll., 2013). Les sécheresses peuvent causer et exacerber des symptômes allergiques et respiratoires et favoriser la propagation de maladies infectieuses. Parmi les maladies respiratoires reliées, on retrouve la bronchite, la sinusite, la pneumonie et l'asthme (Yusa et coll., 2015; Doede et Davis, 2018). Certaines observations mettent en évidence une augmentation des cas de maladies à transmission vectorielle telles que le virus du Nil occidental et les encéphalites lors de sécheresses, bien qu'une diminution soit observée pour d'autres maladies, comme la maladie de Lyme (Yusa et coll., 2015) (voir le chapitre 6 : Maladies infectieuses).

3.7.2.3 Maladies d'origine hydrique

Les sécheresses peuvent augmenter les concentrations d'agents pathogènes dans l'eau et faciliter le transport des matières organiques vers les plans d'eau pendant les précipitations subséquentes (Funari et coll., 2012; Cann et coll., 2013). Elles peuvent donc accroître le risque de propagation de maladies d'origine hydrique par les eaux de surface, quoique peu d'études aient évalué les effets des sécheresses à cet égard (Levy et coll., 2016) (voir le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau). Dans certaines municipalités rurales du Québec, le risque de contracter des maladies gastro-intestinales était au moins deux fois plus élevé au cours des quatre semaines suivant des épisodes de très faibles précipitations (Febriani et coll., 2010). Dans le grand Vancouver, le nombre de cas de *Cryptosporidium* et de *Giardia* augmentait de façon significative jusqu'à six semaines après une journée de pluie abondante survenant après un épisode de sécheresse intense (Chhetri et coll., 2017).

3.7.2.4 Sécurité alimentaire

Les sécheresses affaiblissent les cultures en les prédisposant à la contamination par les mycotoxines (toxines produites par certaines moisissures) et en les rendant vulnérables aux attaques d'insectes (van der Kamp, 2016; Medina et coll., 2017). La diminution des rendements agricoles peut faire augmenter les prix à la consommation et nuire aux personnes en situation d'insécurité alimentaire en raison des disparités sociales (voir le chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments).

Des régions telles que le sud des Prairies et l'Île-du-Prince-Édouard, dont l'économie et l'identité reposent en grande partie sur le secteur de l'agriculture, sont davantage vulnérables aux sécheresses. On estime, par exemple, que les sécheresses de 1980 et de 2001-2002 ont coûté chacune 5,8 milliards aux Canadiens et aux Canadiennes, et ce, sans compter les coûts sanitaires (Wheaton et coll., 2008; Diaz et coll., 2016). Les sécheresses réduisent la productivité agricole, accroissent l'endettement personnel des agriculteurs, dévaluent les terres et diminuent les occasions d'emploi en milieu rural (Guiney, 2012). En réduisant la viabilité économique des milieux ruraux, les sécheresses peuvent provoquer un exode rural et entretenir un cercle vicieux de vulnérabilité (Vins et coll., 2015). Cette perte de viabilité en milieu rural peut, au bout du compte, nuire à la santé mentale et sociale des populations qui y vivent.

3.7.3 Populations présentant des risques accrus face à la sécheresse

3.7.3.1 Vie en milieu rural

Les populations rurales risquent davantage de subir les impacts des sécheresses comparativement aux populations urbaines, parce que leur prospérité économique repose généralement davantage sur les activités agricoles et parce que la proximité des environnements naturels signifie que la détérioration de l'environnement les touche plus directement. Le stress financier, social et émotionnel ainsi causé peut avoir des conséquences négatives sur le bien-être psychologique et social des populations rurales. Ces effets sont toutefois peu étudiés dans un contexte canadien; la plupart des études sur le sujet ont été effectuées en Australie et peuvent ainsi ne pas être représentatives de la situation canadienne (voir le chapitre 4 : Santé mentale et bien-être).

3.7.3.2 Santé psychosociale

Les agriculteurs australiens déclarant que les sécheresses ont réduit considérablement leur productivité agricole présentent davantage de problèmes de santé mentale et un niveau réduit de bien-être psychologique comparativement aux agriculteurs qui n'ont pas été touchés (Edwards et coll., 2015). Les enfants et adolescents en milieu rural touchés par les sécheresses en Australie déclarent des niveaux de détresse émotionnelle et relationnelle plus élevés que la normale (Dean et Stain, 2010; Carnie et coll., 2011).

La durée et l'intensité de la sécheresse sont déterminantes dans l'impact qu'elle peut avoir sur la détresse psychologique des populations touchées. Toujours en Australie, une sécheresse de plus d'un an a fait augmenter de 6 % l'incidence de détresse psychologique parmi les habitants en milieu rural (O'Brien et coll., 2014). Dans les cas extrêmes, ces sécheresses pourraient également accroître le taux de suicide dans certains sous-groupes de la population (Gunn et coll., 2012; Hanigan et coll., 2012). Par exemple, les hommes de 10 à 49 ans en milieu rural avaient un risque de suicide plus élevé lors de sécheresses intenses (jusqu'à 15 %) (Hanigan et coll., 2012). Par contre, les données disponibles sont plutôt contradictoires pour les femmes et les personnes plus âgées qui, dans certains cas, ont plutôt affiché un risque moins élevé de souffrir de problèmes psychologiques ou de se suicider (Hanigan et coll., 2012; Powers et coll., 2015; Crnek-Georgeson et coll., 2017). Pour les populations urbaines, les risques pour la santé mentale ne semblent pas

modifiés par les sécheresses, quelle qu'en soit la durée ou l'intensité (Gunn et coll., 2012; Hanigan et coll., 2012; O'Brien et coll., 2014).

3.7.3.3 Insécurité alimentaire et malnutrition

L'insécurité financière et le stress causés par la sécheresse peuvent également avoir un impact négatif sur la qualité de l'alimentation, comme l'ont montré des études effectuées en Australie (voir aussi le chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments). Les populations rurales qui ont fait face à une sécheresse particulièrement longue et intense entre 2001 et 2008 ont mangé davantage d'aliments riches en sucre et en gras comparativement aux personnes qui n'ont pas été touchées ou pour lesquelles la sécheresse fut de plus courte durée (Friel et coll., 2014). Les enfants sont particulièrement à risque puisque la qualité de l'alimentation est déterminante dans leur développement physiologique et cognitif (Martinez Garcia et Sheehan, 2016). Outre le secteur agricole, la viabilité économique de l'industrie forestière et de ses travailleurs peut également être compromise par les sécheresses puisqu'elles attisent les feux de forêt (Bonsal et coll., 2011).

3.7.3.4 Âge, sexe et genre

Les personnes vulnérables aux effets des sécheresses le sont également en raison des augmentations des concentrations de polluants dans l'air et dans l'eau. Chez les enfants, les sécheresses peuvent augmenter le risque de développer et d'aggraver des problèmes respiratoires. En Californie, le nombre de visites à l'urgence pour des problèmes d'asthme infantile a doublé au cours des années de sécheresses intenses de 2012 à 2016 comparativement aux années précédentes, les enfants à proximité des terres agricoles étant plus à risque (Doede et Davis, 2018). Les aînés, les personnes atteintes de maladies chroniques, les fœtus pendant la grossesse, les personnes à faible revenu et les personnes qui travaillent à l'extérieur sont également plus exposés ou plus sensibles aux polluants atmosphériques, qui peuvent être amplifiés pendant les sécheresses (voir le chapitre 5 : Qualité de l'air). De plus, les enfants, les personnes âgées et les personnes immunodéprimées sont plus à risque de contracter des maladies d'origine hydrique (Funari et coll., 2012; Cann et coll., 2013).

3.7.4 Mesures d'adaptation à la sécheresse

3.7.4.1 Sensibilisation aux impacts psychosociaux

Les populations rurales sont plus réticentes à aller chercher de l'aide lorsqu'elles en ont besoin (Berry et coll., 2011; Gunn et coll., 2012). Plus précisément, la stigmatisation associée aux problèmes de santé mentale diminue la probabilité de consulter pour ce type de problèmes. La sensibilisation de la population à l'égard de la santé mentale, l'organisation d'événements sociaux en temps de sécheresse, la mise en place d'une ligne téléphonique de soutien, ainsi que la création de programmes d'intervention psychosociale peuvent favoriser l'acceptabilité sociale des problèmes de santé mentale et la consultation en cas de besoin (Hart et coll., 2011).

3.7.4.2 Programmes de soutien financier et systèmes de surveillance et d'alerte

Plusieurs collectivités rurales canadiennes ont mis en œuvre des mesures d'adaptation à la sécheresse. Des provinces telles que la Saskatchewan et l'Alberta ont mis en place des systèmes de surveillance des sécheresses, des plans d'urgence en cas de périodes sèches prolongées et des programmes d'amélioration des infrastructures de gestion environnementale (irrigation, réservoir, etc.) (Hurlbert et Gupta, 2016). Un outil de surveillance et de signalement des sécheresses est également disponible à l'échelle canadienne (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2021). Il existe d'autres options pour diminuer la vulnérabilité des récoltes et des personnes travaillant dans le domaine agricole : agriculture nécessitant peu de main-d'œuvre, diversification et rotation des cultures, ou encore utilisation d'espèces plus résistantes aux conditions sèches. Ces mesures ont été utilisées pendant les sécheresses qui sont survenues dans les Prairies en 2001 et en 2003, où elles ont permis de diminuer les pertes (Abbasi, 2014; Diaz et coll., 2016). Néanmoins, les infrastructures et les stratégies sont souvent implantées en tenant compte de données climatiques antérieures et ne sont donc pas adaptées à l'accroissement de la fréquence et de l'intensité des sécheresses (Mcmartin et coll., 2018). En Californie, il a été évalué qu'une politique de gestion de l'eau utilisant les données antérieures ne permettrait pas de satisfaire la demande en eau lors des futurs épisodes de sécheresses. Elle sous-estimerait jusqu'à 58 % les besoins d'approvisionnement en eau en comparaison à une politique adaptative qui tiendrait compte des conditions climatiques futures (Georgakakos et coll., 2012). Vodden et Cunsolo (2021) cernent des options d'adaptation pour mieux se préparer aux futurs impacts de la sécheresse et réduire le stress financier qu'ils causent. Ces options comprennent le stockage de l'eau en hiver pour alimenter l'irrigation estivale, l'atlas agroclimatique pour soutenir le développement de variétés végétales adaptées à la sécheresse et l'amélioration des infrastructures telles que les barrages ou les tuyaux de prise d'eau (Warren et Lulham, 2021).

3.7.4.3 Surveillance des impacts indirects de la sécheresse sur la qualité de l'air et de l'eau

La surveillance de la qualité de l'air et des maladies d'origine hydrique susceptibles d'être touchées par les sécheresses facilite la mise en œuvre d'interventions préventives ou réactives pour protéger la santé. Par exemple, la Cote air santé (CAS) d'Environnement et Changement climatique Canada informe le public en temps semi-réel sur les risques immédiats associés à la qualité de l'air dans une soixantaine de communautés à travers dix provinces canadiennes (Environnement et Changement climatique Canada, 2019a). La CAS fournit de l'information sur le moment où certains seuils sont dépassés, y compris sur les mesures d'adaptation pour le grand public et certains sous-groupes de populations vulnérables (Environnement et Changement climatique Canada, 2019a) (voir le chapitre 5 : Qualité de l'air). Des cartes de qualité de l'air sont aussi disponibles en temps quasi réel pour toute l'Amérique du Nord par analyse automatisée d'images satellitaires (AirNow, 2021). La surveillance des pollens demeure cependant très déficiente dans plusieurs régions canadiennes comparativement à l'Europe ou aux États-Unis, comme le démontre la figure 3.6 (Buters et coll., 2018). L'amélioration des installations de traitement de l'eau pourrait également réduire l'incidence des maladies d'origine hydrique en cas de sécheresse (voir le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau). D'autres stratégies visant à limiter volontairement ou obligatoirement la

consommation d'eau pendant les périodes de sécheresse peuvent également permettre de mieux répartir les ressources hydriques et de limiter les pertes agricoles (Yusa et coll., 2015).

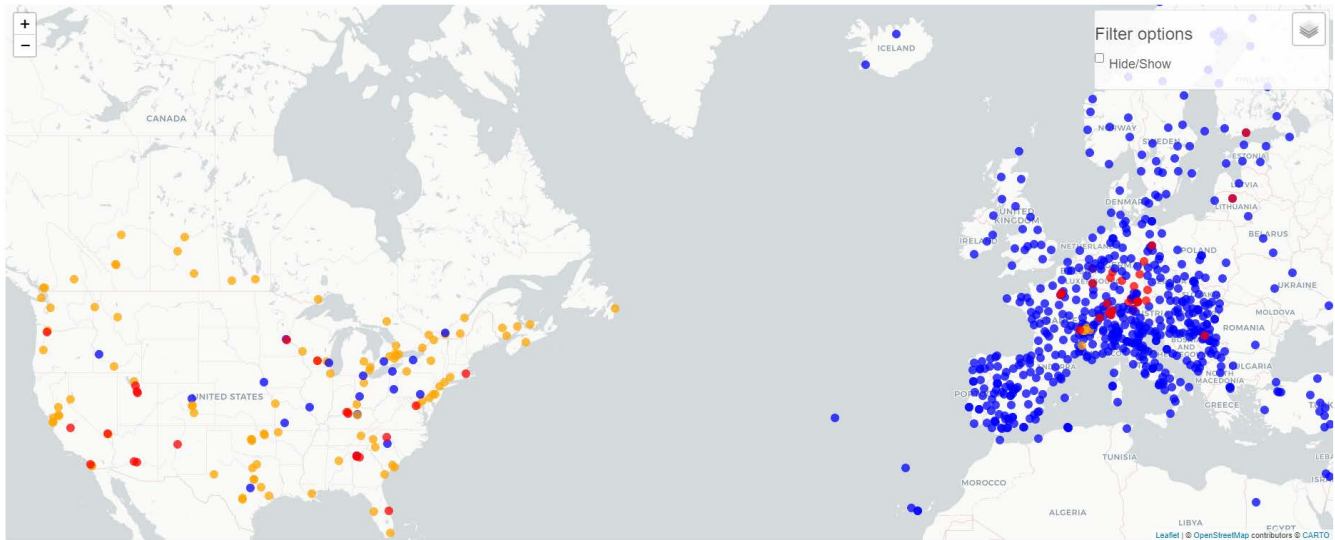


Figure 3.6 Carte mondiale des stations de surveillance des pollens et des spores fongiques. Les stations sont désignées par des points bleus (station d'échantillonnage de type Hirst), rouges (station d'échantillonnage automatique) ou oranges (autre station de type manuelle). Source : Buters et coll., 2018 et <https://oteros.shinyapps.io/pollen_map/>.

3.8 Feux de forêt

3.8.1 Impacts des changements climatiques sur les feux de forêt – tendances et projections

La superficie forestière touchée par des feux a doublé au Canada entre 1970 et le début des années 2000, une hausse essentiellement attribuable aux changements climatiques (Gillett et coll., 2004). Une étude a estimé que le risque de feu pour la période de 2010 à 2020 dans l'Ouest canadien augmenterait plus qu'il ne l'aurait fait sans l'influence anthropique des changements climatiques (Kirchmeier-Young et coll., 2017). L'Ouest canadien a connu une augmentation importante du nombre de feux majeurs et de la superficie brûlée entre 1959 et 2015 (Hanes et coll., 2019). Les changements climatiques auraient multiplié par 7 à 11 la superficie brûlée au cours des saisons de feu extrêmes de 2017 en Colombie-Britannique (Kirchmeier-Young et coll., 2019). Cette tendance devrait se poursuivre et s'amplifier avec les changements climatiques

dans toutes les régions du Canada d'ici la fin du siècle (Flannigan et coll., 2005; Flannigan et coll., 2009). Le nombre de jours de feux de forêt incontrôlés pourrait doubler, voire tripler, d'ici 2100 en Colombie-Britannique et dans la forêt boréale (Wotton et coll., 2017).

Trois raisons expliquent ces augmentations. Premièrement, le réchauffement des températures allonge la saison propice aux feux de forêt. Par exemple, l'intérieur de la Colombie-Britannique, l'Alberta et le nord de l'Ontario ont observé un allongement de leur saison des feux (Albert-Green et coll., 2013; Hanes et coll., 2019). Deuxièmement, les conditions plus chaudes augmentent les foudroiements, attribuables à l'augmentation des orages dans un environnement plus chaud et plus humide, ce qui augmente le risque de feu (Romps et coll., 2014). Troisièmement, les températures plus chaudes, combinées à la neige de printemps précoce et aux températures extrêmes plus élevées au printemps et en été, assèchent les combustibles forestiers à moins d'une augmentation significative des précipitations (Flannigan et coll., 2016). De plus, la combustion des forêts libère des GES responsables des changements climatiques, créant ainsi un cercle vicieux (Prairie Climate Centre, 2019). La majorité des scénarios de changements climatiques au Canada ne prévoient pas d'augmentation des précipitations qui compenserait l'effet d'assèchement causé par le réchauffement des températures. Enfin, les climatologues n'incluent pas toujours les facteurs comportementaux dans leurs projections, bien que les humains soient responsables d'environ 50 % des feux de brousse ou de forêt (Van Wagner, 2015). La proximité accrue des forêts avec les endroits où vivent les gens en raison de l'expansion des zones urbaines et des routes peut également contribuer à une augmentation des feux de forêt, en particulier dans le sud du pays.

Les émissions de polluants atmosphériques provenant des feux de forêt sont préoccupantes pour la santé. Quatre facteurs influencent la quantité d'émissions polluantes issues des feux de forêt : la superficie incendiée, la quantité de combustible brûlé, le degré de complétude de la combustion et la quantité de polluants émise par rapport à la quantité de combustible brûlé (facteur d'émission). On prévoit que la quantité de combustible brûlé et la superficie incendiée augmenteront dans l'ensemble des forêts canadiennes d'ici 2100 à cause des changements climatiques (Wotton et coll., 2017). En définitive, les émissions de feux de forêt pourraient doubler d'ici la fin du siècle à travers le Canada.

3.8.2 Effets des feux de forêt sur la santé

Les risques sanitaires associés à la pollution atmosphérique générée par les feux de forêt sont traités plus en détail au chapitre 5 : Qualité de l'air, ainsi que dans un examen des populations à risque accru et des mesures d'adaptation. Un résumé des renseignements pertinents pour ce chapitre est fourni ci-dessous.

3.8.2.1 Caractérisation de la fumée des feux de forêt

Le fardeau sanitaire associé aux feux de forêt est principalement lié aux émissions de polluants atmosphériques tels que les matières particulaires ($PM_{2,5}$), le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote et les composés organiques volatils (Black et coll., 2017). La composition de la fumée de feux de forêt est hautement variable et dépendra du type de végétation et des conditions météorologiques. La fumée des feux de forêt peut se propager sur de longues distances et toucher ainsi des populations à plusieurs milliers de

kilomètres du lieu de combustion (Le et coll., 2014; Lutsch et coll., 2016). Les effets néfastes de la fumée des feux de forêt sur la santé humaine (comme le fait de causer de l'inflammation et du stress oxydatif ainsi que de supprimer les réponses immunitaires) sont probablement dus à des mécanismes similaires à ceux des particules fines ambiantes (Reid et coll., 2016; Black et coll., 2017; Cascio, 2018).

3.8.2.2 Fumée des feux de forêt et mortalité

Des études ont démontré un lien entre la mortalité toutes causes confondues et l'exposition à la fumée des feux de forêt (Youssof et coll., 2014; Reid et coll., 2016; Cascio, 2018). À l'aide de son Outil d'évaluation des bénéfices liés à la qualité de l'air, Santé Canada a estimé que 54 à 240 décès prématurés dus à l'exposition à court terme et 570 à 2 500 décès prématurés dus à l'exposition à long terme pourraient être attribués chaque année aux émissions de matières particulaires provenant des feux de forêt entre 2013 et 2018, à l'exclusion de 2016 (Matz et coll., 2020). Bien que les résultats varient selon l'année, l'emplacement et l'intensité des feux, la majorité des décès prématurés étaient associés à la Colombie-Britannique et à l'Alberta, suivies de la Saskatchewan, du Manitoba et des Territoires du Nord-Ouest. Pour la zone continentale des États-Unis, on estime que de 1 500 à 2 000 et de 8 700 à 32 000 décès prématurés par année ont été attribués à une exposition à court et à long terme aux $PM_{2,5}$ provenant des feux de forêt, respectivement, de 2008 à 2012 (Fann et coll., 2018).

En prenant en compte les scénarios climatiques RCP 4.5 et RCP 8.5 et en établissant une comparaison avec le début du XXI^e siècle, on a estimé que la mortalité prématurée due aux $PM_{2,5}$ provenant des feux de forêt doublerait pour la zone continentale des États-Unis d'ici la fin du XXI^e siècle, et ce, bien que l'on prévoie une diminution de la mortalité prématurée totale attribuable à l'ensemble des $PM_{2,5}$ (émissions anthropiques) (Ford et coll., 2018).

3.8.2.3 Fumée des feux de forêt et maladies respiratoires et cardiovasculaires

L'exposition à la fumée des feux de forêt a aggravé les maladies respiratoires, particulièrement l'asthme, les maladies pulmonaires obstructives chroniques, la bronchite et la pneumonie (Henderson et Johnston, 2012; Cascio, 2018). En revanche, il n'est pas possible d'établir un lien entre l'exposition à la fumée des feux de forêt et les maladies cardiovasculaires, car certaines études démontrent un lien tandis que d'autres font état d'effets nuls (Reid et coll., 2016; Cascio, 2018).

Au Canada, les études sanitaires concernant les feux de forêt ont été réalisées essentiellement en Colombie-Britannique. Pour la saison des feux de 2003, une étude a estimé que chaque augmentation de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ des concentrations de PM_{10} faisait augmenter de 5 % la probabilité de consulter un médecin pour des problèmes respiratoires (plus précisément de 16 % pour l'asthme) et faisait augmenter de 15 % la probabilité d'être hospitalisé pour des problèmes respiratoires (Henderson et coll., 2011). Cette étude n'a pas établi de lien avec les visites chez le médecin ou les hospitalisations pour des problèmes cardiovasculaires. Une autre étude a également révélé que la majorité des jours où la concentration de $PM_{2,5}$ dans l'air dépassait $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant la saison des feux de 2014 étaient associés à des hausses plus fortes que prévu des visites chez le médecin pour de l'asthme et des ordonnances de salbutamol (médicament soulageant les symptômes de l'asthme)

(McLean et coll., 2015). Dans les Territoires du Nord-Ouest, les visites pour des soins primaires en lien avec l'asthme, la toux, la pneumonie et la prescription de salbutamol se sont accrues en 2014, lors d'une grave saison des feux, comparativement à 2013 et à 2012 (Dodd et coll., 2018a).

3.8.2.4 Exposition directe aux feux de forêt et santé psychosociale

Les effets des feux de forêt sur la santé psychosociale, découlant entre autres de la perte de biens, des évacuations et de la dénaturation du milieu, ont également été examinés. Six mois après les feux de Fort McMurray en 2016, 20 % des habitants interrogés répondaient aux critères de trouble d'anxiété généralisé (Agyapong et coll., 2018). Les personnes présentant certains facteurs de risque (souffrir d'un trouble anxieux préexistant, être témoin de la destruction de son logement, habiter dans un autre logement après la survenue des feux, disposer d'un soutien familial ou gouvernemental limité ainsi que consulter un psychologue) avaient deux à sept fois plus de chances de répondre aux critères de la maladie. Cette incidence de troubles dépressifs et anxieux croît avec la durée de l'évacuation et le degré des pertes financières (Cherry et Haynes, 2017). Dans les Territoires du Nord-Ouest, les feux de forêt de 2012 et de 2013 auraient contribué à aggraver les sentiments de solitude, de peur, de stress et d'incertitude au sein de la population, y compris parmi les populations des Premières Nations, des Inuits et des Métis (Dodd et coll., 2018a; Dodd et coll., 2018b). Les épisodes prolongés de fumée liés à ces feux de forêt auraient augmenté le temps passé à l'intérieur et causé des problèmes respiratoires (Dodd et coll., 2018b). Certaines études en Australie et en Grèce démontrent également que les personnes qui ont subi des pertes ou des problèmes de santé ou qui ont été évacuées à cause de feux de forêt sont plus susceptibles d'éprouver des troubles du sommeil, de l'anxiété et de l'hostilité ainsi que d'avoir des symptômes dépressifs et post-traumatiques (Finlay et coll., 2012; Psarros et coll., 2017; Thompson et coll., 2017). La fumée des feux de forêt à elle seule n'a pas été associée aux hospitalisations et aux consultations pour des troubles de maladie mentale (Reid et coll., 2016). Les résultats mitigés quant à la relation entre l'exposition à la fumée des feux de forêt et la santé cardiovasculaire pourraient s'expliquer par le niveau des impacts psychosociaux ressentis lors d'un événement; l'effet combiné de l'inhalation de polluants atmosphériques et du stress psychologique peut favoriser des effets cardiovasculaires indésirables (Reid et coll., 2016).

3.8.2.5 Maladies d'origine hydrique

Les feux de forêt peuvent également faire augmenter les niveaux de matières organiques, de sédiments et de métaux lourds dans l'eau tels que l'azote, le phosphore, l'arsenic, le mercure et le manganèse (Smith et coll., 2011; Khan et coll., 2015). Les feux de forêt suivis de précipitations abondantes sont particulièrement propices à la détérioration de la qualité de l'eau (voir le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau). Ces augmentations peuvent s'avérer nocives pour les personnes puisant leur eau de sources non filtrées et peuvent être problématiques pour les usines de filtration lors de feux de forêt intenses. De plus, les feux de forêt peuvent fragiliser les milieux côtiers, les rendant vulnérables à l'érosion et aux inondations, ce qui peut également se répercuter sur la qualité de l'eau.

3.8.3 Populations présentant des risques accrus face aux feux de forêt

Bien que les effets de la fumée des feux de forêt soient considérables, il existe d'autres facteurs importants pour la santé qui peuvent aggraver les impacts globaux des feux.

3.8.3.1 Morbidité préexistante

Peu d'études ont été menées au sujet des populations présentant un risque accru à d'exposition à la fumée des feux de forêt (Reid et coll., 2016). Les populations à risque sont souvent déduites à partir d'études sur les effets sanitaires des polluants atmosphériques de toute provenance (Rappold et coll., 2017; Cascio, 2018) (voir le chapitre 5 : Qualité de l'air). Plusieurs études ont néanmoins indiqué que les personnes souffrant d'asthme, de maladies obstructives respiratoires chroniques ou d'infections pulmonaires sont plus susceptibles de subir les effets nocifs de la fumée (Henderson et Johnston, 2012; Reid et coll., 2016).

3.8.3.2 Aînés

Les aînés semblent plus vulnérables aux impacts sanitaires de la fumée des feux de forêt (Liu et coll., 2017) et plusieurs études, à la fois dans les modèles humains et animaux, indiquent que le stress oxydatif et l'inflammation systémique découlant de l'exposition aux particules de biomasse pourraient être en cause (Youssef et coll., 2014). Dans le nord-est des États-Unis, on a calculé une hausse de 49,6 % et de 64,9 % des taux d'hospitalisations pour, respectivement, des problèmes respiratoires et cardiovasculaires chez les personnes âgées de 65 ans et plus lors des épisodes de fumée comparativement à la période précédant ces épisodes (Le et coll., 2014). Dans l'ouest des États-Unis, les changements climatiques pourraient entraîner une modeste hausse de 178 hospitalisations pour des problèmes respiratoires chez les personnes âgées de 65 ans et plus pour la période de 2046 à 2051 (Liu et coll., 2016b).

3.8.3.3 Enfants

Lors des feux de forêt de 2011 près de Slave Lake en Alberta, les enfants touchés présentaient des symptômes de stress post-traumatique six mois après l'événement, mais ces symptômes ont disparu après un an (Townshend et coll., 2015). Les jeunes enfants présentant plusieurs facteurs de stress (décès d'un proche, maladie, problèmes scolaires, etc.) ou dont le logement a été détruit dans un feu de forêt affichaient un risque plus important de ressentir des symptômes et de ne pas s'en rétablir (Felix et coll., 2015; Townshend et coll., 2015). Lors des feux de forêt survenus à Fort McMurray en 2016, les élèves de la 7^e à la 12^e année exposés aux feux de forêt présentaient une prévalence plus élevée de symptômes dépressifs, d'idées suicidaires et de tabagisme que les élèves du même âge habitant à Red Deer, une ville albertaine non touchée par ces événements (Brown et coll., 2019). Les enfants affichaient également des scores moins élevés d'estime de soi et de qualité de vie.

3.8.3.4 Iniquités sociales

Aux États-Unis, les personnes noires, les personnes avec un revenu inférieur à la médiane et les femmes affichaient un risque plus élevé d'être admises à l'urgence pour des problèmes respiratoires lors de jours de fumée (Liu et coll., 2017). Lors d'un feu de forêt en 2008 en Caroline du Nord, les comtés ruraux avec un niveau d'éducation, d'emploi, de revenu et de capital social plus bas affichaient un risque plus élevé de visites à l'urgence pour des problèmes d'asthme et d'insuffisance cardiaque comparativement aux comtés plus favorisés dans ces domaines (Rappold et coll., 2012). Le revenu et les inégalités de revenu étaient les deux facteurs explicatifs démontrant les associations les plus fortes. Les femmes semblent être plus susceptibles que les hommes de souffrir de dépression à la suite d'une évacuation en raison d'un feu de forêt ou d'une perte d'emploi connexe (Cherry et Haynes, 2017).

3.8.3.5 Populations autochtones

En plus des impacts sur les maladies respiratoires et cardiovasculaires, les feux de forêt peuvent également perturber les activités traditionnelles et de subsistance dans les collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis du nord, ce qui a des impacts psychologiques comme le stress, l'anxiété et la dépression (Cunsolo Willox et coll., 2015; Manning et Clayton, 2018). La fumée persistante des feux de forêt de l'été 2014 a eu une incidence disproportionnée sur la santé physique et psychosociale des personnes vivant dans les collectivités des Premières Nations des Territoires du Nord-Ouest (Dodd et coll., 2018a; Dodd et coll., 2018b).

3.8.3.6 Sécurité des pompiers luttant contre les feux de végétation

Les pompiers qui luttent contre les feux de végétation ou les feux de forêt sont plus à risque de subir les effets sanitaires des feux. Ils sont plus susceptibles de connaître une diminution de la capacité pulmonaire ainsi qu'une augmentation du stress oxydatif et des symptômes respiratoires, bien qu'il existe peu de preuves indiquant que la mortalité et la morbidité connexes sont plus élevées à long terme (Adetona et coll., 2016; Black et coll., 2017). Une étude menée en Grèce a également indiqué que ces travailleurs éprouvaient des symptômes post-traumatiques dans une plus grande proportion, particulièrement les travailleurs saisonniers, ou encore lorsqu'ils craignaient de mourir lors d'un feu, qu'ils affichaient des symptômes de dépression ou qu'ils présentaient des traits névrotiques (Psarros et coll., 2018).

3.8.4 Mesures d'adaptation aux feux de forêt

3.8.4.1 Mesures d'adaptation individuelles

Pour assurer l'apport d'air pur dans les abris et les maisons, les filtres à haut rendement peuvent réduire substantiellement les quantités de matières particulaires dans l'air, ce qui pourrait atténuer les effets sur la santé respiratoire et cardiovasculaire, en fonction des sources de pollution dans l'édifice, de sa grandeur et du taux de renouvellement de l'air (Barn, 2014). Pour encourager les gens à adopter les mesures de

protection sanitaire nécessaires, des messages simples comme « N'allez pas à l'extérieur » ou « N'effectuez pas d'activité physique à l'extérieur » peuvent être utilisés. Il est également préférable de ne pas demander de modifications de l'infrastructure telles que l'achat de filtres à air ou de climatiseurs portatifs (Dix-Cooper et coll., 2014). Les effets sanitaires d'une diminution du temps passé à l'extérieur n'ont pas été correctement évalués et dépendent probablement de la qualité du logement et de ses installations. Les aînés, les personnes ne comprenant pas la langue dans laquelle le message a été émis et les personnes isolées sont plus difficiles à joindre et sont donc moins susceptibles de suivre ces mesures.

3.8.4.2 Mesures d'adaptation publiques

Système de surveillance et d'alerte

Compte tenu de la complexité du calcul des émissions à la source et de la cohésion relative d'un panache de fumée sur de grandes distances, il est assez difficile d'inclure les feux de forêt dans les prévisions de la qualité de l'air (voir le chapitre 5 : Qualité de l'air). Environnement et Changement climatique Canada a mis en place le Système de prévision de la fumée des feux de forêt pour le Canada (FireWork), qui permet d'estimer la trajectoire de la fumée des feux de forêt à travers l'Amérique du Nord pendant les prochaines 48 heures (Environnement et Changement climatique Canada, 2019b). En Colombie-Britannique, la CAS a fait l'objet d'ajustements afin de mieux refléter les impacts de la fumée des feux de forêt sur la qualité de l'air, la perception du risque par le public et la santé de la population en Colombie-Britannique. La CAS et l'indice modifié (CAS+) étaient tous deux associés à la mortalité toutes causes confondues, aux visites chez le médecin pour des problèmes du système circulatoire et des voies respiratoires, ainsi qu'à la prescription de médicaments contre l'asthme. Pendant la saison des feux de forêt, l'indice modifié s'est avéré mieux adapté pour les résultats liés à l'asthme et, pendant les périodes de feux de forêt intenses, pour les résultats concernant l'ensemble des troubles respiratoires (Yao et coll., 2020). Les prévisions de la qualité de l'air pour les feux de forêt continuent de s'améliorer (Chen et coll., 2019); elles ont été associées à certains effets sur la capacité respiratoire (Yao et coll., 2013; Yao et coll., 2020). Les seuils d'intervention pour réduire l'exposition peuvent reposer sur les valeurs des indices de qualité de l'air ou les concentrations de polluants. En supposant un bon taux d'adoption des mesures dans la population, une simulation en Caroline du Nord a révélé que les prévisions sur 24 ou 48 heures pourraient aider à réduire les visites aux services d'urgence pour l'asthme et l'insuffisance cardiaque si les interventions sont mises en œuvre à une concentration projetée de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2,5}$, comparativement à des concentrations plus élevées telles que $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rappold et coll., 2014).

Préparation et plan d'action

Afin de mieux préparer le système de soins de santé et la population aux feux de forêt, le Centre de collaboration nationale en santé environnementale et le British Columbia Centre for Disease Control ont recommandé 13 actions prioritaires découlant de la consultation de 29 professionnels de la santé (Maguet, 2018). Ces priorités sont liées aux thèmes suivants : documenter les expériences de mise en œuvre d'abris antifumée et établir des lignes directrices pour leur identification et leur utilisation; solliciter la participation active des professionnels de la santé publique locaux dans la planification des interventions d'urgence; et sensibiliser les professionnels de la santé aux effets des feux de forêt et aux mesures d'adaptation connexes.

En permettant aux pharmaciens de prescrire ou de renouveler certains médicaments sans l'ordonnance d'un médecin lors des situations d'urgence, on pourrait également réduire la vulnérabilité de certaines personnes atteintes de maladies préexistantes exigeant la prise de médicaments (Mak et Singleton, 2017).

Évacuations

Les évacuations lors de feux de forêt, en tant que mesure d'adaptation, ont des effets sanitaires mitigés et ne devraient avoir lieu que lorsque la sécurité publique n'est pas compromise. Plusieurs études démontrent que certaines évacuations ont mené à une augmentation de la mortalité et de la morbidité chez les personnes en établissement, à la transmission de maladies infectieuses dans les refuges, ainsi qu'à une diminution de la santé et du bien-être mental des adultes et des enfants (Stares, 2014). Les peuples autochtones subissent souvent des impacts négatifs disproportionnés en lien avec les évacuations (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). Les effets positifs des évacuations n'ont pas été évalués et sont difficiles à documenter. Ces résultats concordent avec ceux d'autres études sur les effets des évacuations sur la santé (Munro et coll., 2017; Thompson et coll., 2017). En somme, il est possible de réduire les effets nocifs de la fumée des feux de forêt par la distribution de filtres à haut rendement, la mise à disposition d'abris antifumée dans les collectivités touchées, l'émission de messages simples incitant à rester à l'intérieur par des moyens permettant de rejoindre les personnes les plus isolées ou moins aptes à comprendre, ainsi que l'évacuation pour les populations dont les risques sanitaires de rester sur place surpassent ceux associés à l'évacuation. Une grande conscience du risque et l'existence de dommages antérieurs aux biens accroissent la probabilité d'évacuation d'un individu avant et pendant la survenue d'un feu de forêt, ce qui souligne l'importance de la sensibilisation des populations concernées (Thompson et coll., 2017).

3.8.4.3 Mesures d'adaptation des infrastructures

Aménagement du territoire

L'endiguement de l'étalement urbain constitue une mesure d'adaptation limitant à la fois l'exposition directe (chaleur) et l'exposition indirecte (fumée) aux aléas sanitaires des feux de forêt. Pour modérer l'exposition aux feux de forêt, les municipalités peuvent limiter leur périmètre urbain et conserver les projets de construction, ainsi que désigner des zones tampons naturelles pour limiter les constructions en milieu périurbain. De plus, les villes qui ont maintenant des activités agricoles dans leur périphérie sont moins à risque de subir des dommages lors de feux de forêt puisque les terres agricoles forment une zone tampon (Darques, 2015). La plantation de végétation plus résistante au feu en bordure de forêt peut également réduire la gravité de certains feux de forêt (Fernandes, 2013).

Milieu bâti

L'adaptation du domicile est aussi un facteur déterminant pour atténuer le risque de feux de forêt. La plupart des pertes d'infrastructure sont causées par les cendres propulsées par le vent qui se déposent sur les bâtiments et par la combustion de la végétation près des bâtiments. Par conséquent, l'utilisation de matériaux incombustibles pour le domicile et l'amincissement de la végétation environnante jusqu'à 30 mètres du bâtiment sont tous deux associés à une diminution significative des pertes d'infrastructure

lorsqu'un feu de forêt survient (Moritz et coll., 2014). Les programmes comme Intelli-feu (<<https://firesmartcanada.ca/>>) proposent diverses méthodes d'adaptation efficaces.

Brûlage dirigé

Le brûlage dirigé de matières combustibles a été présenté comme une option d'adaptation pour réduire le nombre et l'intensité des feux de forêt (Fernandes, 2013). Les résultats quant à son efficacité sont toutefois mitigés. Étant donné que les matières combustibles organiques se renouvellent rapidement dans la forêt, le brûlage dirigé est plus efficace dans le cadre de l'intervention initiale lorsqu'un feu de forêt se produit ou lorsqu'il y a une réduction permanente des matières combustibles (Enright et Fontaine, 2014). Une partie importante de la forêt doit être traitée pour que le brûlage dirigé soit efficace, ce qui représente des coûts importants. Les brûlages répétés augmentent également la quantité de polluants dans l'air et exposent les résidents des environs aux risques sanitaires accessoires (Navarro et coll., 2018). Sans évaluer les coûts associés, une étude en Europe a néanmoins déterminé qu'un recours systématique et généralisé au brûlage dirigé pourrait réduire l'augmentation de la superficie incendiée en raison des changements climatiques à l'avenir, en la faisant passer de 200 % à moins de 50 % en 2090, comparativement au début du siècle (Khabarov et coll., 2016).

3.9 Précipitations et tempêtes

3.9.1 Impacts des changements climatiques sur les précipitations et les tempêtes – tendances et projections

Les précipitations moyennes annuelles au Canada ont augmenté de 20 % entre 1948 et 2012, le nord du Canada ayant subi une hausse plus importante (Zhang et coll., 2019). De fortes précipitations sur une journée ou moins peuvent causer des dommages localisés à l'infrastructure, comme les routes et les bâtiments, tandis que des épisodes de précipitations de plusieurs jours peuvent provoquer des inondations sur une zone étendue. Pour l'ensemble du Canada, aucune tendance n'était détectable quant aux précipitations extrêmes accumulées sur des périodes d'une journée ou moins. Davantage d'endroits ont connu une augmentation plutôt qu'une diminution de la quantité la plus élevée de précipitations sur une journée chaque année, mais l'évolution des tendances est aléatoire dans tout le pays.

Les prévisions indiquent avec un niveau de confiance élevé qu'autant les précipitations moyennes annuelles que les épisodes de précipitations extrêmes (figure 3.7) devraient s'accroître au cours du siècle, peu importe le scénario d'émissions de GES. De plus, les changements dans les régimes pluviométriques varient selon la saison (Zhang et coll., 2019). Les précipitations hivernales sous forme de pluie ont augmenté, une tendance qui devrait continuer. La hausse projetée des quantités annuelles de précipitations (environ 24 % de plus selon le RCP 8.5) est essentiellement causée par la hausse des précipitations en période non estivale dans l'ensemble des régions canadiennes, tout particulièrement dans les régions nordiques. À l'inverse,

les précipitations estivales devraient diminuer dans le sud du Canada, en particulier selon le RPC 8,5 (Zhang et coll., 2019). À mesure que le climat se réchauffe, en particulier dans le nord du Canada, il y aura inévitablement une probabilité accrue que les précipitations tombent sous forme de pluie plutôt que de neige, comme on l'observe déjà (Zhang et coll., 2019).



Figure 3.7 Nombre annuel de jours de fortes précipitations projetés pour 2021-2050 au Canada, selon les tendances actuelles d'émission de GES (RCP 8.5). Les zones bleues correspondent aux régions comptant plus de 10 jours de précipitations extrêmes par année, tandis que les zones brunes correspondent aux régions comptant moins de 4 jours de précipitations extrêmes par année. Un jour de fortes précipitations (JFP) est un jour où tombe un total d'au moins 20 mm de précipitations. Les précipitations gelées sont mesurées selon leur équivalent liquide : 20 cm de neige sont équivalents à environ 20 mm de précipitation. Source : Prairie Climate Centre, 2019.

L'effet des changements climatiques sur les vents et les tornades est incertain. En ce qui concerne les épisodes de grêle au Canada, une étude a permis de prévoir que d'ici 2070, le nombre de jours de grêle diminuerait (comparativement à la période de 1971 à 2000); la confiance quant à ces projections est faible — il s'agit du niveau de confiance le plus faible parmi les types d'événements extrêmes (Brimelow et coll., 2017). Par contre, les chutes de gros grêlons pourraient augmenter en été, créant plus de dommages qu'auparavant, en particulier dans le centre et l'Ouest du Canada (Brimelow et coll., 2017). Les vents et les précipitations

provoquent également des inondations, de l'érosion et de la submersion côtière; ces phénomènes sont abordés séparément dans la section 3.10 Inondations, inondations côtières et érosion côtière.

3.9.2 Effets sanitaires des précipitations et des tempêtes

3.9.2.1 Traumatismes non intentionnels – Précipitations

La neige, la pluie et la pluie verglaçante augmentent le risque de chute à l'extérieur en réduisant l'adhérence ou en créant des obstacles aux déplacements. Les précipitations augmentent particulièrement le risque de fracture à la hanche et au poignet (Ali et Willett, 2015). À Montréal, seuls trois événements de pluie verglaçante ou épisodes de pluie suivis de baisses importantes des températures ont causé près de la moitié des chutes qui sont survenues pendant les mois de décembre 2008 et de janvier 2009 (Morency et coll., 2012). Une autre étude concernant les personnes de 40 ans et plus à Montréal a indiqué que les chutes de neige pourraient avoir un impact plus important sur les fractures à la hanche que les chutes de pluie (Modarres et coll., 2014). Le risque de fractures à la hanche en lien avec les variables météorologiques semble augmenter de façon exponentielle lors de conditions extrêmes. En Angleterre, les visites médicales pour blessures accidentelles de 1996 à 2006 avaient augmenté de 2,2 % par accumulation de 10 millimètres de pluie et de 7,9 % lors des journées enneigées (Parsons et coll., 2011). La pluie verglaçante semble avoir le plus grand impact sur les blessures, l'effet durant jusqu'à trois jours après les précipitations (Modarres et coll., 2014). Lors de la tempête de verglas qui a balayé l'Ontario en décembre 2013, il était 2,5 fois plus probable, comparativement aux années antérieures, que les habitants d'Ottawa et de Toronto soient hospitalisés pour des causes environnementales (Rajaram et coll., 2016). Outre les blessures, la neige peut accroître indirectement le risque de crise cardiaque étant donné que le déneigement et les déplacements dans la neige accroissent la fréquence cardiaque et que le froid favorise la vasoconstriction (Auger et coll., 2017e).

3.9.2.2 Traumatismes non intentionnels – Tempêtes

Malgré son effet déstabilisant, la vitesse moyenne du vent ne semble pas être significativement associée à une augmentation du nombre de blessures à un niveau d'intensité inférieur au seuil de tempête (Ali et Willett, 2015). En revanche, les rafales de 70 km/h et plus augmenteraient le risque de blessures (Saulnier et coll., 2017). On observe également une augmentation des blessures lors de l'effort de rétablissement suivant une tempête. En effet, des lacérations, des perforations, des électrocutions et des chutes peuvent survenir à cause de la fragilité et de l'instabilité des infrastructures (Goldman et coll., 2014). Bien que les précipitations maintiennent généralement les pollens au sol, les périodes de précipitations extrêmes et de tempêtes soulèvent d'énormes quantités de pollens dans l'air par choc osmotique. Cela peut entraîner une forte augmentation des symptômes d'asthme chez les personnes allergiques au pollen (D'Amato et coll., 2012).

3.9.2.3 Accidents de la route – Précipitations

Les précipitations accroissent le risque de blessures sur la route puisqu'elles rendent la chaussée glissante (Koetse et Rietveld, 2009; Ali et Willett, 2015). Dans le Grand Vancouver, on a estimé qu'une hausse de 17 % à 28 % du nombre de collisions liées à l'augmentation des précipitations maximales et totales devrait survenir d'ici 2055, l'effet étant plus prononcé lors d'événements de précipitations abondantes (Hambly et coll., 2013). Toutefois, les précipitations réduisent également le risque de décès sur la route parce que les automobilistes adaptent leur conduite sur les routes enneigées ou mouillées, notamment en réduisant la vitesse (Koetse et Rietveld, 2009; Ali et Willett, 2015). Dans l'ensemble du Canada, le risque relatif de mortalité lié aux précipitations a diminué dans dix villes canadiennes entre 1984 et 2002 alors qu'il n'a pas changé pour les chutes de neige (Andrey, 2010). Cette tendance pourrait se poursuivre à l'avenir, en fonction des régimes de précipitations et de l'amélioration de la sécurité des véhicules et de la route. En revanche, l'augmentation des cycles gel-dégel et des dégels hivernaux pourrait rendre les déplacements moins sécuritaires, car une surface de glace recouverte d'eau est plus glissante et les pneus d'hiver sont moins efficaces dans ces conditions (TIRF, 2012). Des vents plus forts pourraient également intensifier la poudrière, diminuer la visibilité sur la route et réduire le contrôle des véhicules par les automobilistes (Goldman et coll., 2014). L'effet net des changements climatiques sur le risque de blessures dues aux déplacements routiers au Canada reste donc à déterminer.

3.9.2.4 Activité physique

L'augmentation des précipitations en été pourrait également influencer l'activité physique pratiquée. Au Canada, une étude menée auprès de 8 125 participants a permis d'estimer que le nombre de pas diminuait de 8,3 % lorsque les accumulations de pluie atteignaient 14 millimètres (Chan et coll., 2006). Les jours de pluie, comparativement aux journées sèches, les enfants peuvent consacrer jusqu'à 15 minutes de moins à l'activité physique d'intensité modérée ou élevée (Harrison et coll., 2015). On observe néanmoins un effet de plafonnement au-delà duquel la quantité de pluie n'a plus d'incidence sur le niveau d'activité physique pratiquée. Ainsi, une augmentation des épisodes de chutes de pluie abondantes plutôt que du nombre de jours de pluie pourrait ne pas avoir beaucoup d'impact sur les niveaux d'activité physique.

3.9.2.5 Maladies d'origine hydrique

Les eaux de ruissellement causées par les précipitations transportent de multiples polluants des milieux anthropiques et naturels vers des endroits propices à la concentration des eaux. Il en résulte des charges bactériennes importantes dans les eaux de surface et les eaux pluviales peuvent contaminer les eaux souterraines lors du mélange (Cann et coll., 2013). Cela augmente, particulièrement pour les maladies gastro-intestinales, le risque de propagation d'agents pathogènes d'origine hydrique tels que les virus (p. ex., entérovirus), les bactéries (p. ex., *Campylobacter*) et les protozoaires entériques (p. ex., *Giardia*) (Levy et coll., 2016; Ghazani et coll., 2018) (voir le chapitre 6 : Maladies infectieuses, ainsi que le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau). De plus, les pics de précipitations (p. ex., fortes précipitations) tout comme les creux (sécheresse) augmentent le risque de propagation de maladies d'origine hydrique et les changements

climatiques devraient accroître la fréquence de ces deux extrêmes au Canada (Herrador et coll., 2015; Ghazani et coll., 2018).

Il existe une corrélation positive entre les cas de légionellose et le volume de précipitations. La légionellose se transmet principalement par les voies respiratoires, et les précipitations augmentent la formation de particules aériennes infectées par des bactéries (voir le chapitre 6 : Maladies infectieuses). Au Connecticut, on a constaté que chaque augmentation de 5 millimètres des chutes de pluie augmentait le risque de légionellose de 48 %, ce qui représente une incidence plus élevée que celle observée pour les changements de température ou d'humidité (Cassell et coll., 2018). En fait, environ la moitié des agents pathogènes qui ont une incidence importante sur la santé humaine ou animale sont sensibles aux précipitations ou à l'humidité (McIntyre et coll., 2017). Les précipitations extrêmes, en particulier, ont des répercussions sur certaines bactéries ou certains parasites qui sont des agents de maladies d'origine hydrique, comme *Campylobacter*, *Cryptosporidium*, *Giardia*, et *Legionnella*, mais ce n'est pas le cas pour les précipitations non extrêmes (Sakamoto, 2015; Young et coll., 2015). À Vancouver, les jours dépassant le 90^e centile de précipitations accroissaient le nombre de cas de *Cryptosporidium* et de *Giardia* jusqu'à six semaines après l'événement (Chhetri et coll., 2017). Les précipitations abondantes et les tempêtes peuvent également augmenter le risque relié aux agents pathogènes d'origine alimentaire, comme le norovirus, *Campylobacter*, *Toxoplasma gondii* et *Listeria monocytogenes* (Smith et Fazil, 2019).

Le ruissellement provenant de précipitations extrêmes nuit également aux eaux récréatives (p. ex., les plages), en exposant les utilisateurs à plusieurs agents infectieux de maladies d'origine hydrique (Sanborn et Takaro, 2013) (voir le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau).

3.9.2.6 Impacts indirects – Pannes d'électricité

Les vents forts et les précipitations comme la pluie verglaçante peuvent causer des pannes de courant. Une panne prolongée et étendue peut causer d'importantes perturbations sociales et nuire à la santé psychosociale des personnes touchées (Silver et Grek-Martin, 2015). En hiver, les pannes d'électricité peuvent également forcer certaines personnes à résider dans un logement froid et à en subir les conséquences sanitaires. Lors des pannes d'électricité hivernales, le risque d'intoxications au monoxyde de carbone est élevé en raison de l'utilisation de génératrices portatives et d'appareils de chauffage ou de cuisson portatifs (Goldman et coll., 2014; Johnson-Arbor et coll., 2014). Une intoxication peut aussi survenir lorsque le tuyau d'échappement d'une voiture en marche est obstrué par la neige, ce qui survient surtout le jour même d'une tempête de neige (Johnson-Arbor et coll., 2014).

3.9.3 Populations présentant des risques accrus face aux tempêtes et aux précipitations

3.9.3.1 Précipitations

Sexe et genre

Un lien a été établi entre les chutes de neige importantes et les complications cardiovasculaires. Selon une étude québécoise portant sur la période de 1981 à 2014, les hommes présentaient un risque plus élevé de 16 % d'être hospitalisés et un risque plus élevé de 34 % de mourir d'un infarctus du myocarde le lendemain d'une chute de neige de 20 centimètres, comparativement à une journée sans neige (Auger et coll., 2017e). Cela s'explique très probablement par l'effort cardiaque accru engendré par le pelletage de neige combiné au froid, les hommes étant potentiellement plus susceptibles que les femmes de pelleter, en particulier après de fortes chutes de neige (Auger et coll., 2017e).

Âge

Les études indiquent que les enfants et les adultes de plus de 40 ans sont principalement à risque de chuter lors de précipitations et d'en subir les blessures. À Montréal, la pluie verglaçante a été désignée comme étant un facteur météorologique plus important que la température moyenne ou la neige pour expliquer le nombre de chutes chez les personnes âgées de 50 ans et plus, bien que d'autres études semblent indiquer un risque décroissant après 75 ans en raison de la perte de mobilité qui entraîne une diminution des déplacements lors d'épisode de pluie verglaçante (Morency et coll., 2012; Ali et Willett, 2015). Une étude menée au Québec a révélé que les personnes âgées de 40 à 74 ans sont plus susceptibles que les 75 ans et plus de subir des blessures en raison des conditions météorologiques (Martel et coll., 2010). En Finlande, on a constaté que les enfants avaient 50 % plus de chances de se blesser au poignet lors des journées de pluie que lors des journées sèches (Ali et Willett, 2015).

Vie en milieu rural

Au Canada, les résidents des petites villes et des régions rurales et éloignées sont également plus à risque de contracter des maladies d'origine hydrique, avec une proportion relativement élevée d'éclosions qu'on estime être survenues dans les municipalités de 5 000 habitants ou moins à la suite d'événements météorologiques inhabituels tels qu'une sécheresse ou de fortes précipitations (Febriani et coll., 2010; Moffatt et Struck, 2011). Ces municipalités et sources d'approvisionnement en eau privées (puits) dépendent souvent d'eaux souterraines peu ou pas traitées pour approvisionner leurs résidents en eau potable. Souvent, les petits systèmes et les particuliers ne peuvent pas investir suffisamment dans les mesures de traitement et de protection de l'eau. Au Canada, une personne sur huit a une source d'alimentation privée, la plupart dépendant de sources d'eau souterraine rurales (Charrois, 2010), et environ 1,7 million de Canadiens et de Canadiennes (4,9 %) sont desservis par de petites sources d'alimentation communautaire en eaux souterraines (3,1 %) et de surface (1,8 %) (Murphy et coll., 2016).

Populations autochtones

De nombreuses populations autochtones sont aussi plus à risque de maladies d'origine hydrique, d'autant plus de la majorité des infrastructures de gestion de l'eau dans ces collectivités est considérée comme étant à risque modéré ou élevé relativement aux impacts des précipitations fortes (Neegan Burnside Ltd., 2011). De plus, de nombreuses collectivités n'ont pas accès à l'eau potable et continuent d'être soumises à des avis d'ébullition de l'eau et d'avis concernant la qualité de l'eau; cela augmente les risques sanitaires liés aux chutes de pluie extrêmes. C'est d'ailleurs dans les collectivités inuites que l'on retrouve la prévalence et l'incidence les plus élevées de maladies gastro-intestinales (Wright et coll., 2018). Voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada, et le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau, afin d'en savoir plus sur les risques accrus de tempêtes ou de précipitations extrêmes pour les Premières Nations, les Inuits ou les Métis et pour connaître les facteurs de vulnérabilité qui exacerbent les impacts directs et indirects de ces aléas sur leur santé.

3.9.3.2 Tempêtes

Certains groupes de population sont plus touchés par les tempêtes qui causent d'importantes perturbations sociales et ont des impacts sanitaires graves. Étant donné qu'il peut être plus difficile de se procurer des médicaments pendant et après une tempête, les personnes dont la santé physique ou mentale en dépend pourraient subir des conséquences négatives (McClelland et coll., 2017). Les aînés, les hommes, les fumeurs et les personnes qui ont déjà des problèmes respiratoires sont plus susceptibles de contracter la légionellose et d'autres maladies d'origine hydrique lors de fortes pluies, habituellement quelques semaines après l'événement (Hicks et coll., 2007; Sakamoto, 2015; Cassell et coll., 2018).

Âge

Les enfants sont à risque de trouble de stress post-traumatique à la suite de tempêtes, particulièrement les enfants qui, auparavant, présentaient déjà des symptômes anxieux ou dépressifs (Furr et coll., 2010). Les tornades et les vents violents nuisent également davantage aux aînés. Par exemple, les tornades de 2011 aux États-Unis ont fait augmenter le nombre d'hospitalisations et de visites aux soins intensifs chez les aînés de 4 % à 9 % dans les 30 jours suivant les événements (Bell et coll., 2018).

Effets périnataux

Le stress pendant la grossesse causé par une tempête ayant des effets prolongés sur les services essentiels peut également avoir des conséquences à long terme pour l'enfant à naître. Par exemple, le projet Verglas a examiné les impacts du stress prénatal associé à la tempête de verglas qui, en janvier 1998, a plongé 3 millions de personnes dans le noir dans le sud du Québec. Certains foyers ont attendu jusqu'à 40 jours que l'électricité soit rétablie, et ce, pendant l'un des mois les plus froids de l'année. Selon cette étude, les enfants de femmes enceintes qui ont été touchées de manière importante (stress) par cet événement présentaient un risque plus élevé de plusieurs problèmes de santé physique et mentale, y compris des signes avant-coureurs de troubles de l'alimentation (St-Hilaire et coll., 2015) et d'autisme (Walder et coll., 2014). Ils sont également plus susceptibles d'avoir un système immunitaire affaibli (Veru et coll., 2015), de développer des problèmes

d'asthme (Turcotte-Tremblay et coll., 2014), d'avoir un indice de masse corporelle plus élevé (Liu et coll., 2016a) et, chez les jeunes filles, d'avoir leurs premières règles à un âge plus avancé (Duchesne et coll., 2017).

Cultivateurs et éleveurs

Les cultivateurs et les éleveurs doivent généralement rester sur leur propriété pendant les pannes de courant parce qu'ils doivent prendre soin de leur bétail et de leurs infrastructures. Pendant la crise du verglas de 1998, 49 % des fermiers de l'est de l'Ontario privés d'électricité pendant une semaine ou moins ont déclaré des symptômes de stress tout au long de l'événement, et ce taux grimpeait à 76 % pour les fermiers privés d'électricité pendant plus de 15 jours (Sutherland et Glendinning, 2008). De plus, 13 % des agriculteurs privés d'électricité pendant une semaine ou moins et 37 % des agriculteurs privés d'électricité pendant plus de 15 jours ont subi, après l'événement, des effets sur la santé autres que le stress persistant, ce qui révèle un impact croissant associé à la durée de la panne d'électricité.

3.9.4 Mesures d'adaptation aux tempêtes et aux précipitations

3.9.4.1 Mesures d'adaptation publiques

Plans d'action et approche à barrières multiples pour la gestion de l'eau

Plusieurs mesures permettent de réduire les risques sanitaires liés aux précipitations, notamment dans le domaine de l'eau potable. L'approche à barrières multiples réduit le risque de contamination de l'eau pour les municipalités dotées d'une installation de traitement de l'eau potable, en offrant de multiples redondances opérationnelles en cas de défaillance du système (Patrick, 2018) (voir le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau). À plus petite échelle, une approche participative impliquant des représentants de l'environnement et des experts pourrait aider à mieux cerner les risques de contamination de l'eau potable et à améliorer les connaissances sur les enjeux liés aux bassins versants (Dykman, 2013). L'Alberta et la Saskatchewan ont adopté ce type d'approche collaborative dans leur planification de la protection des sources d'eau dans plusieurs communautés autochtones (Patrick, 2018). La gestion intégrée par bassin versant, utilisée dans plusieurs provinces au Canada, adhère aux principes de gouvernance, de participation des collectivités et des peuples autochtones et de décisions inclusives (Conservation Ontario, 2010; Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2016; Regroupement des organismes de bassins versants du Québec, 2019). La prise en compte des impacts futurs des changements climatiques dans la détermination des risques est également essentielle pour assurer l'efficacité et la pérennité des stratégies mises en place, notamment dans le domaine de l'eau potable (Conseil canadien des ministres de l'Environnement, 2016).

Évacuations lors d'inondations ou de tempêtes

Les évacuations sont une des mesures d'adaptation permettant de diminuer les dommages après une catastrophe. À l'échelle individuelle, la perception du risque, les comportements d'évacuation antérieurs et la préparation d'un plan d'évacuation sont tous des facteurs prédisposant les individus à évacuer, alors que le temps de résidence inhibe généralement cette prédisposition (Thompson et coll., 2017). L'émission d'un avis d'évacuation obligatoire incite aussi davantage les gens à se conformer qu'un avis d'évacuation volontaire.

En plus de l'influence de la famille et des amis, le fait que des représentants de la collectivité locale émettent cet avertissement augmente la probabilité d'évacuation. Compte tenu de leurs coûts économiques et psychosociaux importants, les évacuations devraient être limitées à des événements à grande échelle. Les évacuations pourraient avoir davantage d'effets négatifs que positifs sur la santé (Stares, 2014; Munro et coll., 2017). Pour réduire ces impacts négatifs, les autorités publiques pourraient encourager les ménages à se procurer des articles essentiels (nourriture non périssable, trousse de premiers soins, lampe de poche, etc.) afin de constituer une trousse d'urgence. Les critères d'évacuation pourraient aussi être revus afin de tenir compte davantage des conséquences sanitaires des évacuations. Pour les établissements de soins de longue durée, les foyers de soins infirmiers et les maisons de retraite, les évacuations préventives lors de tempêtes devraient être évitées puisque plusieurs études démontrent que les personnes évacuées de ces établissements présentent un risque plus élevé de mortalité et d'hospitalisation que les personnes qui y restent (Pierce et coll., 2017; Willoughby et coll., 2017). Le taux de mortalité chez les résidents des foyers de soins atteint 17 % jusqu'à six mois après l'évacuation (Willoughby et coll., 2017). Les résidents des foyers de soins qui courent un risque accru de subir les impacts négatifs d'une évacuation sont des résidents de sexe masculin âgés de plus de 80 ans, qui ont une plus grande déficience fonctionnelle et cognitive et un certain nombre de comorbidités (Willoughby et coll., 2017).

Intervention d'urgence et préparation organisationnelle

Plusieurs mesures permettraient de diminuer les impacts des événements extrêmes sur les patients en établissement de soins de longue durée, comme l'adoption d'un plan de gestion des catastrophes, la formation du personnel quant aux interventions lors d'événements météorologiques extrêmes, la prévision des besoins des patients après l'événement et la mise en place de systèmes de redondance (génératrice centrale, etc.). La mise sur pied d'un plan de gestion de catastrophes à l'échelle municipale ou provinciale définissant clairement les responsabilités de chacun des ministères et prévoyant des refuges et des services diminue le temps de réponse et accroît l'efficacité des interventions (Mehiriz et Gosselin, 2016). Des activités de simulations de catastrophe peuvent également offrir un regard critique sur les failles du système et les éléments à améliorer dans la gestion des événements de ce type (Bayntun et coll., 2012). Le fait de disposer d'un nombre suffisant d'employés correctement formés dans les établissements de santé est le facteur le plus important pour assurer la résilience des services de santé lors de catastrophes (Ryan et coll., 2016). Une étude menée au Québec en 2016 auprès d'organismes de santé a indiqué qu'ils étaient beaucoup moins préparés à certains événements fréquents comme les inondations qu'aux événements de chaleur extrême (Valois et coll., 2017a). De plus, deux études ont montré que les centres de traumatologie de niveau 1 au Canada ne sont pas suffisamment préparés aux catastrophes naturelles ou d'origine humaine (p. ex., attaques terroristes). En 2011, plus de 40 % de ces centres, essentiels à l'intervention d'urgence, n'avaient pas effectué d'exercice de simulation au cours des deux dernières années, comparativement à 30 % en 2019 (Gomez et coll., 2011; Gabbe et coll., 2020).

3.9.4.2 Mesures d'adaptation des infrastructures

Certaines mesures liées aux infrastructures résidentielles ou publiques peuvent aider les collectivités à s'adapter aux tempêtes ou aux précipitations extrêmes. La modernisation des infrastructures, en particulier des toits, afin qu'elles répondent aux normes de construction du Canada, diminuerait la vulnérabilité aux

intempéries des infrastructures et de leurs occupants. D'autres interventions, comme l'installation de volets résistants aux intempéries sur les fenêtres, le renforcement des portes de garage et d'entrée et la stabilisation des objets extérieurs, peuvent empêcher le vent et les débris qu'il transporte d'endommager les biens et de mettre en danger les personnes à l'intérieur (Institut de prévention des sinistres catastrophiques, 2012a). Les réparations et l'entretien réguliers des toitures pour obtenir une pente et une capacité suffisante afin de résister aux accumulations de neige, de glace ou de grésil sont d'autres options pour diminuer les risques d'effondrement (Institut de prévention des sinistres catastrophiques, 2012b). Cependant, ces mesures ne sont pas financièrement accessibles à tous les propriétaires.

De plus, l'enfouissement des lignes électriques, le renforcement des capacités de soutien des pylônes et des poteaux de distribution, l'intégration de pylônes anti-chute en cascade et la gestion de la végétation près des lignes électriques constituent des mesures d'adaptation pour réduire la probabilité qu'une panne électrique survienne après une tempête ou des chutes de pluie verglaçante abondantes (Hydro-Québec, non daté; Audinet et coll., 2014). La restauration d'éléments esthétiquement et culturellement significatifs endommagés dans les milieux sinistrés a également été proposée comme étant un moyen potentiel de favoriser la santé psychosociale des victimes de sinistres et l'effort de reprise après une catastrophe. En Ontario, les personnes affichant un fort sentiment d'appartenance au milieu ont davantage participé à l'effort de reprise après une tornade qui a frappé la communauté rurale de Goderich en 2011, favorisant de ce fait la cohésion sociale (Silver et Grek-Martin, 2015).

3.10 Inondations, inondations côtières et érosion côtière

3.10.1 Impacts des changements climatiques sur les inondations, les inondations côtières et l'érosion côtière – tendances et projections

La fréquence et la gravité des inondations, des inondations côtières et de l'érosion côtière seront influencées par l'augmentation des précipitations moyennes et extrêmes, la fonte précoce des neiges, l'augmentation du niveau de la mer et la réduction du couvert de glace (Derksen et coll., 2019; Greenan et coll., 2019; Zhang et coll., 2019). On s'attend à ce que les températures hivernales et printanières plus élevées, combinées à une hausse des précipitations sous forme de pluie plutôt que de neige, entraînent une fonte des neiges plus précoce au printemps et l'arrivée plus précoce des inondations printanières, bien que l'effet combiné de ce réchauffement et de la réduction du couvert de neige sur les inondations soit incertain (Bonsal et coll., 2019; Derksen et coll., 2019). À cause des changements dans les régimes de précipitations, les inondations associées aux précipitations pluviales devraient augmenter alors que les inondations associées

aux précipitations nivales devraient diminuer. Dans les milieux urbains, l'augmentation des épisodes de précipitations extrêmes augmentera le risque de débordement⁶ et d'inondation soudaine.

L'ampleur de l'élévation du niveau de la mer variera grandement dans l'ensemble du Canada en fonction du mouvement vertical régional des terres en réponse au retrait de la dernière calotte glaciaire (Greenan et coll., 2019). Dans les provinces de l'Atlantique, par exemple, l'augmentation du niveau de la mer devrait être plus importante que la moyenne mondiale à cause de l'affaissement du sol (mouvement vers le bas). Dans l'ensemble du Canada, on s'attend à ce que le niveau de la mer augmente pour la majeure partie des côtes de l'océan Atlantique, de l'océan Pacifique et de la mer de Beaufort, bien que certaines régions comme la baie d'Hudson puissent connaître une baisse du niveau de la mer en raison de l'élévation des terres qui sera plus importante que l'élévation du niveau de la mer à l'échelle mondiale (Greenan et coll., 2019). À l'intérieur des terres, il n'y a aucune indication que le niveau d'eau des lacs et des milieux humides ait changé à l'heure actuelle (Bonsal et coll., 2019). Cependant, une accélération de l'évapotranspiration pourrait diminuer le niveau d'eau des plans d'eau intérieurs si celle-ci surpasse l'intensification prévue des précipitations. Enfin, l'activité des vagues dans le Canada atlantique et arctique s'accroîtra en réponse à l'augmentation de l'étendue et de la période sans glace (Greenan et coll., 2019). Combinée à l'augmentation du niveau de la mer, elle devrait accroître le nombre d'inondations côtières et le rythme du recul des côtes. Il existe également un risque documenté supérieur d'inondations fluviales, pluviales et côtières dans les collectivités autochtones du pays. Une étude récente menée auprès de 985 collectivités a permis d'estimer que près de 22 % des propriétés résidentielles risquaient d'être inondées, avec une récurrence de 100 ans (Thistlethwaite et coll., 2020).

3.10.2 Effets sanitaires des inondations, des inondations côtières et de l'érosion côtière

3.10.2.1 Inondations – Impacts physiques

Les inondations peuvent causer des blessures, infecter des plaies et favoriser les électrocutions, particulièrement pendant la période de nettoyage et de rétablissement (Du et coll., 2010; Lowe et coll., 2013). Elles peuvent aussi causer des noyades et des hypothermies, le danger étant plus important lors d'inondations éclair. Cependant, la mortalité et les blessures ne forment qu'une petite partie du fardeau sanitaire des inondations au Canada. Les effets sur la morbidité physique et mentale surpassent ces conséquences (Bartholdson et von Schreeb, 2018).

Les inondations ont été associées à une incidence accrue de maladies d'origine hydrique, de maladies à transmission vectorielle et d'autres maladies infectieuses puisqu'elles favorisent un contact direct avec l'eau, la contamination des sources d'eau potable ainsi que la reproduction d'agents pathogènes et de vecteurs de maladies tels que les insectes et certains animaux nuisibles (Funari et coll., 2012; Brown et Murray, 2013; Cann et coll., 2013; McMichael, 2015; Levy et coll., 2016) (voir le chapitre 6 : Maladies infectieuses). Les

6 Les débordements d'eaux usées brutes non traitées dans les rivières et dans d'autres sources possibles d'eau potable peuvent se produire lorsque des chutes de pluie extrêmes entraînent un dépassement de la capacité des égouts unitaires, c'est-à-dire des égouts qui transportent à la fois les eaux usées et les eaux pluviales (Garde-rivière des Outaouais, 2020).

inondations en milieu urbain provoquant des débordements d'égouts favorisent la propagation d'agents infectieux, de moisissures et d'autres contaminants toxiques nuisibles à la santé humaine. Pour le fleuve Saint-Laurent, il est projeté que l'augmentation des épisodes de débordement en amont (depuis la région métropolitaine de Montréal) augmente les concentrations d'*Escherichia coli* jusqu'à 87 % d'ici 2070 dans les sources d'eau potable situées en aval, comme pour la région métropolitaine de Québec (Jalliffier-Verne et coll., 2017). Les maisons inondées sont également propices à l'apparition de champignons, de bactéries et de moisissures qui accroissent le risque de développer et d'aggraver des problèmes cutanés, allergiques et respiratoires (Tempark et coll., 2013; Azuma et coll., 2014; Saulnier et coll., 2017).

3.10.2 Inondations – Impacts psychosociaux

Les inondations nuisent au milieu de vie, perturbent la vie sociale et accroissent l'incertitude financière par les coûts matériels et les perturbations économiques qu'elles entraînent, souvent pendant de longs mois. Les inondations sont donc associées à des impacts psychosociaux et à une détérioration de la qualité de vie (Turner et coll., 2012a; Fernandez et coll., 2015; French et coll., 2019) (voir le chapitre 4 : Santé mentale et bien-être). Entre autres, elles accroissent l'incidence de symptômes de stress post-traumatique, de dépression, d'anxiété et d'idéation suicidaire chez les personnes exposées (Alderman et coll., 2012; Turner et coll., 2012a; Warsini et coll., 2014; Fernandez et coll., 2015; Munro et coll., 2017; Graham et coll., 2019). Selon certaines études, la prévalence du stress post-traumatique parmi les populations victimes d'inondations au cours des deux années précédentes varie de 9 % à 53 % (Alderman et coll., 2012). Les inondations répétées n'augmentent pas nécessairement le niveau de stress post-traumatique et de dépression; cependant, peu de recherches ont été effectuées concernant leurs effets sur la santé (French et coll., 2019). En 2017, un sondage auprès de 200 ménages a révélé que 67 % de la population de l'est de Montréal touchée par les inondations déclarait éprouver un sentiment d'anxiété, des problèmes de sommeil ou des troubles de concentration, le pourcentage étant plus important chez les personnes évacuées (CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal, 2017). De plus, 24 % des répondants estimaient que leur état de santé mentale était passable ou mauvais, soit presque cinq fois la prévalence des troubles mentaux dans l'ensemble de la population montréalaise. D'autres études utilisant des indices de bien-être psychologique ont également révélé une relation inverse entre ces indices et le degré d'exposition aux inondations (Fernandez et coll., 2015). Selon une étude réalisée à Burlington, en Ontario, auprès d'une centaine de résidents touchés par les inondations de 2014, ces résidents présentaient un niveau de stress élevé même trois ans après l'inondation (Decent, 2018). Néanmoins, la prévalence des troubles psychologiques peut diminuer et la situation peut se rétablir au fil du temps (Fernandez et coll., 2015; Johal et Mounsey, 2016; Jermacane et coll., 2018).

L'exposition aux inondations augmenterait l'abus de drogues, d'alcool ou de médicaments et diminuerait le sentiment de sécurité et d'appartenance au milieu (Tapsell et Tunstall, 2008; Fernandez et coll., 2015). Les relations avec les voisins, les amis et la famille peuvent également se détériorer après une inondation, comme on l'a vu chez les aînés jusqu'à six mois après l'inondation de 1996 au Saguenay (Maltais, 2006). Le contraire peut également être vrai. Un sondage mené auprès de 963 personnes après l'inondation survenue à Calgary en 2013 a révélé que ceux qui avaient soutenu les autres pendant ou après l'inondation avaient un sentiment plus élevé de cohésion sociale (Hetherington et coll., 2018).

Le stress subi lors des inondations peut également nuire à la santé physique (Saulnier et coll., 2017). Par exemple, lors de la crue de la rivière Richelieu au Québec en 2011, les personnes exposées avaient 25 % plus de chances de subir un incident cardiaque à la suite la crue, quoique cette augmentation n'ait pas été observée lors du déluge du Saguenay en 1996 (Vanasse, Cohen et coll., 2016; Vanasse et coll., 2015). En effet, ces deux inondations étaient très différentes si l'on regarde le nombre de personnes touchées et la durée de l'événement. Les complications associées au diabète de même que les problèmes d'hypertension artérielle et de nutrition augmentent également après l'inondation (Saulnier et coll., 2017).

3.10.2.3 Inondations côtières

Les impacts des inondations côtières sur la santé des populations sont différents des conséquences des inondations et des tempêtes. Elles sont moins propices que les inondations à la propagation de maladies à transmission vectorielle ou d'origine hydrique, bien que les précipitations associées puissent augmenter le risque. À l'instar des inondations ordinaires, les inondations côtières pourraient nécessiter des évacuations prolongées et causer des dommages importants aux biens et aux infrastructures publiques. Les impacts psychosociaux et physiques associés au stress financier et aux perturbations sociales sont donc théoriquement applicables aux inondations côtières tout comme ils s'appliquent aux inondations d'eau douce (Lane et coll., 2013; Manuel et coll., 2015). Par contre, peu d'études se sont réellement penchées sur les effets sanitaires de cet aléa en dehors d'un contexte d'ouragans ou de tempêtes tropicales, qui s'applique peu au Canada, exception faite des provinces de l'Atlantique qui peuvent subir le passage de queues d'ouragan (Hung et coll., 2016; Lane et coll., 2013; Ryan et coll., 2016; Saulnier et coll., 2017).

3.10.2.4 Érosion côtière

À moins que des glissements de terrain aient lieu, le risque de blessure lié à l'érosion côtière est minime ou inexistant. Elle peut toutefois causer des impacts psychosociaux et des dommages aux biens. Les effets sanitaires de l'érosion côtière sont plus difficiles à évaluer étant donné qu'ils sont ressentis à moyen et à long terme et qu'ils permettent, en théorie, de prendre des mesures préventives. Tout comme dans le cas des inondations côtières, les effets sanitaires de l'érosion côtière ont très peu été étudiés. À certains endroits, il est toutefois évident que l'érosion et les inondations côtières accroîtront l'isolement des régions en rendant les routes impraticables et en détériorant d'autres infrastructures en bordure de côte (Drejza et coll., 2015; Manuel et coll., 2015). En diminuant l'habitabilité des régions touchées, elles pourraient aussi mener à un éclatement permanent des communautés et encourager l'exode des populations.

3.10.2.5 Impacts indirects – Pannes d'électricité

Les inondations, côtières ou autres, peuvent également causer des pannes d'électricité. Même si les effets des pannes électriques lorsqu'il fait plus chaud représentent une menace moins importante puisque les dangers sont principalement associés à l'utilisation de chauffage d'appoint et à l'exposition au froid (Lane et coll., 2013; Klinger et coll., 2014), les pannes d'électricité durant les saisons intermédiaires pourraient augmenter ces risques comparativement à une situation normale, puisque les températures extérieures

ne sont pas optimales pendant ces saisons. Les inondations ont été associées à une augmentation de l'intoxication au monoxyde de carbone avant et pendant l'événement et même pendant la phase de reprise (Waite et coll., 2014). De plus, l'absence de climatisation lors d'une panne d'électricité pourrait accroître l'exposition à la chaleur pendant les périodes de chaleur intense.

3.10.3 Populations présentant des risques accrus face aux inondations, aux inondations côtières et à l'érosion côtière

3.10.3.1 Âge

Les enfants et les adolescents sont également susceptibles d'éprouver des symptômes de stress post-traumatique après une catastrophe, bien qu'on ne sache pas exactement à quel point ils sont plus touchés que les adultes (Furr et coll., 2010; Garcia et Sheehan, 2016; Lai et coll., 2017). D'après deux examens de la littérature, le risque serait élevé chez les jeunes filles que chez les jeunes garçons, ainsi que chez les enfants et les adolescents qui manquent de soutien social (Garcia et Sheehan, 2016; Lai et coll., 2017). La plupart des études sur le sujet montrent que les enfants tolèrent un faible niveau de stress post-traumatique sur une longue période (Lai et coll., 2017). Comparativement aux adultes, il semble moins probable que les symptômes de stress post-traumatique des enfants s'aggravent après un événement extrême. Dans tous les cas, ce stress est susceptible d'avoir un impact notable sur le développement à long terme de l'enfant. Les troubles de stress post-traumatique chez les enfants ont été associés à des déficits cognitifs, à des problèmes d'alcool et de drogues, à l'immunodéficience, à l'asthme de même qu'à des troubles d'apprentissage, du sommeil et du comportement (Garcia et Sheehan, 2016). Un lien a également été établi entre le stress prénatal causé par les inondations et le statut pondéral des enfants (Dancause et coll., 2015).

Les victimes d'inondation âgées de plus de 65 ans présentent également beaucoup plus de symptômes d'anxiété, de dépression et de stress post-traumatique que les personnes dans la force de l'âge (Leyva et coll., 2017; Decent, 2018). Selon une revue systématique, le risque de mortalité et de morbidité pendant et après une inondation est particulièrement élevé chez les adolescents et les jeunes adultes (10 à 29 ans) de même que chez les personnes âgées de plus de 60 ans (Lowe et coll., 2013).

3.10.3.2 Sexe et genre

Après une inondation, les femmes auraient un risque accru d'éprouver des impacts psychologiques alors que les hommes seraient plus susceptibles de subir des impacts physiques tels que des problèmes cardiaques (Lowe et coll., 2013). À la suite des inondations de 2011 à Calgary, les ordonnances de médicaments contre l'anxiété et de somnifères ont été multipliées respectivement par 1,64 et par 2,32 chez les femmes (Sahni et coll., 2016). De plus, les femmes sont plus susceptibles d'être victimes de violence familiale à la suite d'événements extrêmes comme les inondations, et les femmes qui subissent de la violence après les inondations sont plus susceptibles de déclarer qu'elles souffrent de dépression (First et coll., 2017).

3.10.3.3 Présence de maladies préexistantes

Les personnes ayant des problèmes de santé préexistants sont plus sensibles aux effets des inondations (Lowe et coll., 2013). Lors de la crue de la rivière Richelieu survenue au Québec en 2011, les personnes ayant des antécédents de maladies cardiovasculaires avaient 70 % plus de chances de subir un problème cardiaque à la suite des inondations, comparativement à 25 % pour l'ensemble des personnes touchées (Vanasse et coll., 2016a). Les personnes qui prennent des médicaments sont également plus à risque parce que l'accès aux médicaments pourrait être compromis lors de perturbations sociales importantes comme les inondations (Gaskin et coll., 2017). L'accès à des soins essentiels pour les personnes ayant des problèmes de santé physique ou mentale préexistants pourrait aussi être problématique. En ce qui concerne le stress post-traumatique, les personnes très anxieuses sont plus susceptibles de ressentir une forte anxiété après des événements météorologiques extrêmes, comme on l'a constaté après les inondations survenues à Calgary en 2011 (Hetherington et coll., 2018).

3.10.3.4 Populations autochtones

Les Premières Nations et les Métis sont particulièrement vulnérables aux événements extrêmes comme les inondations, car ils vivent souvent dans des régions isolées dotées d'infrastructures en mauvais état et dans des milieux socioéconomiques défavorisés (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). Par exemple, entre 2006 et 2016, près de 67 communautés des Premières Nations ont vécu quasiment 100 inondations qui ont causé d'importants dommages aux biens et aux infrastructures, des interruptions de services communautaires et des impacts sur la santé et le bien-être des individus.

3.10.3.5 Vie en milieu rural et faible statut socioéconomique

Les municipalités pourvues d'égouts de type unitaire (c'est-à-dire des égouts acheminant à la fois les eaux usées et les eaux pluviales à une station d'assainissement) sont plus à risque de subir des débordements d'eaux usées et d'eau ordinaire (Fortier, 2013). De plus, les zones touchées par l'érosion côtière sont souvent des collectivités éloignées ou rurales à faible statut socioéconomique. Ces collectivités n'ont pas toujours les ressources financières ou humaines pour s'adapter aux aléas côtiers et ont ainsi besoin de soutien externe (Chouinard et coll., 2008). De plus, la proportion de personnes âgées y est généralement plus élevée, sans compter que l'exode rural actuel et le vieillissement démographique continueront à remettre en question la résilience de ces communautés (Manuel et coll., 2015; Rapaport et coll., 2015) alors que la bonne cohésion sociale et la capacité à faire face peuvent diminuer les effets psychologiques des inondations (Greene et coll., 2015). En plus des résidents, les bénévoles et les intervenants d'urgence risquent également de subir les effets sanitaires des inondations pendant la phase de reprise (Johanning et coll., 2014).

3.10.3.6 Assurance

Les personnes sans assurance sont plus susceptibles de subir les impacts psychosociaux des inondations (Tunstall et coll., 2006; Mulchandani et coll., 2019). Les personnes n'ayant pas d'assurance contre les

inondations ont souvent un profil de dénuement économique plus élevé, compte tenu des coûts de la protection contre les inondations (Poussin et coll., 2015; Koerth et coll., 2017). Le temps nécessaire pour communiquer avec les compagnies d'assurance peut également augmenter le stress chez les personnes dont la résidence a été inondée (Maltais, 2006).

3.10.4 Mesures d'adaptation aux inondations, aux inondations côtières et à l'érosion côtière

3.10.4.1 Mesures d'adaptation individuelles

Comportements d'adaptation

À l'échelle individuelle, les mesures d'adaptation des infrastructures afin d'offrir une protection contre les conséquences des inondations comprennent l'élévation du domicile (p. ex., compteur d'électricité, portes, meubles, plinthes et prises électriques), le déplacement des objets du sous-sol aux étages et l'imperméabilisation des fondations du domicile (Poussin et coll., 2015; Koerth et coll., 2017; Valois et coll., 2020a). Cependant, il est important de choisir des mesures adaptées aux caractéristiques du domicile et à son environnement pour éviter des conséquences et des dommages imprévus (p. ex., phénomène de soulèvement dû à l'imperméabilisation des fondations lors de crues très importantes). Entre autres mesures bénéfiques non liées aux infrastructures, il est également possible de chercher à savoir si son domicile est situé dans une zone inondable, de s'informer des conséquences et des mesures d'adaptation relatives aux inondations, de faire l'inventaire de ses biens et de se procurer des assurances en cas d'inondations. Selon un sondage pancanadien, cependant, seulement 6 % des gens savaient qu'ils vivaient dans une zone inondable, tandis que 30 % avaient pris des mesures pour protéger leur propriété contre les inondations (Thistlethwaite et coll., 2017). Il est possible que les personnes ayant des assurances aient l'impression qu'elles peuvent prendre davantage de risques ou prendre moins de mesures pour se protéger contre les aléas pour lesquels elles ont pris une assurance. L'assurance est également une option inabordable pour certains ménages à faible revenu. Le fait d'établir les primes d'assurance en fonction de la mise en œuvre de mesures de protection inciterait les assurés à se protéger davantage (Botzen et coll., 2009). Dans tous les cas, les mesures incitatives financières sont primordiales pour encourager l'adaptation à l'échelle individuelle étant donné que les individus exposés peuvent être conscients du risque sans avoir les moyens de s'y adapter (Wachinger et coll., 2013; Poussin et coll., 2014). Les programmes d'aide devraient être modulés de façon à alléger le fardeau financier des ménages à faible statut socioéconomique et à risque.

Perception du risque

Plusieurs facteurs associés à la perception des individus peuvent aussi influencer l'adoption de mesures d'adaptation aux aléas côtiers. Parmi ceux-ci, on peut retrouver la perception du risque, l'efficacité perçue d'une mesure d'adaptation, la perception de contrôle sur la mise en œuvre de cette mesure, le coût estimé de son implantation et la perception qu'il incombe à chacun de prendre des mesures (Bubeck et coll., 2012; Kellens et coll., 2013; Poussin et coll., 2014; Valois et coll., 2020a). Le nombre d'inondations vécues dans le passé, les connaissances factuelles des risques et des mesures d'adaptation, de même que le fait d'être

propriétaire de son habitation, de résider dans une maison unifamiliale et de vivre de façon permanente dans une maison accroissent aussi les chances qu'un individu adopte des mesures d'adaptation en milieu côtier (Koerth et coll., 2017; Valois et coll., 2019; Valois et coll., 2020a). De plus, le sentiment d'appartenance au milieu de vie intensifie la perception du risque en ce qui concerne les événements relativement fréquents (Bonaiuto et coll., 2016). D'un autre côté, ce sentiment diminue la probabilité qu'un individu déménage ou évacue, en plus d'aggraver les impacts psychosociaux le cas échéant. Certaines personnes accepteront également de s'exposer à un risque par accoutumance au risque ou parce qu'ils estiment que les avantages de résider dans une zone riveraine à risque surpassent les coûts potentiels (Wachinger et coll., 2013; Poussin et coll., 2014; Koerth et coll., 2017). Il existe un indice d'adaptation aux inondations permettant de mesurer l'ampleur de l'adaptation en reliant l'adaptation avant et après les inondations avec des variables telles que le revenu, le type de ménage et la perception (Valois et coll., 2019).

3.10.4.2 Mesures d'adaptation publiques

Évacuations

Il arrive souvent, lorsque des inondations sont prévues ou se produisent, que les autorités publiques ordonnent des évacuations. Cependant, à l'instar d'autres aléas dont il est question dans le présent chapitre, les évacuations ne sont pas toujours une mesure d'adaptation appropriée : plusieurs études montrent des effets négatifs pour les personnes évacuées, comparativement aux personnes restées en place. Au Royaume-Uni, les victimes d'inondations qui sont restées à leur domicile présentaient un risque de dépression moins élevé que les personnes évacuées (Munro et coll., 2017). Les personnes évacuées affichaient des taux de dépression, d'anxiété et de stress post-traumatique plus élevés. L'intensité des effets sur la santé mentale varie en fonction de la durée pendant laquelle une personne est privée de son milieu de vie et de son revenu, les personnes à faible revenu présentant un risque élevé (Lamond et coll., 2015; Lowe et coll., 2013; Munro et coll., 2017). Il est plus difficile pour les personnes à mobilité réduite ou ayant des incapacités sensorielles et cognitives d'évacuer, de se préparer et de faire face aux inondations. Par conséquent, on observe un risque de blessures et de mortalité important chez les personnes âgées pendant ou après l'évacuation (Gamble et coll., 2013; Thompson et coll., 2017; Willoughby et coll., 2017). Les autorités publiques devraient prendre en compte ces conséquences sanitaires lorsqu'elles prennent des décisions afin de savoir si l'évacuation est la solution optimale ou non. Si des évacuations sont nécessaires, la diffusion d'un avis d'évacuation au moins 12 heures à l'avance semble réduire les impacts psychosociaux des inondations. Une étude a montré que les personnes qui n'ont pas reçu d'avertissement ou qui en ont reçu un à moins de 12 heures de préavis présentaient un niveau plus élevé de détresse psychologique (Munro et coll., 2017).

L'évacuation permanente, soit le déménagement, peut aussi être envisagée comme mesure de prévention. Les impacts sanitaires de ces déménagements permanents en dehors d'une zone à risque, qu'ils soient volontaires ou forcés, sont plus importants pour les personnes ayant un fort sentiment d'appartenance au milieu et à la collectivité ou dont le réseau social local est considérable (Uscher-Pines, 2009; Lowe et coll., 2013; Munro et coll., 2017). La stabilité d'emploi et les coûts associés au déménagement représentent des enjeux importants pour la vulnérabilité des personnes à plus faible revenu. Le déménagement au sein de la même collectivité limite les effets sur les liens sociaux, tandis que l'octroi d'un soutien financier public aux personnes à faible revenu atténue les conséquences pour ce segment de la population. À la suite des

graves inondations qui ont touché la région de La Mitis (Québec) en 2011, le gouvernement a pris en charge, pour les résidents des zones à risque d'inondations ou d'érosion côtières, les frais de déménagement vers un secteur à proximité spécialement construit à cet effet, et les autorités locales ont géré un programme d'accompagnement des citoyens (Radio-Canada, 2018).

Préparation et plan d'action

Des alertes météorologiques publiques et d'autres outils sont à la disposition des particuliers et des autorités de santé publique du Canada pour se préparer aux tempêtes et aux inondations (gouvernement du Canada, 2019b). Sur le plan de l'intervention, les intervenants de première ligne et de gestion des urgences pourraient également être mieux sensibilisés aux liens entre la violence conjugale et les sinistres de même qu'aux façons d'agir pour aider les victimes, y compris les enfants (First et coll., 2017). La capacité d'adaptation des personnes ayant des incapacités physiques ou mentales serait améliorée par la participation à la planification et aux interventions d'urgence, par le biais d'organisations travaillant auprès de ces groupes de personnes (Gaskin et coll., 2017). Les services de santé au sein de municipalités présentant des risques d'inondation devraient se doter de plans et de stratégies d'urgence en cas de sinistre, particulièrement pour les inondations (Burton et coll., 2016). Ces plans devraient inclure des mesures concernant la formation du personnel, la prévision des besoins médicaux des patients pendant un sinistre, un procédé décisionnel considérant les évacuations comme solution de dernier recours, et l'évaluation systématique de l'efficacité des interventions après sinistre (Pierce et coll., 2017). Les travailleurs sociaux et autres professionnels en santé psychosociale devraient également être mieux formés pour mieux répondre aux sentiments de perte et de deuil causés par les événements météorologiques (Fulton et Drolet, 2018). De plus, une surveillance accrue des maladies infectieuses par les autorités de santé publique pendant et après les inondations serait également bénéfique (McMichael, 2015; Burton et coll., 2016).

3.10.4.3 Mesures d'adaptation des infrastructures

La mise à jour régulière des cartes des zones inondables, des zones vulnérables aux inondations et des zones d'érosion côtière est une mesure primordiale à la gestion de ces risques. Les modifications de l'environnement bâti peuvent diminuer les risques d'inondation et de débordement. Les mesures de gestion des eaux de pluie telles que les bassins de rétention et le fait de rendre l'environnement urbain plus perméable au ruissellement permettent de réduire ces risques en réduisant le fardeau des systèmes d'assainissement de l'eau et en favorisant l'absorption de l'eau de pluie, diminuant ainsi le risque de débordements (Houghton et Castillo-Salgado, 2017). On trouve des exigences quant à ces mesures dans certaines certifications vertes pour les bâtiments ou l'aménagement de quartier, telles que LEED, mais pas toujours. Une étude a révélé que des scénarios d'imperméabilisation modérée et intense du sol urbain peuvent multiplier respectivement par deux ou quatre le risque d'inondation ou de débordement, sans tenir compte des changements climatiques (Zimmermann et coll., 2016). La perméabilisation accrue du sol grâce à des infrastructures vertes fait partie des mesures qui pourraient stabiliser ou réduire ces risques (Farrugia et coll., 2013; Lennon et coll., 2014; Zimmermann et coll., 2016). La revégétalisation de 20 % à 40 % des berges peut réduire le débit de pointe d'une rivière jusqu'à 19 % alors qu'un pourcentage de 10 % à 15 % peut le réduire jusqu'à 6 % (Dixon et coll., 2016), en plus de réduire l'érosion ainsi que la perte de valeur foncière (Moudrak et coll., 2018). L'interdiction de construire dans les zones côtières à risque au moyen de règlements

de zonage ou d'autres moyens légaux permettrait de diminuer progressivement l'exposition aux aléas côtiers, avec la perte graduelle des droits acquis et l'atténuation de l'étalement urbain dans les zones à risque. Les infrastructures vertes sont également une mesure efficace pour prévenir ou ralentir l'érosion côtière (Keesstra et coll., 2018).

3.10.4.4 Évaluation des mesures d'adaptation aux inondations, aux inondations côtières et à l'érosion côtière

Malheureusement, l'évaluation de l'efficacité sur le plan sanitaire des mesures d'adaptation aux inondations, aux inondations côtières et à l'érosion côtière n'a pas été effectuée dans un contexte canadien et l'a très peu été à l'international (Burton et coll., 2016). Les mesures prises par les municipalités et les provinces sont encore majoritairement de nature réactive plutôt que proactive, bien qu'une tendance inverse commence à se dessiner (Manuel et coll., 2015; Burton et coll., 2016; Hurlbert et Gupta, 2016). La mise en œuvre de certaines mesures d'adaptation pourrait ne pas être avantageuse dans la mesure où leurs coûts pourraient excéder les bénéfices, surtout dans les zones où les dommages potentiels et la probabilité d'occurrence sont relativement faibles. Pour être en mesure de mieux évaluer les coûts et les bénéfices, des programmes comme la plateforme Prévention Inondation, le Programme national d'atténuation des catastrophes et des organismes tels que FloodSmart Canada (<<http://floodsmartcanada.ca>>) procurent des informations détaillées permettant d'assister autant les individus, les entreprises que le secteur public afin d'optimiser les investissements en matière d'adaptation aux aléas côtiers (gouvernement du Canada, 2019a; Sécurité publique Canada, 2019). L'évaluation et la cartographie des risques côtiers et leur mise à jour pour tenir compte des tendances climatiques sont également essentielles afin de mieux cibler les interventions. Au Canada, cette cartographie a été établie avant le début du XX^e siècle et une mise à jour serait utile (Henstra et Thistlethwaite, 2018). Au Québec, plusieurs études d'impacts et de rentabilité des options d'adaptation en zone côtière ont amené le gouvernement provincial et les municipalités à mettre en œuvre un programme d'adaptation sur l'ensemble du Saint-Laurent (fleuve, estuaire et golfe) (Bernatchez et coll., 2015; Circé et coll., 2016). Ce programme inclut une réglementation et des normes de construction plus strictes, ainsi que des indemnisations et des déménagements.

3.11 Glissements de terrain, avalanches et dégel du pergélisol

3.11.1 Impacts des changements climatiques sur les glissements de terrain, les avalanches et le dégel du pergélisol – tendances et projections

Un climat plus chaud et plus humide accroît généralement la fréquence des glissements de terrain (Gariano et Guzzetti, 2016). Les études menées au Canada sur les effets des changements climatiques sur les glissements de terrain ont été réalisées majoritairement en Colombie-Britannique et semblent confirmer que le réchauffement des températures ainsi que l'augmentation des quantités de précipitations ont accru la fréquence et l'ampleur des glissements de terrain au cours du siècle dernier (Jakob et Lambert, 2009; Geertsema, 2013; Gariano et Guzzetti, 2016).

L'effet net des changements climatiques sur les avalanches au Canada n'est pas clair. Entre 1981 et 2011, le nombre d'avalanches aurait diminué dans l'ouest du Canada alors qu'il ne semble pas y avoir de tendance dans le sud du Québec (Hetu et coll., 2015; Sinickas et coll., 2016). Le réchauffement des températures, l'accumulation de neige, la pluie verglaçante, la force des vents ainsi que la formation d'une couche de givre ou de cristaux de glace en début de saison ont une incidence sur la possibilité que des avalanches se produisent et sur leur intensité, ce qui complexifie la prévision des impacts futurs (Germain et coll., 2009; Bellaire et coll., 2016; Sinickas et coll., 2016).

Le pergélisol couvre près de 40 % de la masse terrestre canadienne et s'étend sous l'océan Arctique. Le réchauffement projeté des températures au sol devrait favoriser le dégel du pergélisol sur de grandes superficies (jusqu'à 20 %) dans les régions nordiques d'ici 2090 (comparativement aux superficies de 1990) (Derksen et coll., 2019). Quelques observations régionales indiquent que la température du pergélisol a augmenté de 0,1 °C à 1 °C par décennie, le réchauffement étant plus important dans le Canada arctique que dans les régions subarctiques. On observe également la formation de formes de relief thermokarstiques⁷ sur de larges étendues dans le nord du Canada, qui est un milieu caractérisé par des affaissements de terrain découlant du dégel du pergélisol. La superficie de terre soutenue par le pergélisol au Canada pourrait diminuer de 16 % à 20 % selon des scénarios d'émissions de GES faibles ou modérées (scénarios du GIEC AR4 A2 et B2, utilisés en 2007) comparativement à 1990, certaines estimations étant même plus pessimistes (Derksen et coll., 2019). La région nordique circumpolaire du pergélisol contient des réserves de carbone équivalentes à la quantité totale de carbone déjà présent dans l'atmosphère (Derksen et coll., 2019). Le dégel projeté du pergélisol pourrait libérer une énorme quantité de GES dans l'atmosphère, ce qui contribuerait à l'accélération des changements climatiques et de leurs conséquences.

7 Les formes de relief thermokarstiques sont des topographies irrégulières liées au pergélisol en dégel riche en glace (Derksen et coll., 2019).

3.11.2 Impacts sanitaires des glissements de terrain, des avalanches et du dégel du pergélisol

3.11.2.1 Impacts sanitaires des glissements de terrain

Le risque de mourir dans un glissement de terrain est assez faible au Canada et a diminué au fil des ans, alors que le nombre de glissements de terrain semble augmenter. De 1990 à 2018, 23 glissements de terrain ont causé la mort à travers le Canada pour un total de 39 décès, soit un à deux décès par an en moyenne (Blais-Stevens et coll., 2018). La probabilité de décès est plus importante lorsque les glissements de terrain ont lieu rapidement et touchent des personnes à l'intérieur d'un bâtiment (Kennedy et coll., 2015). Les glissements de terrain peuvent aussi entraîner des blessures et des traumatismes physiques tels que des lacérations, des contusions, des commotions et des fractures. Quelques études réalisées à l'extérieur du Canada (Italie, Grèce, Porto Rico, etc.) ont également associé l'exposition aux glissements de terrain à une incidence accrue de stress post-traumatique et à une détérioration de la cohésion sociale jusqu'à deux ans après l'événement (Kennedy et coll., 2015). Par contre, ces effets sont généralement observés lors de glissements de terrain mortels de grande envergure, ce qui est rare au Canada.

3.11.2.2 Impacts sanitaires des avalanches

Santé physique

Les risques sanitaires associés aux avalanches sont principalement liés aux traumatismes et aux décès qu'elles peuvent causer. À travers le Canada, 123 personnes sont décédées en raison d'une avalanche de 2009 à 2018 (Avalanche Canada, 2018). Les avalanches posent un risque particulier dans l'Ouest canadien (102 de ces 123 décès sont survenus en Colombie-Britannique et 16 en Alberta), puisque les pentes montagneuses dans l'Ouest canadien sont beaucoup plus fortes que dans le reste du pays. L'asphyxie, les traumatismes graves et l'hypothermie causent l'essentiel des décès associés aux avalanches (Boyd et coll., 2009; Kornhall et Martens-Nielsen, 2016). Une étude a d'ailleurs estimé que les avalanches étaient fatales dans 23 % des cas, le taux de mortalité s'élevant à 50 % lorsque la victime est entièrement sous la neige (Kornhall et Martens-Nielsen, 2016).

Santé psychosociale

Les avalanches peuvent également avoir un effet à court et à long terme sur la santé psychosociale des personnes touchées. Une étude en Islande a évalué les impacts psychosociaux sur les populations de deux villages touchés par des avalanches mortelles (Thordardottir et coll., 2015). Environ 16 % des villageois touchés par des avalanches, directement ou indirectement, présentaient des symptômes de stress post-traumatique liés à l'avalanche 16 ans après l'événement. Les villageois avaient également un risque plus élevé de subir des troubles du sommeil et de souffrir d'hyper-réactivité post-traumatique, comparativement à une population semblable non exposée.

3.11.2.3 Impacts sanitaires du dégel du pergélisol

Le dégel du pergélisol est un aléa propre aux milieux nordiques. Ses risques pour la santé sont plus indirects que les avalanches et les glissements de terrain qui constituent des aléas à développement rapide. Le dégel du pergélisol compromet l'intégrité des habitations, des bâtiments publics, des routes et d'autres infrastructures, or les collectivités nordiques, comme de nombreuses collectivités des Premières Nations et des Inuits, ont déjà des infrastructures insuffisantes. Elles sont également dépendantes du transport aérien pour obtenir des aliments et des denrées essentielles comme les médicaments (Allard et coll., 2012; Ford et coll., 2014; Durkalec et coll., 2015). De plus, le dégel du pergélisol pourrait avoir une incidence sur le risque de contracter une maladie d'origine hydrique en libérant des agents infectieux et des concentrations importantes de métaux lourds tels que le mercure (Moquin et Wrona, 2015; Vonk et coll., 2015; Schuster et coll., 2018) (voir le chapitre 6 : Maladies infectieuses, et le chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments).

Partout au Canada, de nombreuses collectivités autochtones font face à de graves difficultés en matière de salubrité de l'eau en raison de systèmes inadéquats d'alimentation en eau et d'assainissement des eaux usées, d'un manque de personnel qualifié et d'une exposition accrue aux polluants ou aux contaminants environnementaux, et bon nombre d'entre elles sont soumises à des avis d'ébullition de l'eau à court et à long terme (Wright et coll., 2018; Services aux Autochtones Canada, 2020a; Services aux Autochtones Canada, 2020b). Le dégel du pergélisol peut accroître l'exposition aux risques sanitaires liés à l'eau contaminée en affaiblissant davantage les systèmes d'alimentation en eau ou les sources d'eau (Neeagan Burnside Ltd., 2011). Enfin, le dégel du pergélisol peut compromettre la sécurité alimentaire des collectivités arctiques, qui utilisent les celliers de glace creusés à même le pergélisol pour entreposer de façon sécuritaire la nourriture, comme à Inupiat, en Alaska (U.S. Climate Resilience Toolkit, 2017). La biodiversité, et donc l'accès à la nourriture traditionnelle, sera aussi touchée négativement par ce dégel du pergélisol, ce qui pourrait avoir des effets supplémentaires sur les populations locales (Berteaux et coll., 2016).

3.11.3 Populations présentant des risques accrus face aux glissements de terrain, aux avalanches et au dégel du pergélisol

Les personnes résidant sur des sols argileux ou près de pentes abruptes sont plus à risque d'être exposées aux glissements de terrain (Porter et Morgenstern, 2013; Macciotta et Lefsrud, 2018). De plus, certaines études menées à l'international ont démontré que les femmes étaient plus susceptibles de subir des symptômes de stress post-traumatique à la suite d'un glissement de terrain majeur (Kennedy et coll., 2015). Les personnes pratiquant la motoneige, le ski, la raquette, la randonnée pédestre hivernale et toute autre activité hivernale en terrain montagneux sont les personnes les plus exposées aux avalanches (Boyd et coll., 2009). Près de la moitié des décès provoqués par des avalanches entre 2009 et 2018 étaient des motoneigistes, et un peu plus du tiers étaient des skieurs (Avalanche Canada, 2018); 88 % des décès étaient des hommes, ce qui est comparable aux statistiques de la plupart des pays où il y a de la neige (Page et coll., 1999; Jamieson et coll., 2010; Berlin et coll., 2019).

En ce qui concerne le dégel du pergélisol, les populations nordiques et autochtones font face à un risque accru en raison de leurs infrastructures très exposées (comme les routes, les réseaux d'eau potable,

les bâtiments, les pipelines) et de leur accès limité à certaines ressources essentielles en raison de l'éloignement. Plus précisément, les peuples autochtones résidant dans des zones vulnérables au dégel du pergélisol sont plus à risque de subir des impacts sanitaires et sociaux négatifs étant donné les iniquités sociales et sanitaires déjà présentes, comme la mauvaise qualité des habitations et des infrastructures ainsi que le fardeau disproportionné de la maladie (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). De plus, compte tenu de leur proximité avec la nature et leur relation très étroite avec la terre, ces impacts des changements climatiques nuisent à leur mode de vie et peuvent détruire des endroits qui ont une importance culturelle (gouvernement du Nunavut, 2012). Par exemple, dans l'Inuit Nunangat⁸ les perturbations naturelles, comme le dégel du pergélisol, la fonte ou l'amincissement des glaces ainsi que les changements dans le niveau de la mer, ont exacerbé la perte du savoir autochtone et des compétences en lien avec la chasse, le transport sur les routes, la prévision de la météo et le déplacement des animaux sauvages. Ces changements augmentent le risque de blessures non intentionnelles ou de décès et la nécessité de missions de recherche et de sauvetage, réduisent l'accès aux aliments traditionnels et ont des impacts sur la santé mentale.

3.11.4 Mesures d'adaptation aux glissements de terrain, aux avalanches et au dégel du pergélisol

Une des premières mesures d'adaptation s'appliquant tant aux glissements de terrain, aux avalanches qu'au dégel du pergélisol consiste à produire et à mettre à jour des cartes des risques et des zones de vulnérabilité. La surveillance de ces événements (p. ex., avalanche) est également primordiale (Agence spatiale canadienne, 2016; Avalanche Canada, 2018; MFFP, 2019).

3.11.4.1 Mesures d'adaptation aux glissements de terrain

Étant donné le faible risque de décéder dans un glissement de terrain, la mise en place de mesures d'adaptation importantes telles que la relocalisation ne serait justifiée que dans les zones les plus à risque (Macciotta et Lefsrud, 2018). Ressources naturelles Canada offre un guide sur les meilleures pratiques pour évaluer les risques associés aux glissements de terrain, en fonction de critères physiques, légaux, économiques et relatifs à l'acceptation du risque (Porter et Morgenstern, 2013). De plus, des systèmes d'alerte préventive qui tiennent compte des propriétés hydrologiques et physiques des sols et des prévisions de précipitations ont été mis au point dans d'autres pays et pourraient permettre de limiter l'exposition des populations à ce risque dans certains cas (Chae et coll., 2017).

3.11.4.2 Mesures d'adaptation aux avalanches

L'évaluation des zones à risque d'avalanche et l'adaptation consécutive de l'aménagement du territoire ont diminué considérablement le nombre de décès à l'intérieur des bâtiments (Hetu et coll., 2015; Germain,

8 L'Inuit Nunangat désigne les terres inuites du Canada et comprend quatre régions : la région désignée des Inuvialuit (nord des Territoires du Nord-Ouest), le Nunavut, le Nunavik (nord du Québec) et le Nunatsiavut (nord du Labrador).

2016). Outre la localisation stratégique des bâtiments, la reforestation des pentes est une autre mesure d'aménagement qui diminue le risque d'avalanche en bloquant le vent et le couloir d'avalanche (Hetu et coll., 2015). On observe également une tendance à la baisse du risque de mortalité depuis la création d'organismes surveillant les conditions climatiques propices aux avalanches qui sensibilisent le public aux risques associés aux avalanches et offrent des formations en matière de sécurité en montagne (Avalanche Canada, 2018). Les avalanches peuvent être déclenchées de manière préventive et contrôlée avant de devenir une menace, ou lorsque le risque devient trop élevé, comme dans le parc national des Glaciers dans les Rocheuses canadiennes (Parcs Canada, 2018).

3.11.4.3 Mesures d'adaptation au dégel du pergélisol

Des travaux réalisés par Ressources naturelles Canada ont permis de définir les seuils de température propices au dégel du pergélisol (Labbé et coll., 2017). Des mesures d'adaptation telles que l'utilisation de surfaces avec un albédo élevé, la pose de conduits de ventilation ou de drains thermiques sous l'infrastructure, l'implantation de digues de convection d'air ou de thermosiphons la longeant et la construction d'un refuge solaire au-dessus peuvent rafraîchir le sol et atténuer conséquemment les dommages aux infrastructures (Calmels et coll., 2016; Doré et coll., 2016). Plusieurs de ces mesures ont été mises en œuvre dans les collectivités nordiques canadiennes, bien qu'il n'y ait pas de stratégie nationale d'adaptation pour orienter de telles activités (Labbé et coll., 2017). L'autoroute Alaska au Yukon est un exemple bien documenté de caractérisation du risque et de stabilisation conséquente de l'infrastructure grâce à l'adaptation (Stephani et coll., 2014; Calmels et coll., 2016). La caractérisation des risques associés au pergélisol peut également mieux orienter l'aménagement du territoire. À Arviat au Nunavut, par exemple, une évaluation de ces risques a permis de mieux sensibiliser les décideurs aux risques que pose le dégel du pergélisol en plus de faciliter la concertation des intervenants (Flynn et coll., 2018). Le réseau de centres d'excellence pancanadien ArcticNet mène depuis 15 ans un important programme de recherche sur ces impacts et les solutions applicables (ArcticNet, 2021). Ainsi, une cartographie réalisée en 2013 des zones de pergélisol discontinu au Nunavik a permis une planification adaptée à ce risque pour les infrastructures et les établissements de santé, pour tous les niveaux de gouvernement concernés (L'Hérault et coll., 2013).

3.12 Lacunes dans la littérature et incertitude quant aux preuves scientifiques par rapport aux impacts sanitaires des aléas naturels influencés par les changements climatiques

Cette section détaille les principales lacunes dans la littérature scientifique et les incertitudes qui demeurent concernant les impacts sanitaires des aléas naturels, les personnes les plus à risque ainsi que les façons dont elles peuvent se protéger alors que le réchauffement climatique se poursuit au Canada.

3.12.1 Données portant sur la santé et les aléas naturels

Plusieurs incertitudes demeurent dans la littérature concernant les impacts sanitaires des aléas naturels influencés par les changements climatiques. Les effets sanitaires projetés dépendent fortement des scénarios d'émissions de GES, des changements démographiques et des niveaux futurs d'adaptation des personnes, des collectivités et des établissements, par exemple, les systèmes et établissements de santé (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé). Ces projections doivent donc être interprétées avec prudence, puisqu'un niveau important de variabilité est à prévoir en fonction de ces facteurs. La littérature contient également des conclusions contradictoires concernant les impacts sanitaires des aléas naturels dans le contexte des changements climatiques. Ces conclusions sont incluses dans le présent chapitre, au besoin. Les processus menant aux effets sanitaires sont souvent indirects et complexes. Il est possible que certains effets ne soient pas évidents ou examinés dans les études en raison du grand nombre de variables et de leurs interactions complexes. Les dispositifs expérimentaux (p. ex., études cliniques) ou quasi expérimentaux⁹ sont particulièrement difficiles à mettre en œuvre pour évaluer les effets des changements climatiques, voire impossibles dans certains cas. Les conceptions sont souvent observationnelles ou transversales et offrent donc des preuves légèrement moins solides, bien qu'elles soient toujours acceptables pour comprendre les risques et planifier l'adaptation. En revanche, plusieurs méta-analyses et analyses documentaires rigoureuses ont été documentées. Un déséquilibre persiste dans les sujets de recherche et la qualité des études répertoriées, et plusieurs lacunes subsistent. Malgré tout, le nombre d'études disponibles pour la majorité des aléas naturels influencés par les changements climatiques est substantiel et suffit, la plupart du temps, à caractériser clairement les impacts sanitaires actuels et à court terme.

Cependant, les modèles climatiques d'impacts ne tiennent pas encore compte (ou rarement) de la santé dans leurs simulations d'impacts, ce qui induit une incertitude sur les impacts globaux projetés (Gosling et coll., 2017). De plus, ces modèles ne tiennent pas compte des mesures d'adaptation, ce qui amène une incertitude supplémentaire (Gosling et coll., 2017).

9 La conception quasi expérimentale désigne les études pré-post non randomisées (c'est-à-dire, par exemple, que l'on n'a pas attribué de traitements aléatoirement aux participants, contrairement aux études cliniques).

3.12.2 Type d'aléas naturels pris en compte

Il existe, dans la littérature scientifique, plusieurs lacunes quant aux effets sanitaires des aléas naturels au Canada. Tout d'abord, plusieurs aléas naturels sont sous-représentés. Les effets sanitaires qui ne sont pas directement associés à la température, aux maladies infectieuses ou à la qualité de l'air sont généralement moins bien étudiés. La recherche sur les sécheresses, l'érosion côtière, les inondations côtières, les glissements de terrain et le dégel du pergélisol se concentre généralement sur les méthodes d'évaluation ou les dommages économiques et écologiques, et non sur les impacts sanitaires. La petite taille des populations touchées rend également les études d'impact sanitaire et de vulnérabilité plus difficiles à mener du point de vue méthodologique.

3.12.3 Impacts sanitaires directs et indirects

La plupart des effets directs, mais surtout indirects, de ces aléas sur la santé, tels qu'ils sont décrits dans le présent chapitre, devraient être analysés plus en détail et en fonction de leurs caractéristiques particulières. Bien que les impacts sur la santé mentale (stress post-traumatique, dépression, etc.) soient de plus en plus étudiés, les impacts de divers aléas sur la cohésion sociale, la dégradation de l'environnement, les mouvements de population et l'insécurité financière sont inconnus et restent à découvrir. Il est important d'évaluer ces effets sur la santé psychosociale, car ils ont un impact indirect sur la santé physique et la capacité d'adaptation des personnes touchées (voir le chapitre 4 : Santé mentale et bien-être).

3.12.4 Impacts des événements découlant d'aléas naturels combinés

Au Canada, très peu d'études ont porté sur les effets sanitaires, au sein de la population, des aléas naturels combinés survenant simultanément ou successivement. L'évaluation des impacts sanitaires et sociaux associés à l'exposition répétée à des événements extrêmes sur les mêmes populations est rare, et on devrait lui donner la priorité étant donné que l'on s'attend à ce que les changements climatiques augmentent la fréquence de nombreux événements et catastrophes météorologiques extrêmes, augmentant ainsi la probabilité d'événements combinés ou successifs. Parmi les exemples d'événements antérieurs au Canada, on retrouve l'exposition successive à des inondations (2017 et 2019) et à des tornades ou à des vents violents (2018) dans la région de Gatineau et d'Ottawa (CRC, 2020a), ou encore à des feux de forêt (2016) et à des inondations (2020) à Fort McMurray, en Alberta (CRC, 2020b). Les événements de chaleur extrême successifs qui ont frappé l'Est du Canada en 2020 en sont un autre exemple. Non seulement d'autres études sur les effets sanitaires de tels événements combinés sont nécessaires, mais il faut également établir les tendances futures attendues. L'évaluation traditionnelle des risques porte sur un danger ou un aléa à la fois, ce qui peut mener à une sous-estimation du risque pour les événements découlant d'aléas naturels qui sont souvent liés les uns aux autres (p. ex., chaleur extrême et feux de forêt), qui ont pour moteur les mêmes variables hydrométéorologiques (Zscheischler et coll., 2018) ou qui se combinent au point de dépasser les capacités d'adaptation qui protègent la santé. Il serait également utile, pour les projections climatiques, d'avoir une analyse des événements composés, comme des projections concernant les événements de chaleur extrême combinés (ou répétés), dont l'amplification est prévue (Baldwin et coll., 2019).

3.12.5 Impacts en cascade des aléas et impacts sur les systèmes de santé

Jusqu'à maintenant, peu de recherches ont été menées sur les impacts cumulatifs des aléas naturels pouvant nuire à la santé, comme la probabilité qu'une panne de courant provoque une pénurie d'eau ou de médicaments, ou la probabilité qu'une panne des feux de circulation provoque des accidents de la route. L'évaluation de la capacité du système de santé à faire face aux aléas naturels est également essentielle, même si elle est peu documentée, pour éviter une interruption des services ou une surcharge autant du point de vue des équipements que du personnel, notamment en milieu rural ou éloigné des centres urbains. Un système de santé lui-même vulnérable aux aléas naturels pourrait exacerber les effets sur la santé des populations à risque par son incapacité à répondre à la demande de soins, de médicaments et de services sociaux (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé). Actuellement, la pandémie de COVID-19 illustre aussi une situation dans laquelle un système de santé déjà surchargé peut avoir à gérer simultanément des effets d'un ouragan ou d'événements de chaleur extrême.

3.12.6 Comportements et mode de vie

Les effets des changements climatiques sur les comportements et les habitudes de vie mériteraient d'être étudiés davantage. Par exemple, l'analyse des effets de la chaleur et des précipitations sur l'activité physique, les activités extérieures, les habitudes de déplacement, l'alimentation, les interactions sociales, la criminalité, la charge émotionnelle, les capacités cognitives et le choix de lieu de vie serait essentielle à une évaluation complète et représentative des conséquences des changements climatiques, mais peu de données existent à ce sujet au Canada et ailleurs dans le monde.

3.12.7 Évaluation des mesures d'adaptation

Exception faite du verdissement, l'évaluation rétrospective des effets sanitaires des mesures d'adaptation aux aléas naturels fait également défaut. La littérature scientifique se concentre davantage sur les effets sanitaires en fonction de l'exposition et de la vulnérabilité aux aléas. Faute d'évaluation plus précise, les effets sanitaires doivent être déduits à partir des impacts des mesures d'adaptation sur la fréquence, la localisation, l'intensité des aléas naturels et le moment auxquels ils surviennent, la littérature étant plus étoffée à ce sujet. Même dans cette littérature, les études tiennent rarement compte des mesures d'adaptation mises en œuvre et des capacités d'adaptation individuelles ou sociales, ou sinon indirectement par le biais de certains facteurs socioéconomiques tels que le revenu et l'éducation. Les individus réagissent d'une façon ou d'une autre aux chaleurs extrêmes, aux froids intenses, aux épisodes de smog, à l'humidité et aux précipitations en réduisant le temps qu'ils passent à l'extérieur, par exemple, ce qui a une influence sur les effets sanitaires observés.

3.12.8 Impacts économiques des effets sanitaires et des mesures d'adaptation et d'atténuation

Bien qu'il existe des analyses coûts-avantages pour certaines mesures d'adaptation et d'atténuation face aux changements climatiques, elles ne tiennent pas compte des avantages sanitaires qui y sont associés. Les estimations de la valeur monétaire des avantages sanitaires des mesures proposées, y compris les coûts de soins de santé évités, pourraient aider à en justifier l'adoption et la mise en œuvre. Les décideurs ont besoin d'information pour savoir si des mesures d'adaptation coûteuses auraient des retombées économiques suffisantes, par exemple, les avantages de la réduction de la combustion d'énergies fossiles (moins de GES, moins de pollution atmosphérique) par rapport aux coûts de construction d'infrastructures (pistes cyclables, tramways) ou de mise en place d'un système de surveillance des impacts sanitaires. Il existe également très peu d'études qui mettent en lumière le niveau d'adaptation et de préparation aux changements climatiques, ainsi que l'efficacité des mesures particulières, que ce soit à l'échelle municipale, provinciale ou nationale; pourtant, ces préparatifs et adaptations peuvent diminuer grandement les coûts médicaux associés aux catastrophes naturelles, en particulier.

3.12.9 Importance relative des facteurs de vulnérabilité et de protection

Bien que la vulnérabilité soit au cœur de la littérature sur les impacts sanitaires des aléas naturels et de l'adaptation aux changements climatiques, d'autres recherches sont nécessaires pour mieux comprendre et classer les facteurs de vulnérabilité afin de hiérarchiser efficacement les mesures d'adaptation. L'évaluation des interactions entre ces facteurs et de leurs effets cumulés sur les résultats en matière de santé dans un contexte de changements climatiques fait également défaut. Il en va de même pour les facteurs de protection et leurs interactions avec les facteurs de vulnérabilité. À l'heure actuelle, la façon dont la vulnérabilité est conceptualisée est mal comprise, en particulier en ce qui concerne la cohésion sociale, le sentiment d'appartenance, l'éducation et certains facteurs culturels ou cognitifs.

3.12.10 Représentation équitable dans la littérature

Certaines populations qui risquent davantage de subir les effets des aléas naturels sur la santé sont moins étudiées que d'autres, en particulier celles qui souffrent déjà d'iniquités en santé (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé). Les personnes en situation d'itinérance, les personnes atteintes de maladies chroniques ou de maladie mentale préexistantes, les personnes à mobilité réduite, les populations racialisées et les personnes isolées socialement sont moins représentées dans la littérature comparativement aux hommes, aux femmes, aux personnes à faible revenu, aux enfants, aux travailleurs ou aux aînés.

Le sexe est souvent inclus dans les études d'impact¹⁰ et chaque sexe peut présenter différents facteurs de vulnérabilité, mais on ne sait pas clairement si un sexe particulier est plus vulnérable dans l'ensemble. La prise en compte du genre¹¹ et des populations 2ELGBTQQIA+ est presque complètement absente de la littérature scientifique sur les changements climatiques (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé).

3.12.11 Populations autochtones

La documentation concernant l'impact des changements climatiques sur les populations autochtones au Canada est inégale sur le plan de l'attention accordée aux populations et aux régions. La plupart des recherches portent sur les populations inuites et l'Arctique canadien, tandis que les études sur les personnes vivant dans le sud du Canada ou les régions urbaines, ainsi que sur les Métis partout au Canada, sont rares. Bien qu'il y ait davantage de recherches sur les populations autochtones du nord du Canada, il existe moins de données que sur les populations générales vivant dans le sud du Canada. De plus, il existe d'importantes lacunes dans la recherche sur les impacts des changements climatiques sur la santé des collectivités des Premières Nations dans les Prairies et les provinces de l'Atlantique.

Les facteurs de vulnérabilité qui augmentent les risques d'impacts sanitaires pour les Premières Nations, les Inuits et les Métis ainsi que les impacts des aléas peuvent se distinguer, à des égards importants, des facteurs pour les populations non autochtones (p. ex., inégalités généralisées en matière de santé, iniquités et déterminants de la santé, y compris une histoire commune de colonisation) et nécessitent plus de recherches, tout comme les facteurs sur les déterminants de la capacité d'adaptation nécessaire pour renforcer la résilience face aux impacts futurs. De plus, les recherches sur les collectivités autochtones sont rarement pilotées par des Autochtones, ce qui peut contribuer à une interprétation parfois partielle des résultats de la recherche sur les impacts ou la vulnérabilité aux aléas naturels.

3.12.12 Facteurs à l'appui de l'adaptation

Les facteurs politiques, sociétaux et structurels favorisant l'adaptation efficace aux aléas naturels, bien qu'étudiés ailleurs, n'ont pas été évalués en profondeur dans un contexte canadien. Les facteurs déterminant la possibilité et la façon pour les décideurs, à l'intérieur et à l'extérieur du secteur de la santé, de mettre en œuvre des mesures d'adaptation aux changements climatiques ne sont pas bien documentés dans le contexte canadien. L'organisation légale et administrative, la planification stratégique, la communication entre les différents secteurs et ministères, l'attribution des ressources, les possibilités, le rôle de l'opinion publique et les méthodes d'évaluation et de hiérarchisation sont autant de sujets pertinents à approfondir pour faciliter l'adaptation aux changements climatiques et favoriser une gouvernance optimale.

10 Dans la science occidentale, l'interprétation du terme « sexe » est généralement binaire (homme et femme), faisant ainsi abstraction des personnes intersexuées.

11 Le terme « genre » fait référence aux rôles socialement construits attribués aux hommes et aux femmes. Dans la science occidentale, le terme « genre » est généralement confondu avec le terme « sexe » et est présenté comme étant binaire (homme et femme), faisant ainsi abstraction des personnes non binaires.

3.12.13 Communication sur les changements climatiques

Les stratégies et les mesures de communication sur les changements climatiques doivent également être étudiées davantage au Canada. La connaissance du risque et des mesures d'adaptation influence l'adoption des comportements préventifs. Il est donc essentiel d'avoir recours aux outils de communication et aux messages les plus efficaces pour atteindre les populations à risque accru, qui ont généralement moins de moyens de s'adapter, et d'adapter les messages en fonction de chaque sous-population. Actuellement, les efforts de communication liés aux changements climatiques et à la santé ne sont pas évalués au Canada. L'évaluation de ces efforts permettrait d'optimiser les impacts des campagnes de sensibilisation. Les approches et les techniques de marketing social sont un outil potentiellement puissant pour améliorer l'efficacité de la communication sur les changements climatiques et la santé, mais elles sont peu utilisées actuellement (Daignault et coll., 2018). En comprenant mieux les processus psychologiques qui amènent les personnes à adopter des mesures d'adaptation, on aiderait les responsables de la santé publique à mieux adapter les messages, par exemple en cernant le problème pour insister sur les possibilités et les avantages afin d'inciter à l'action. Plusieurs modèles de psychologie sociale, tels que la théorie du comportement planifié ou la théorie de la motivation à la protection, peuvent être utilisés à cette fin.

En somme, l'analyse des impacts des aléas naturels sur la santé, des facteurs de risque et de vulnérabilité, de même que des mesures d'adaptation nécessaires pour se préparer avec succès aux effets des changements climatiques est encore parcellaire au Canada malgré plus de 15 ans de travaux et un intérêt grandissant en la matière. D'autres recherches devraient être menées pour combler ces lacunes.

3.13 Conclusion

Le présent chapitre aborde les impacts des aléas naturels influencés par les changements climatiques sur la santé des Canadiens et des Canadiennes, en mettant particulièrement l'accent sur les populations à risque accru. Tous les aléas naturels indiqués ont déjà des impacts importants sur la santé des personnes, certains majeurs, et ces impacts devraient s'intensifier dans les années à venir si d'autres mesures d'adaptation ne sont pas prises.

Il y a quelques années, une évaluation externe a révélé que, même si plusieurs provinces ont adopté des plans d'action sur les changements climatiques qui reconnaissent les impacts des changements climatiques sur la santé de la population, la plupart des provinces en étaient encore aux premières étapes de l'adaptation aux impacts sanitaires des changements climatiques, avec des réponses fragmentées ou axées sur un nombre limité d'aléas, en particulier la chaleur (Austin et coll., 2015). De plus, un rapport rendu par les vérificateurs généraux provinciaux et fédéral en 2018 a critiqué les progrès limités réalisés en matière d'évaluation des risques et l'absence de plans d'adaptation détaillés à l'échelle du pays, malgré certains progrès concrets (Bureau du vérificateur général du Canada, 2018). Étant donné que les événements météorologiques extrêmes constituent l'élément le plus important des risques liés aux changements climatiques, cette conclusion demeure pertinente pour les aléas naturels.

Plusieurs mesures d'adaptation existent et certaines sont mises en œuvre par les autorités sanitaires; elles peuvent être adoptées plus largement pour réduire les effets des aléas sur la santé des Canadiens et des Canadiennes, comme l'a montré le présent chapitre. Par contre, le suivi et l'évaluation de ces mesures telles qu'elles sont mises en œuvre devraient être entrepris dans les prochaines années pour acquérir davantage de données probantes sur leur efficacité et leur efficience dans des contextes variés et chez des populations diversifiées. Il devrait donc devenir prioritaire de documenter et d'évaluer régulièrement les niveaux de risque de notre système de santé et la préparation aux aléas naturels, ainsi que de surveiller la mise en œuvre de mesures préventives pour réduire les risques, en particulier pour les populations vulnérables. L'élaboration de plans d'adaptation détaillés, région par région, dans l'ensemble du pays constituerait un premier pas important vers une meilleure préparation.

Une conclusion très similaire est ressortie d'un récent examen international qui a indiqué que l'inclusion des sous-populations vulnérables est faible dans toutes les mesures prises et que la diffusion de l'adaptation dans tous les secteurs reste insuffisante (Berrang-Ford et coll., 2019). Les auteurs de cet examen soutiennent également qu'il existe un écart important entre les objectifs d'adaptation et les instruments et moyens proposés pour la mise en œuvre et la production de rapports, y compris au Canada. Habituellement, les actions préliminaires (scénarios, outils conceptuels, guides, évaluation des impacts potentiels, etc.) prédominent largement sur la mise en œuvre systématique de mesures pratiques (soutien financier, technologie, évaluation des mesures, etc.) par les autorités sanitaires (Lesnikowski et coll., 2015; Lesnikowski et coll., 2016). De plus, il existe d'importantes différences régionales dans les efforts visant à comprendre les impacts sanitaires des aléas naturels au Canada et à s'y adapter.

À l'échelle municipale, une évaluation des plans en matière de changements climatiques des 63 villes les plus peuplées du Canada a révélé que la priorité était accordée aux mesures d'atténuation des GES plutôt qu'aux mesures d'adaptation, tandis qu'on négligeait l'évaluation des deux types de mesures dans les plans, leur mise en œuvre ainsi que la participation de divers intervenants (Guyadeen et coll., 2019). En fin de compte, le rythme actuel de mise en œuvre des mesures d'adaptation visant à réduire les impacts sanitaires des aléas naturels pourrait être insuffisant pour atténuer considérablement les effets futurs des changements climatiques, comme l'ont montré certains événements dramatiques récents et leurs effets, p. ex., la chaleur extrême de l'été 2021 et les graves feux de forêt qui ont touché l'Ouest canadien. Il est donc essentiel de redoubler d'efforts pour se préparer aux changements climatiques afin d'assurer une santé durable dans toutes les collectivités et régions du Canada.

3.14 Références

- Abbasi, S. (2014). *Adaptation to drought in Saskatchewan rural communities : A case study of Kindersley and Maidstone, Saskatchewan* [Master's Thesis, University of Saskatchewan]. University of Saskatchewan. Consulté sur le site : <<http://hdl.handle.net/10388/ETD-2014-01-1385>>
- Achakulwisut, P., Mickley, L., et Anenberg, S. (2018). Drought-sensitivity of fine dust in the US Southwest : Implications for air quality and public health under future climate change. *Environmental Research Letters*, 13(5), 054025.
- Acharya, P., Boggess, B., et Zhang, K. (2018). Assessing heat stress and health among construction workers in a changing climate : A review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(2). <<https://doi.org/10.3390/ijerph15020247>>
- Adam-Poupart, A., Smargiassi, A., Busque, M.-A., Duguay, P., Fournier, M., Zayed, J., et Labreche, F. (2014). Summer outdoor temperature and occupational heat-related illnesses in Quebec (Canada). *Environmental Research*, 134, 339-344. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.07.018>>
- Adam-Poupart, A., Smargiassi, A., Busque, M.-A., Duguay, P., Fournier, M., Zayed, J., et Labreche, F. (2015). Effect of summer outdoor temperatures on work-related injuries in Quebec (Canada). *Occupational and Environmental Medicine*, 72(5), 338-345.
- Adam-Poupart, A., Nicolakakis, N., Anassour Laouan Sidi, E., Berry, P., Campagna, C., Chaumont, D., Hamel, D., Labreche, F., Sassine, M.-P., Smargiassi, A., Zayed, J. (2021). *Changements climatiques et vulnérabilités à la chaleur des travailleuses et travailleurs canadiens – regard sur les provinces du centre et de l'ouest du Canada*. Institut national de santé publique du Québec.
- Adetona, O., Reinhardt, T. E., Domitrovich, J., Broyles, G., Adetona, A. M., Kleinman, M. T., Ottmar, R. D., et Naeher, L. P. (2016). Review of the health effects of wildland fire smoke on wildland firefighters and the public. *Inhalation Toxicology*, 28(3), 95-139.
- Administrateur en chef de la santé publique du Canada. (2016). *État de santé des Canadiens 2016 : Rapport de l'administrateur en chef de la santé publique*. Agence de la santé publique du Canada. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/organisation/publications/rapport-administrateur-en-chef-sante-publique-sur-etat-sante-publique-au-canada/2016-etat-sante-canadiens.html>>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2019). *Infobase de la santé publique*. Consulté sur le site <<https://sante-infobase.canada.ca/>>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2020a) *Personnes susceptibles de présenter une forme grave de la maladie ou des complications si elles contractent la COVID-19*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/maladies-et-affections/personnes-susceptibles-gravement-malades-contractent-covid-19.html>>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2020b). *Mise à jour épidémiologique hebdomadaire sur la COVID-19 au Canada (2 Août au 8 Août 2020)*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/maladie-coronavirus-covid-19/recherches-donnees-epidemiologiques-economiques.html>>
- Agence spatiale canadienne. (2016). Détection à grande échelle des risques de glissement de terrain. Consulté sur le site : <<https://www.asc-csa.gc.ca/fra/blogue/2016/11/24/detection-a-grande-echelle-des-risques-de-glissement-de-terrain.asp>>
- Agriculture et Agroalimentaire Canada (2021). Outil de surveillance des sécheresses au Canada. Consulté sur le site : <<https://agriculture.canada.ca/fr/outil-surveillance-secheresses-au-canada>>
- Agyapong, V. I. O., Hrabok, M., Juhas, M., Omeje, J., Denga, E., Nwaka, B., Akinjise, I., Corbett, S. E., Moosavi, S., Brown, M., Chue, P., Greenshaw, A. J., et Li, X.-M. (2018). Prevalence rates and predictors of generalized anxiety disorder symptoms in residents of Fort McMurray six months after a wildfire. *Frontiers in Psychiatry*, 9, 345. <<https://doi.org/10.3389/fpsy.2018.00345>>
- AirNow. (2021). *AirNow*. Consulté sur le site : <<https://airnow.gov/>>
- Alberini, A., Gans, W., Alhassan, M. (2011). Individual and public-program adaptation : Coping with heat waves in five cities in Canada. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(12), 4679-4701. <<https://doi.org/10.3390/ijerph8124679>>
- Alberta Health Service. (2020). *Use of Portable Bedside Fans and Air Conditioners in Healthcare during the COVID-19 Pandemic*. Infection and Prevention Control Continuing Care Working Group. Consulté sur le site : <<https://www.albertahealthservices.ca/assets/healthinfo/ipc/if-hp-ipc-info-sheet-portable-fans.pdf>>
- Albert-Green, A., Dean, C. B., Martell, D. L., et Woolford, D. G. (2013). A methodology for investigating trends in changes in the timing of the fire season with applications to lightning-caused forest fires in Alberta and Ontario, Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 43(1), 39-45. <<https://doi.org/10.1139/cjfr-2011-0432>>
- Alderman, K., Turner, L. R., et Tong, S. (2012). Floods and human health : A systematic review. *Environment International*, 47, 37-47. <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2012.06.003>>

- Ali, A. M., et Willett, K. (2015). What is the effect of the weather on trauma workload? A systematic review of the literature. *Injury*, 46(6), 945-953. <<https://doi.org/10.1016/j.injury.2015.03.016>>
- Allard, M., Lemay, M., Barrette, C., L'Hérault, E., Sarrazin, D., Bell, T., et Doré, G. (2012). Permafrost and climate change in Nunavik and Nunatsiavut : Importance for municipal and transportation infrastructures. In M. Allard, et M. Lemay (Eds.), *Nunavik and Nunatsiavut: From science to policy. An Integrated Regional Impact Study (IRIS) of climate change and modernization*, 171197. Quebec City, QC.
- Almendra, R., Santana, P., et Vasconcelos, J. (2017). Evidence of social deprivation on the spatial patterns of excess winter mortality. *International Journal of Public Health*, 62(8), 849-856.
- Andrey, J. (2010). Long-term trends in weather-related crash risks. *Journal of Transport Geography*, 18(2), 247-258. <<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.05.002>>
- Arbuthnott, K., Hajat, S., Heaviside, C., et Vardoulakis, S. (2016). Changes in population susceptibility to heat and cold over time : Assessing adaptation to climate change. *Environmental Health*, 15(1), S33.
- ArcticNet. (2021). ArcticNet. Consulté sur le site: <<https://arcticnet.ulaval.ca/fr/>>
- Askew, A. E., et Bowker, J. M. (2018). Impacts of climate change on outdoor recreation participation : Outlook to 2060. *Journal of Park et Recreation Administration*, 36(2), 97-120.
- Astell-Burt, T., Feng, X., et Kolt, G. S. (2014). Neighbourhood green space and the odds of having skin cancer : Multilevel evidence of survey data from 267072 Australians. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 68(4), 370-374. <<https://doi.org/10.1136/jech-2013-203043>>
- Audinet, P., Amado, J.-C., et Rabb, B. (2014). Climate risk management approaches in the electricity sector : Lessons from early adapters. In A. Troccoli, L. Dubus, et S. E. Haupt (Eds.), *Weather Matters for Energy* (p. 1764). New York, NY: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9221-4_2>
- Auger, N., Bilodeau-Bertrand, M., Labesse, M. E., et Kosatsky, T. (2017a). Association of elevated ambient temperature with death from cocaine overdose. *Drug and Alcohol Dependence*, 178, 101-105. <<https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2017.04.019>>
- Auger, N., Fraser, W. D., Arbour, L., Bilodeau-Bertrand, M., et Kosatsky, T. (2017b). Elevated ambient temperatures and risk of neural tube defects. *Occupational and Environmental Medicine*, 74(5), 315-320. <<https://doi.org/10.1136/oemed-2016-103956>>
- Auger, N., Fraser, W. D., Sauvé, R., Bilodeau-Bertrand, M., et Kosatsky, T. (2017c). Risk of congenital heart defects after ambient heat exposure early in pregnancy. *Environmental Health Perspectives*, 125(1), 814. <<https://doi.org/10.1289/EHP171>>
- Auger, N., Fraser, W. D., Smargiassi, A., Bilodeau-Bertrand, M., et Kosatsky, T. (2017d). Elevated outdoor temperatures and risk of stillbirth. *International Journal of Epidemiology*, 46(1), 200-208. <<https://doi.org/10.1093/ije/dyw077>>
- Auger, N., Fraser, W. D., Smargiassi, A., et Kosatsky, T. (2015). Ambient heat and sudden infant death : A case-crossover study spanning 30 years in Montreal, Canada. *Environmental Health Perspectives*, 123(7), 712-716. <<https://doi.org/10.1289/ehp.1307960>>
- Auger, N., Naimi, A. I., Smargiassi, A., Lo, E., et Kosatsky, T. (2014). Extreme heat and risk of early delivery among preterm and term pregnancies. *Epidemiology*, 25(3), 344. <<https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000074>>
- Auger, N., Potter, B. J., Smargiassi, A., Bilodeau-Bertrand, M., Paris, C., et Kosatsky, T. (2017e). Association between quantity and duration of snowfall and risk of myocardial infarction. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal*, 189(6), E235-E242. <<https://doi.org/10.1503/cmaj.161064>>
- Auger, N., Rhéaume, M.-A., Bilodeau-Bertrand, M., Tang, T., et Kosatsky, T. (2017f). Climate and the eye : Case-crossover analysis of retinal detachment after exposure to ambient heat. *Environmental Research*, 157, 103-109. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.05.017>>
- Austin, S. E., Ford, J. D., Berrang-Ford, L., Araos, M., Parker, S., et Fleury, M. D. (2015). Public health adaptation to climate change in Canadian jurisdictions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(1), 623-651. <<https://doi.org/10.3390/ijerph120100623>>
- Avalanche Canada. (2018). 2017-2018 Annual report. Consulté sur le site: <https://issuu.com/avalanche.ca/docs/ac_2018_annual_reportissuu>
- Azuma, K., Ikeda, K., Kagi, N., Yanagi, U., Hasegawa, K., et Osawa, H. (2014). Effects of water-damaged homes after flooding : Health status of the residents and the environmental risk factors. *International Journal of Environmental Health Research*, 24(2), 158-175. <<https://doi.org/10.1080/09603123.2013.800964>>
- Baert, V., Gorus, E., Mets, T., Geerts, C., et Bautmans, I. (2011). Motivators and barriers for physical activity in the oldest old : A systematic review. *Ageing Research Reviews*, 10(4), 464-474. <<https://doi.org/10.1016/j.arr.2011.04.001>>
- Bai, L., Li, Q., Wang, J., Lavigne, É., Gasparrini, A., Copes, R., Yagouti, A., Burnett, R. T., Goldberg, M. S. et Cakmak, S. (2017). Increased coronary heart disease and stroke hospitalisations from ambient temperatures in Ontario. *Heart*, 104(8), 673-679.
- Bai, L., Li, Q., Wang, J., Lavigne, E., Gasparrini, A., Copes, R., Yagouti, A., Burnett, R. T., Goldberg, M. S., Villeneuve, P. J., Cakmak, S., et Chen, H. (2016). Hospitalizations from hypertensive diseases, diabetes, and arrhythmia in relation to low and high temperatures : Population-based study. *Scientific Reports*, 6, 30283. <<https://doi.org/10.1038/srep30283>>



- Bais, A. F., Lucas, R. M., Bornman, J. F., Williamson, C. E., Sulzberger, B., Austin, A. T., Wilson, S. R., Andrad, A. L., Bernhard, G., et McKenzie, R. L. (2018). Environmental effects of ozone depletion, UV radiation and interactions with climate change : UNEP Environmental Effects Assessment Panel, update 2017. *Photochemical et Photobiological Sciences*, 17(2), 127-179.
- Bais, A. F., McKenzie, R., Bernhard, G., Aucamp, P., Ilyas, M., Madronich, S., et Tourpali, K. (2015). Ozone depletion and climate change : Impacts on UV radiation. *Photochemical et Photobiological Sciences*, 14(1), 1952.
- Baldwin, J. W., Dessy, J. B., Vecchi, G. A., et Oppenheimer, M. (2019). Temporally compound heat wave events and global warming: An emerging hazard. *Earth's Future*, 7(4), 411-427.
- Barn, P. (2014). *Evidence review: Home and community clean air shelters to protect public health during wildfire smoke events* (C. Elliott, et K. Rideout, eds). BC Centre for Disease Control.
- Barnett, A. G., Tong, S., et Clements, A. (2010). What measure of temperature is the best predictor of mortality? *Environmental research*, 110(6), 604-611. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2010.05.006>>
- Barreca, A. I. (2012). Climate change, humidity, and mortality in the United States. *Journal of Environmental Economics and Management*, 63(1), 19-34. <<https://doi.org/10.1016/j.jeem.2011.07.004>>
- Bartholdson, S., et von Schreeb, J. (2018). Natural Disasters and Injuries: What Does a Surgeon Need to Know? *Current Trauma Reports*, 4(2), 103-108. <<https://doi.org/10.1007/s40719-018-0125-3>>
- Basu, R., Pearson, D., Malig, B., Broadwin, R., et Green, R. (2012). The effect of high ambient temperature on emergency room visits. *Epidemiology*, 23(6), 813. <<https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e31826b7f97>>
- Bayentin, L., El Adlouni, S., Ouarda, T. B., Gosselin, P., Doyon, B., et Chebana, F. (2010). Spatial variability of climate effects on ischemic heart disease hospitalization rates for the period 1989-2006 in Quebec, Canada. *International Journal of Health Geographics*, 9, 5. <<https://doi.org/10.1186/1476-072X-9-5>>
- Bayntun, C., Rockenschaub, G., et Murray, V. (2012). Developing a health system approach to disaster management: A qualitative analysis of the core literature to complement the WHO Toolkit for assessing health-system capacity for crisis management. *PLoS Currents*, 4, e5028b6037259a. <<https://doi.org/10.1371/5028b6037259a>>
- BC Centre for Disease Control (BC CDC). (2020). *Warm weather safety in a time of COVID-19*. Consulté sur le site: <<http://www.bccdc.ca/about/news-stories/stories/2020/warm-weather-safety-in-a-time-of-covid-19>>
- Beaudoin, M., et Gosselin, P. (2016). An effective public health program to reduce urban heat islands in Québec, Canada. *Revista Panamericana de Salud Publica = Pan American Journal of Public Health*, 40(3), 160-166.
- Beaudoin, M., et Levasseur, M.-È. (2017). *Verdir les villes pour la santé de la population*. Institut national de santé publique du Québec.
- Beelen, R., Raaschou-Nielsen, O., Stafoggia, M., Andersen, Z. J., Weinmayr, G., Hoffmann, B., Wolf, K., Samoli, E., Fischer, P., Nieuwenhuijsen, M., Vineis, P., Xun, W. W., Katsouyanni, K., Dimakopoulou, K., Oudin, A., Forsberg, B., Modig, L., Havulinna, A. S., Lanki, T., ... Hoek, G. (2014). Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality : An analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project. *The Lancet*, 383(9919), 785-795. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)62158-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)62158-3)>
- Bélanger, D., Abdous, B., Valois, P., Gosselin, P., et Sidi, E. (2016). A multilevel analysis to explain self-reported adverse health effects and adaptation to urban heat: a cross-sectional survey in the deprived areas of 9 Canadian cities. *BMC public health*, 16, 144. <<https://doi.org/10.1186/s12889-016-2749-y>>
- Bélanger, D., Gosselin, P., Valois, P., et Abdous, B. (2014). Perceived adverse health effects of heat and their determinants in deprived neighbourhoods : A cross-sectional survey of nine cities in Canada. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(11), 11028-11053. <<https://doi.org/10.3390/ijerph11111028>>
- Bélanger, D., Gosselin, P., Valois, P., et Abdous, B. (2015). *Caractéristiques et perceptions du quartier et du logement associées aux impacts sanitaires néfastes autorapportés lorsqu'il fait très chaud et humide en été dans les secteurs urbains les plus défavorisés : Étude transversale dans 9 villes du Québec*. INRS, Institut National de Santé Publique, et Centre Eau Terre Environnement.
- Bélanger, D., Gosselin, P., Bustinza, R., et Campagna, C. (2019). *Changements climatiques et santé : prévenir, soigner et s'adapter*. Québec, QC: Presses de l'Université Laval.
- Bell, S. A., Abir, M., Choi, H., Cooke, C., et Iwashyna, T. (2018). All-cause hospital admissions among older adults after a natural disaster. *Annals of Emergency Medicine*, 71(6), 746-754.
- Bellaire, S., Jamieson, B., Thumlert, S., Goodrich, J., et Statham, G. (2016). Analysis of long-term weather, snow and avalanche data at Glacier National Park, B.C., Canada. *Cold Regions Science and Technology*, 121, 118-125. <<https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2015.10.010>>
- Benedetti, J. (2019). *Coups de soleil*. Manuel Merck. Consulté sur le site : <<https://www.merckmanuals.com/>>

- Benmarhnia, T., Bailey, Z., Kaiser, D., Auger, N., King, N., et Kaufman, J. S. (2016). A difference-in-differences approach to assess the effect of a heat action plan on heat-related mortality, and differences in effectiveness according to sex, age, and socioeconomic status (Montreal, Quebec). *Environmental Health Perspectives*, 124(11), 1694-1699. <<https://doi.org/10.1289/EHP203>>
- Benmarhnia, T., Deguen, S., Kaufman, J. S., et Smargiassi, A. (2015). Review article : Vulnerability to heat-related mortality - a systematic review, meta-analysis, and meta-regression analysis. *Epidemiology*, 26(6), 781. <<https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000375>>
- Berardi, U., et Jafarpur, P. (2020). Assessing the impact of climate change on building heating and cooling energy demand in Canada. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 121, 109681. <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109681>>
- Berlin, C., Techel, F., Moor, B. K., Zwahlen, M., Hasler, R. M., et Swiss National Cohort study group. (2019). Snow avalanche deaths in Switzerland from 1995 to 2014—Results of a nationwide linkage study. *PLoS One*, 14(12), e0225735.
- Berman, J. D., Ebisu, K., Peng, R. D., Dominici, F., et Bell, M. L. (2017). Drought and the risk of hospital admissions and mortality in older adults in western USA from 2000 to 2013 : A retrospective study. *The Lancet Planetary Health*, 1(1), e17-e25. <[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30002-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30002-5)>
- Bernatchez, P., Dugas, S., Fraser, C., et Da Silva, L. (2015). Évaluation économique des impacts potentiels de l'érosion des côtes du Québec maritime dans un contexte de changements climatiques. Ouranos. <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportBernatchez2015_FR.pdf>
- Berrang-Ford, L., Biesbroek, R., Ford, J. D., Lesnikowski, A., Tanabe, A., Wang, F. M., Chen, C., Hsu, A., Hellmann, J. J., Pringle, P., Grecequet, M., Amado, J. C., Huq, S., Lwasa, S., et Heymann, S. J. (2019). Tracking global climate change adaptation among governments. *Nature Climate Change*, 9(6), 440-449.
- Berry, H. L., Hogan, A., Owen, J., Rickwood, D., et Fragar, L. (2011). Climate change and farmers' mental health : Risks and responses. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 23(2 Suppl), 119S-132S. <<https://doi.org/10.1177/1010539510392556>>
- Berteaux, D., Gauthier, G., Domine, F., Ims, R. A., Lamoureux, S. F., Lévesque, E., et Yoccoz, N. (2016). Effects of changing permafrost and snow conditions on tundra wildlife: critical places and times. *Arctic Science*, 3(2), 65-90. <<https://doi.org/10.1016/j.etap.2017.08.022>>
- Black, C., Tesfaigzi, Y., Bassein, J. A., et Miller, L. A. (2017). Wildfire smoke exposure and human health : Significant gaps in research for a growing public health issue. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 55, 186-195. <<https://doi.org/10.1016/j.etap.2017.08.022>>
- Blais-Stevens, A., Behnia, P., et Castagner, A. (2018). *Glissements de terrain historiques qui ont causé des décès au Canada (1771-2018)*. Commission géologique du Canada.
- Bobb, J. F., Peng, R. D., Bell, M. L., et Dominici, F. (2014). Heat-related mortality and adaptation to heat in the United States. *Environmental Health Perspectives*, 122(8), 811-816.
- Boeckmann, M., et Rohn, I. (2014). Is planned adaptation to heat reducing heat-related mortality and illness? A systematic review. *BMC Public Health*, 14, 1112. <<https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-1112>>
- Bolitho, A., et Miller, F. (2017). Heat as emergency, heat as chronic stress : Policy and institutional responses to vulnerability to extreme heat. *Local Environment*, 22(6), 682-698.
- Bonaiuto, M., Alves, S., De Dominicis, S., et Petruccelli, I. (2016). Place attachment and natural hazard risk : Research review and agenda. *Journal of Environmental Psychology*, 48, 33-53.
- Bonsal, B.R., D.L. Peters, F. Seglenieks, A. Rivera et A. Berg. (2019). Évolution de la disponibilité de l'eau douce au Canada, chapitre 6 du Rapport sur le climat changeant du Canada, E. Bush et D.S. Lemmen (éd.), gouvernement du Canada. Ottawa(Ontario), 2, p. 262-342
- Bonsal, B. R., Wheaton, E. E., Chipanshi, A. C., Lin, C., Sauchyn, D. J., et Wen, L. (2011). *Drought research in Canada : A review*. *Atmosphere-Ocean*, 49(4), 303-319. <<https://doi.org/10.1080/07055900.2011.555103>>
- Botzen, W. J. W., Aerts, J. C. J. H., et van den Bergh, J. C. J. M. (2009). Willingness of homeowners to mitigate climate risk through insurance. *Ecological Economics*, 68(8), 2265-2277. <<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.02.019>>
- Boyd, J., Haegeli, P., Abu-Laban, R. B., Shuster, M., et Butt, J. C. (2009). Patterns of death among avalanche fatalities : A 21-year review. *Canadian Medical Association Journal*, 180(5), 507-512. <<https://doi.org/10.1503/cmaj.081327>>
- Boyer, T. A., Melstrom, R. T., et Sanders, L. D. (2017). Effects of climate variation and water levels on reservoir recreation. *Lake and Reservoir Management*, 33(3), 223-233. <<https://doi.org/10.1080/10402381.2017.1285375>>
- Bränström, R., Kasparian, N. A., Chang, Y., Affleck, P., Tibben, A., Aspinwall, L. G., Azizi, E., Baron-Epel, O., Battistuzzi, L., Bergman, W., Bruno, W., Chan, M., Cuellar, F., Dębniak, T., Pjanova, D., Ertmański, S., Figl, A., Gonzalez, M., Hayward, N. K., ... Brandberg, Y. (2010). Predictors of sun protection behaviors and severe sunburn in an international online study. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, 19(9), 2199-2210. <<https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-10-0196>>
- Brimelow, J. C., Burrows, W. R., et Hanesiak, J. M. (2017). The changing hail threat over North America in response to anthropogenic climate change. *Nature Climate Change*, 7(7), 516-522.

- Brown, L., et Murray, V. (2013). Examining the relationship between infectious diseases and flooding in Europe. *Disaster Health*, 1(2), 117-127. <<https://doi.org/10.4161/dish.25216>>
- Brown, M., Agyapong, V., Greenshaw, A. J., Cribben, I., Brett-MacLean, P., Drolet, J., McDonald-Harker, C., Omeje, J., Mankowski, M., Noble, S., Kitching, D., et Silverstone, P. H. (2019). After the Fort McMurray wildfire there are significant increases in mental health symptoms in grade 7-12 students compared to controls. *BMC Psychiatry*, 19(1), 18. <<https://doi.org/10.1186/s12888-018-2007-1>>
- Bruce, M., Zulz, T., et Koch, A. (2016). Surveillance of infectious diseases in the Arctic. *Public health*, 137, 512.
- Bubeck, P., Botzen, W. J., et Aerts, J. C. (2012). A review of risk perceptions and other factors that influence flood mitigation behavior. *Risk Analysis: An International Journal*, 32(9), 1481-1495.
- Bunker, A., Wildenhain, J., Vandenberg, A., Henschke, N., Rocklöv, J., Hajat, S., et Sauerborn, R. (2016). Effects of air temperature on climate-sensitive mortality and morbidity outcomes in the elderly; a systematic review and meta-analysis of epidemiological evidence. *EBioMedicine*, 6, 258-268. <<https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.02.034>>
- Bureau du vérificateur général du Canada. (2018). *Perspectives sur l'action contre les changements climatiques au Canada – Rapport collaboratif de vérificateurs généraux*. Commissaire à l'environnement et au développement durable du Bureau du vérificateur général du Canada, et les vérificateurs généraux des provinces et territoires. <https://www.oag-bvg.gc.ca/internet/Francais/parl_otp_201803_f_42883.html>
- Burnett, M. E., et Wang, S. Q. (2011). Current sunscreen controversies : A critical review. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*, 27(2), 58-67. <<https://doi.org/10.1111/j.1600-0781.2011.00557.x>>
- Burton, H., Rabito, F., Danielson, L., et Takaro, T. K. (2016). Health effects of flooding in Canada : A 2015 review and description of gaps in research. *Canadian Water Resources Journal = Revue canadienne des ressources hydriques*, 41(12), 238-249. <<https://doi.org/10.1080/07011784.2015.1128854>>
- Bush, E. et Lemmen, D.S., éditeurs. (2019). Rapport sur le climat changeant du Canada. Environnement et Changement climatique Canada. Gouvernement du Canada. <<https://changingclimate.ca/CCC2019/fr/>>
- Bustanza, R. (2020). *COVID-19 : Adaptation des recommandations de santé publique lors de chaleur extrême conformément aux recommandations de distanciation physique*. INSPQ. <<https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/covid/3024-chaleur-extreme-recommandations-distanciation-physique-covid19.pdf>>
- Bustanza, R., Lebe, I. G., Gosselin, P., Bélanger, D., et Chebana, F. (2013). Health impacts of the July 2010 heat wave in Québec, Canada. *BMC Public Health*, 13, 56. <<https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-56>>
- Buters, J. T. M., Antunes, C., Galveias, A., Bergmann, K. C., Thibaudon, M., Galán, C., Schmidt-Weber, C., et Oteros, J. (2018). Pollen and spore monitoring in the world. *Clinical and Translational Allergy*, 8(1), 9. <<https://doi.org/10.1186/s13601-018-0197-8>>
- Cabrera, S. E., Mindell, J. S., Toledo, M., Alvo, M., et Ferro, C. J. (2016). Associations of Blood Pressure With Geographical Latitude, Solar Radiation, and Ambient Temperature : Results From the Chilean Health Survey, 2009–2010. *American Journal of Epidemiology*, 183(11), 1071-1073. <<https://doi.org/10.1093/aje/kww037>>
- Calmels, F., Doré, G., Kong, X., et Roy, L. P. (2016). *Vulnerability of the north Alaska Highway to permafrost thaw : Design options and climate change adaptation*. Whitehorse, YT: Northern Climate Exchange, Yukon Research Centre.
- Cann, K., Thomas, D. R., Salmon, R., Wyn-Jones, A., et Kay, D. (2013). Extreme water-related weather events and waterborne disease. *Epidemiology et Infection*, 141(4), 671-686.
- Canuel, M., Gosselin, P., Duhoux, A., Brunet, A. et Lesage, A. (2019). *Système de surveillance et de prévention des impacts sanitaires des événements météorologiques extrêmes (SUPREME)*. Boîte à outils pour la surveillance post-sinistre des impacts sur la santé mentale. Institut national de santé publique du Québec. Consulté sur le site : <<https://www.inspq.qc.ca/publications/2523>>
- Carnie, T.-L., Berry, H. L., Blinkhorn, S. A., et Hart, C. R. (2011). In their own words : Young people's mental health in drought-affected rural and remote NSW. *Australian Journal of Rural Health*, 19(5), 244-248. <<https://doi.org/10.1111/j.1440-1584.2011.01224.x>>
- Cascio, W. E. (2018). Wildland fire smoke and human health. *Science of the Total Environment*, 624, 586-595. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.086>>
- Cassell, K., Gacek, P., Warren, J. L., Raymond, P. A., Cartter, M., et Weinberger, D. M. (2018). Association Between Sporadic Legionellosis and River Systems in Connecticut. *The Journal of Infectious Diseases*, 217(2), 179-187. <<https://doi.org/10.1093/infdis/jix531>>
- Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. (2017). *Conditions de température-Législation*. Consulté sur le site : <https://www.cchst.ca/oshanswers/phys_agents/temp-legislation.html>
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2020). *COVID-19 and cooling centers*. Consulté sur le site : <<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/php/cooling-center.html>>
- Chae, B.-G., Park, H.-J., Catani, F., Simoni, A., et Berti, M. (2017). Landslide prediction, monitoring and early warning : A concise review of state-of-the-art. *Geosciences Journal*, 21(6), 1033-1070. <<https://doi.org/10.1007/s12303-017-0034-4>>



- Chan, C. B., Ryan, D. A., et Tudor-Locke, C. (2006). Relationship between objective measures of physical activity and weather : A longitudinal study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 3(1), 21. <<https://doi.org/10.1186/1479-5868-3-21>>
- Chapra, S. C., Boehlert, B., Fant, C., Bierman, V. J., Henderson, J., Mills, D., Mas, D. M. L., Rennels, L., Jantarasami, L., Martinich, J., Strzepek, K. M., et Paerl, H. W. (2017). Climate change impacts on harmful algal blooms in US freshwaters : A screening-level assessment. *Environmental Science et Technology*, 51(16), 8933-8943. <<https://doi.org/10.1021/acs.est.7b01498>>
- Charrois, J. W. (2010). Private drinking water supplies : Challenges for public health. *Canadian Medical Association Journal*, 182(10), 1061-1064.
- Chen, H., Wang, J., Li, Q., Yagouti, A., Lavigne, E., Foty, R., Burnett, R. T., Villeneuve, P. J., Cakmak, S., et Copes, R. (2016). Assessment of the effect of cold and hot temperatures on mortality in Ontario, Canada : A population-based study. *CMAJ Open*, 4(1), E48-E58. <<https://doi.org/10.9778/cmajo.20150111>>
- Chen, J., Anderson, K., Pavlovic, R., Moran, M. D., Englefield, P., Thompson, D. K., Munoz-Alpizar, R., Landry, H. (2019). The FireWork v2. 0 air quality forecast system with biomass burning emissions from the Canadian Forest Fire Emissions Prediction System v2.03. *Geoscientific Model Development*, 12(7), 3283-310. <<https://doi.org/10.5194/gmd-12-3283-2019>>
- Cheng, J., Xu, Z., Zhu, R., Wang, X., Jin, L., Song, J., et Su, H. (2014). Impact of diurnal temperature range on human health : A systematic review. *International Journal of Biometeorology*, 58(9), 2011-2024.
- Cherry, N., et Haynes, W. (2017). Effects of the Fort McMurray wildfires on the health of evacuated workers : Follow-up of 2 cohorts. *CMAJ Open*, 5(3), E638-E645. <<https://doi.org/10.9778/cmajo.20170047>>
- Chhetri, B. K., Takaro, T. K., Balshaw, R., Otterstatter, M., Mak, S., Lem, M., Zubel, M., Lysyshyn, M., Clarkson, L., Edwards, J., Fleury, M. D., Henderson, S. B., et Galanis, E. (2017). Associations between extreme precipitation and acute gastrointestinal illness due to cryptosporidiosis and giardiasis in an urban Canadian drinking water system (1997–2009). *Journal of Water and Health*, 15(6), 898-907. <<https://doi.org/10.2166/wh.2017.100>>
- Chouinard, O., Plante, S., et Martin, G. (2008). The community engagement process : A governance approach in adaptation to coastal erosion and flooding in Atlantic Canada. *Canadian Journal of Regional Science*, 31(3), 507-520.
- Chu, A., Han, L., Roifman, I., Lee, D. S., Green, M. E., Jacklin, K., Walker, J., Sutherland, R., Khan, S., Frymire, E. et Tu, J. V. (2019). Trends in cardiovascular care and event rates among First Nations and other people with diabetes in Ontario, Canada, 1996–2015. *CMAJ*, 191(47), E1291-E1298.
- Circé, M., Da Silva, L., Boyer-Villemare, U., Duff, G., Desjarlais, C., et Morneau, F. (2016). *Analyse coûts-avantages des options d'adaptation en zone côtière au Québec*. Ouranos.
- Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux (CIUSSS) du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal. (2017). *Le Directeur de santé publique de Montréal présente les principaux constats de l'enquête réalisée auprès des victimes des inondations*. Consulté sur le site : <<https://santemontreal.qc.ca/population/actualites/nouvelle/le-directeur-de-sante-publique-de-montreal-presente-les-principaux-constats-de-lenquete-sant/>>
- Clark, D. G., Ford, J. D., Berrang-Ford, L., Pearce, T., Kowal, S., et Gough, W. A. (2016a). The role of environmental factors in search and rescue incidents in Nunavut, Canada. *Public Health*, 137, 44-49. <<https://doi.org/10.1016/j.puhe.2016.06.003>>
- Clark, D. G., Ford, J. D., Pearce, T., et Berrang-Ford, L. (2016b). Vulnerability to unintentional injuries associated with land-use activities and search and rescue in Nunavut, Canada. *Social Science et Medicine*, 169, 18-26. <<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2016.09.026>>
- Comité consultatif sur l'itinérance. (2018). *Rapport final du Comité consultatif sur l'itinérance sur la Stratégie des partenariats de lutte contre l'itinérance*. Emploi et Développement social Canada.
- Commission de la santé mentale du Canada (2014). *Portrait des données relatives à la santé mentale au Canada : Contexte, besoins et lacunes*, Calgary (Alberta). Consulté sur le site : <https://www.mentalhealthcommission.ca/wp-content/uploads/drupal/2018-11/Overview_of_Mental_Health_Data_in_Canada_fr.pdf>
- Conlon, K. C., Rajkovich, N. B., White-Newsome, J. L., Larsen, L., et Neill, M. S. O. (2011). Preventing cold-related morbidity and mortality in a changing climate. *Maturitas*, 69(3), 197-202. <<https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2011.04.004>>
- Conservation Ontario. (2010). *Overview of Integrated Watershed Management in Ontario*. Consulté sur le site : <https://conservationontario.ca/fileadmin/pdf/policy-priorities_section/IWM_OverviewIWM_PP.pdf>
- Conway, T., et Scott, J. L. (2020). *Urban Forests in a Changing Climate*. The Greenbelt Foundation. Consulté sur le site : <https://d3n8a8pro7vhm.cloudfront.net/greenbelt/pages/14604/attachments/original/1600457503/UrbanForestsChangingClimate_REPORT_E-ver_REV.pdf?1600457503>
- Correia, A., Azevedo, M., Gondim, F., et Bandeira, F. (2014). Ethnic aspects of vitamin D deficiency. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*, 58(5), 540–544. <<https://doi.org/10.1590/0004-2730000003320>>
- Crnek-Georgeson, K. T., Wilson, L. A., et Page, A. (2017). Factors influencing suicide in older rural males : A review of Australian studies. *Rural et Remote Health*, 17(4), 1-11.



- Croix-Rouge Canadienne (CRC) (2020a). *Interventions majeures au Québec*. Consulté sur le site : <<https://www.croixrouge.ca/dans-votre-collectivite/quebec/interventions-majeures>>
- Croix-Rouge Canadienne (CRC). (2020b). *Alberta- Interventions Majeures*. Consulté sur le site : <<https://www.redcross.ca/in-your-community/alberta/alberta-major-disaster-responses>>.
- Crouse, D. L., Pinault, L., Balram, A., Hystad, P., Peters, P. A., Chen, H., van Donkelaar, A., Martin, R. V., Ménard, R., Robichaud, A., et Villeneuve, P. J. (2017). Urban greenness and mortality in Canada's largest cities : A national cohort study. *The Lancet Planetary Health*, 1(7), e289-e297. <[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30118-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30118-3)>
- Cunsolo Willox, A., Stephenson, E., Allen, J., Bourque, F., Drossos, A., Elgarøy, S., Kral, M. J., Mauro, I., Moses, J., Pearce, T., MacDonald, J. P., et Wexler, L. (2015). Examining relationships between climate change and mental health in the Circumpolar North. *Regional Environmental Change*, 15(1), 169-82.
- Curtis, S., Fair, A., Wistow, J., Val, D. V., et Oven, K. (2017). Impact of extreme weather events and climate change for health and social care systems. *Environmental Health*, 16(1), 128.
- Cusack, L., van Loon, A., Kralik, D., Arbon, P., et Gilbert, S. (2013). Extreme weather-related health needs of people who are homeless. *Australian Journal of Primary Health*, 19(3), 250-255. <<https://doi.org/10.1071/PY12048>>
- Dadlani, C., et Orlow, S. J. (2008). Planning for a brighter future : A review of sun protection and barriers to behavioral change in children and adolescents. *Dermatology Online Journal*, 14(9). <<https://escholarship.org/uc/item/6vs1r0r9>>
- D'Amato, G., Cecchi, L., et Annesi-Maesano, I. (2012). A trans-disciplinary overview of case reports of thunderstorm-related asthma outbreaks and relapse. *European Respiratory Review*, 21(124), 82-87. <<https://doi.org/10.1183/09059180.00001712>>
- Daignault, P., Boivin, M., et Champagne St-Arnaud, V. (2018). Communiquer l'action en changements climatiques au Québec: une étude de segmentation. *Vertigo: la revue électronique en sciences de l'environnement*, 18(3). <<https://www.erudit.org/en/journals/vertigo/1900-v1-n1-vertigo04929/1065313ar/abstract/>>
- Dancause, K. N., Laplante, D. P., Hart, K. J., O'Hara, M. W., Elgbeili, G., Brunet, A., et King, S. (2015). Prenatal stress due to a natural disaster predicts adiposity in childhood : The Iowa Flood Study. *Journal of Obesity*, 2015, 570541-570541. <<https://doi.org/10.1155/2015/570541>>
- Darques, R. (2015). Mediterranean cities under fire. A critical approach to the wildland–urban interface. *Applied Geography*, 59, 10-21.
- Davis, R. E., McGregor, G. R., et Enfield, K. B. (2016). Humidity : A review and primer on atmospheric moisture and human health. *Environmental Research*, 144, 106-116. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.10.014>>
- Dean, J. G., et Stain, H. J. (2010). Mental health impact for adolescents living with prolonged drought. *Australian Journal of Rural Health*, 18(1), 32-37.
- Decent, D. (2018). *The mental and physical human health impacts of residential basement Flooding and associated financial costs : Interviews with households in Southern Ontario, Canada*. UWSpace. Consulté sur le site: <<http://hdl.handle.net/10012/13366>>
- Delic, N. C., Lyons, J. G., Di Girolamo, N., et Halliday, G. M. (2017). Damaging Effects of Ultraviolet Radiation on the Cornea. *Photochemistry and Photobiology*, 93(4), 920-929. <<https://doi.org/10.1111/php.12686>>
- de Munck, C., Pigeon, G., Masson, V., Meunier, F., Bousquet, P., Tréméac, B., Merchat, M., Poeuf, P., et Marchadier, C. (2013). How much can air conditioning increase air temperatures for a city like Paris, France? *International Journal of Climatology*, 33(1), 210-227. <<https://doi.org/10.1002/joc.3415>>
- Derksen, C., D. Burgess, C. Duguay, S. Howell, L. Mudryk, S. Smith, C. Thackeray et M. Kirchmeier-Young. « Évolution de la neige, de la glace et du pergélisol à l'échelle du Canada », chapitre 5 du Rapport sur le climat changeant du Canada, E. Bush et D.S. Lemmen (éd.), gouvernement du Canada, Ottawa(Ontario), 2019, p. 195-260.
- Diaz, H., Hurlbert, M., et Warren, J. (2016). *Vulnerability and adaptation to drought : The Canadian Prairies and South America*. University of Calgary.
- Dix-Cooper, L., Johnston, F., Hasselback, P., et Rideout, K. (2014). *Evidence review : Reducing time outdoors during wildfire smoke events : Advice to stay indoors, advice to reduce outdoor physical activity and cancelling*. BC Centre for Disease Control.
- Dixon, S. J., Sear, D. A., Odoni, N. A., Sykes, T., et Lane, S. N. (2016). The effects of river restoration on catchment scale flood risk and flood hydrology. *Earth Surface Processes and Landforms*, 41(7), 997-1008. <<https://doi.org/10.1002/esp.3919>>
- Dodd, W., Howard, C., Rose, C., Scott, C., Scott, P., Cunsolo, A., et Orbinski, J. (2018a). The summer of smoke : Ecosocial and health impacts of a record wildfire season in the Northwest Territories, Canada. *The Lancet Global Health*, 6, S30. <[https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30159-1](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30159-1)>
- Dodd, W., Scott, P., Howard, C., Scott, C., Rose, C., Cunsolo, A., et Orbinski, J. (2018b). Lived experience of a record wildfire season in the Northwest Territories, Canada. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne de Sante Publique*, 109(3), 327–337. <<https://doi.org/10.17269/s41997-018-0070-5>>
- Doede, A., et Davis, R. (2018). Use of airborne PM10 concentrations at air quality monitoring sites in Imperial County, California, as an indication of geographical influences on lung health during drought periods : A time-series analysis. *The Lancet Planetary Health*, 2, S10.



- Doré, G., Niu, F., et Brooks, H. (2016). Adaptation methods for transportation infrastructure built on degrading permafrost. *Permafrost and Periglacial Processes*, 27(4), 352-364. <<https://doi.org/10.1002/ppp.1919>>
- Doyon, B., Bélanger, D., et Gosselin, P. (2006). Effets du climat sur la mortalité au Québec méridional de 1981 à 1999 et simulations pour des scénarios climatiques futures. Institut national de santé publique Québec.
- Doyon, B., Belanger, D., et Gosselin, P. (2008). The potential impact of climate change on annual and seasonal mortality for three cities in Quebec, Canada. *International Journal of Health Geographics*, 7, 23. <<https://doi.org/10.1186/1476-072X-7-23>>
- Drejza, S., Friesinger, S., et Bernatchez, P. (2015). *Vulnérabilité des infrastructures routières de l'Est du Québec à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques : Développement d'une approche et d'un indice pour quantifier la vulnérabilité des infrastructures routières à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques sur 9 sites témoins*. Volume III. Projet X008.1. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski.
- Du, W., FitzGerald, G. J., Clark, M., et Hou, X.-Y. (2010). Health impacts of floods. *Prehospital and Disaster Medicine*, 25(3), 265-272. <<https://doi.org/10.1017/S1049023X00008141>>
- Duchesne, A., Liu, A., Jones, S. L., Laplante, D. P., et King, S. (2017). Childhood body mass index at 5.5 years mediates the effect of prenatal maternal stress on daughters' age at menarche : Project Ice Storm. *Journal of Developmental Origins of Health and Disease*, 8(2), 168-177. <<https://doi.org/10.1017/S2040174416000726>>
- Durkalec, A., Furgal, C., Skinner, M. W., et Sheldon, T. (2014). Investigating Environmental Determinants of Injury and Trauma in the Canadian North. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(2), 1536-1548. <<https://doi.org/10.3390/ijerph110201536>>
- Durkalec, A., Furgal, C., Skinner, M. W., et Sheldon, T. (2015). Climate change influences on environment as a determinant of Indigenous health : Relationships to place, sea ice, and health in an Inuit community. *Social Science and Medicine*, 136, 17-26. <<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2015.04.026>>
- Dykman, K. R. J. (2013). *Integrated watershed management planning in Manitoba : A platform for social learning* [Master's Thesis, University of Manitoba]. University of Manitoba. Consulté sur le site : <https://mspace.lib.umanitoba.ca/bitstream/handle/1993/23231/dykman_kate.pdf?sequence=1&etisAllowed=y>
- Edwards, B., Gray, M., et Hunter, B. (2015). The impact of drought on mental health in rural and regional Australia. *Social Indicators Research*, 121(1), 177-194.
- Enright, N. J., et Fontaine, J. B. (2014). Climate change and the management of fire-prone vegetation in southwest and southeast Australia. *Geographical Research*, 52(1), 34-44. <<https://doi.org/10.1111/1745-5871.12026>>
- Environnement et changement climatique Canada. (2019a). Cote air santé. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/cote-air-sante.html>>
- Environnement et changement climatique Canada. (2019b). *Système de prévision de la fumée des feux de forêt pour le Canada (FireWork)*. Consulté sur le site : <<https://meteo.gc.ca/firework/>>
- Fann, N., Alman, B., Broome, R. A., Morgan, G. G., Johnston, F. H., Pouliot, G., et Rappold, A. G. (2018). The health impacts and economic value of wildland fire episodes in the U.S. : 2008–2012. *The Science of the Total Environment*, 610611, 802-809. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.024>>
- Farrugia, S., Hudson, M. D., et McCulloch, L. (2013). An evaluation of flood control and urban cooling ecosystem services delivered by urban green infrastructure. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services et Management*, 9(2), 136-145. <<https://doi.org/10.1080/21513732.2013.782342>>
- Fartasch, M., Diepgen, T. L., Schmitt, J., et Drexler, H. (2012). The relationship between occupational sun exposure and non-melanoma skin cancer : Clinical basics, epidemiology, occupational disease evaluation, and prevention. *Deutsches Ärzteblatt International*, 109(43), 715.
- Febriani, Y., Levallois, P., Gingras, S., Gosselin, P., Majowicz, S. E., et Fleury, M. D. (2010). The association between farming activities, precipitation, and the risk of acute gastrointestinal illness in rural municipalities of Quebec, Canada : A cross-sectional study. *BMC Public Health*, 10(1), 48. <<https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-48>>
- Felix, E., Afifi, T., Kia-Keating, M., Brown, L., Afifi, W., et Reyes, G. (2015). Family functioning and posttraumatic growth among parents and youth following wildfire disasters. *American Journal of Orthopsychiatry*, 85(2), 191.
- Fernandes, P. M. (2013). Fire-smart management of forest landscapes in the Mediterranean basin under global change. *Landscape and Urban Planning*, 110, 175-182. <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.10.014>>
- Fernandez, A., Black, J., Jones, M., Wilson, L., Salvador-Carulla, L., Astell-Burt, T., et Black, D. (2015). Flooding and mental health : A systematic mapping review. *PLOS ONE*, 10(4), e0119929. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119929>>
- Findlay, L. C., Arim, R., et Kohen, D. (2020). Understanding the perceived mental health of Canadians during the COVTD-19 pandemic. *Health reports*, 31(4), 22-27. (disponible en français également)



- Finlay, S. E., Moffat, A., Gazzard, R., Baker, D., et Murray, V. (2012). Health impacts of wildfires. *PLoS Currents*, 4, e4f959951cce2c. <<https://doi.org/10.1371/4f959951cce2c>>
- Fioletov, V., Kerr, J. B., et Fergusson, A. (2010). The UV Index : Definition, distribution and factors affecting it. *Canadian Journal of Public Health*, 101(4), 15-19. <<https://doi.org/10.1007/BF03405303>>
- First, J. M., First, N. L., et Houston, J. B. (2017). Intimate partner violence and disasters : A framework for empowering women experiencing violence in disaster settings. *Affilia*, 32(3), 390-403.
- First Nations Information Governance Centre. (2018). *National report of the First Nations Regional Health Survey. Phase 3: Volume One*. Ottawa, ON. Consulté sur le site: <<https://fnigc.ca/wp-content/uploads/2020/09/713c8fd606a8eeb021debc927332938d-FNIGC-RHS-Phase-III-Report1-FINAL-VERSION-Dec.2018.pdf>>
- Fisk, W. J. (2015). Review of some effects of climate change on indoor environmental quality and health and associated no-regrets mitigation measures. *Building and Environment*, 86, 70-80. <<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.12.024>>
- Flannigan, M. D., Krawchuk, M. A., Groot, W. J. de, Wotton, B. M., et Gowman, L. M. (2009). Implications of changing climate for global wildland fire. *International Journal of Wildland Fire*, 18(5), 483-507. <<https://doi.org/10.1071/WF08187>>
- Flannigan, M. D., Logan, K. A., Amiro, B. D., Skinner, W. R., et Stocks, B. J. (2005). Future area burned in Canada. *Climatic Change*, 72(1), 116. <<https://doi.org/10.1007/s10584-005-5935-y>>
- Flannigan, M. D., Wotton, B. M., Marshall, G. A., de Groot, W. J., Johnston, J., Jurko, N., et Cantin, A. S. (2016). Fuel moisture sensitivity to temperature and precipitation : Climate change implications. *Climatic Change*, 134(1), 59-71. <<https://doi.org/10.1007/s10584-015-1521-0>>
- Flynn, M., Ford, J. D., Labbé, J., Schrott, L., et Tagalik, S. (2018). Evaluating the effectiveness of hazard mapping as climate change adaptation for community planning in degrading permafrost terrain. *Sustainability Science*, 14(4), 1041-1056. <<https://doi.org/10.1007/s11625-018-0614-x>>
- Ford, B., Val Martin, M., Zelasky, S., Fischer, E., Anenberg, S., Heald, C., et Pierce, J. (2018). Future fire impacts on smoke concentrations, visibility, and health in the contiguous United States. *GeoHealth*, 2(8), 229-247.
- Ford, J. D., Willox, A. C., Chatwood, S., Furgal, C., Harper, S., Mauro, I., et Pearce, T. (2014). Adapting to the Effects of Climate Change on Inuit Health. *American Journal of Public Health*, 104(S3), e9-e17. <<https://doi.org/10.2105/AJPH.2013.301724>>
- Fortier, C. (2013). *Impact des changements climatiques sur les débordements des réseaux d'égouts unitaires*. Institut national de la recherche scientifique.
- Fortune, M., Mustard, C., et Brown, P. (2014). The use of Bayesian inference to inform the surveillance of temperature-related occupational morbidity in Ontario, Canada, 2004-2010. *Environmental Research*, 132, 449-456. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.04.022>>
- Freeman, S., et Eykelbosh, A. (2020). *La COVID-19 et la sécurité à l'extérieur : considérations sur l'utilisation des espaces récréatifs extérieurs*. Centre de collaboration nationale en santé environnementale. Consulté sur le site : <<https://ccnse.ca/documents/guide/la-covid-19-et-la-securite-lexterieur-considerations-sur-lutilisation-des-espaces>>
- Freedman, D. M., Kitahara, C. M., Linet, M. S., Alexander, B. H., Neta, G., Little, M. P., et Cahoon, E. K. (2015). Ambient temperature and risk of first primary basal cell carcinoma : A nationwide United States cohort study. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 148, 284-289. <<https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2015.04.025>>
- French, C. E., Waite, T. D., Armstrong, B., Rubin, G. J., Group, E. N. S. of F. and H. S., Beck, C. R., et Oliver, I. (2019). Impact of repeat flooding on mental health and health-related quality of life : A cross-sectional analysis of the English National Study of Flooding and Health. *BMJ Open*, 9(11). <<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-031562>>
- Friel, S., Berry, H., Dinh, H., O'Brien, L., et Walls, H. L. (2014). The impact of drought on the association between food security and mental health in a nationally representative Australian sample. *BMC Public Health*, 14(1), 11-02.
- Fulton, A. E., et Drolet, J. (2018). Responding to disaster-related loss and grief : Recovering from the 2013 flood in Southern Alberta, Canada. *Journal of Loss et Trauma*, 23(2), 140-158. <<https://doi.org/10.1080/15325024.2018.1423873>>
- Funari, E., Manganello, M., et Sinisi, L. (2012). Impact of climate change on waterborne diseases. *Annali dell'Istituto superiore di sanita*, 48, 473-487.
- Furr, J. M., Corner, J. S., Edmunds, J. M., et Kendall, P. C. (2010). Disasters and youth : A meta-analytic examination of posttraumatic stress. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 78(6), 765-780. <<https://doi.org/10.1037/a0021482>>
- Gabbe, B. J., Veitch, W., Curtis, K., Martin, K., Gomez, D., Civil, I., ... et Fitzgerald, M. (2020). Survey of major trauma centre preparedness for mass casualty incidents in Australia, Canada, England and New Zealand. *EClinicalMedicine*, 21, 100-322. <<https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100322>>
- Gabriel, K. M., et Endlicher, W. R. (2011). Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany. *Environmental Pollution*, 159(89), 2044-2050.

- Gachon, P., Bussières, L., Gosselin, P., Raphoz, M., Bustinza, R., Martin, P., Dueymes, G., Gosselin, D., Labrecque, S., Jeffers, S., et Yagouti, A. (2016). *Guide pour l'identification des seuils d'alertes aux canicules au Canada bas es sur les données probantes*. Université du Québec   Montréal, Environnement et changement climatique Canada, Institut National de Santé Publique du Québec, et Santé Canada. Consulté sur le site : <https://archipel.uqam.ca/9080/1/Gachon_et_al_2016_Guide_Canicule_FR.pdf>
- Gagnon, D., Romero, S. A., Cramer, M. N., Jay, O., et Crandall, C. G. (2016). Cardiac and thermal strain of elderly adults exposed to extreme heat and humidity with and without electric fan use. *JAMA*, 316(9), 989-991. <<https://doi.org/10.1001/jama.2016.10550>>
- Gamble, J. L., Hurley, B. J., Schultz, P. A., Jaglom, W. S., Krishnan, N., et Harris, M. (2013). Climate change and older Americans : State of the science. *Environmental Health Perspectives*, 121(1), 15.
- Garcia, D. M., et Sheehan, M. C. (2016). Extreme weather-driven disasters and children's health. *International Journal of Health Services*, 46(1), 79-105. doi :10.1177/0020731415625254
- Garde-Rivière des Outaouais (2020). *Surverses d'égouts unitaires*. Consulté sur le site : <<https://garderivieredesoutaouais.ca/ce-que-nous-faisons/initiatives/etude-et-surveillance-de-la-sante-du-bassin-versant/surverses-degouts-unitaires/>>
- Gariano, S. L., et Guzzetti, F. (2016). Landslides in a changing climate. *Earth-Science Reviews*, 162, 227-252. <<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.08.011>>
- Gaskin, C. J., Taylor, D., Kinnear, S., Mann, J., Hillman, W., et Moran, M. (2017). Factors associated with the climate change vulnerability and the adaptive capacity of people with disability : A systematic review. *Weather, Climate, and Society*, 9(4), 801-814.
- Gasparrini, A., Guo, Y., Hashizume, M., Lavigne, E., Zanobetti, A., Schwartz, J., Tobias, A., Tong, S., Rocklöv, J., Forsberg, B., Leone, M., De Sario, M., Bell, M. L., Guo, Y.-L. L., Wu, C., Kan, H., Yi, S.-M., de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho, M., Saldiva, P. H. N., ... Armstrong, B. (2015). Mortality risk attributable to high and low ambient temperature : A multicountry observational study. *The Lancet*, 386(9991), 369-375. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62114-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62114-0)>
- Gasparrini, A., Guo, Y., Sera, F., Vicedo-Cabrera, A. M., Huber, V., Tong, S., de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho, M., Nascimento Saldiva, P. H., Lavigne, E., Matus Correa, P., Valdes Ortega, N., Kan, H., Osorio, S., Kysel y, J., Urban, A., Jaakkola, J. J. K., Ryt , N. R. I., Pascal, M., Goodman, P. G., ... Armstrong, B. (2017). Projections of temperature-related excess mortality under climate change scenarios. *The Lancet Planetary Health*, 1(9), e360-e367. <[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30156-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30156-0)>
- Geertsema, M. (2013). Quick clay landslides, landscape evolution, and climate change : A perspective from British Columbia. In C. Margottini, P. Canuti, et K. Sassa (Eds.), *Landslide Science and Practice : Volume 4 : Global Environmental Change* (p. 115-120). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-31337-0_15>
- Georgakakos, A., Yao, H., Kistenmacher, M., Georgakakos, K., Graham, N., Cheng, F.-Y., Spencer, C., et Shamir, E. (2012). Value of adaptive water resources management in Northern California under climatic variability and change : Reservoir management. *Journal of Hydrology*, 412, 34-46.
- Germain, D. (2016). Snow avalanche hazard assessment and risk management in northern Quebec, eastern Canada. *Natural Hazards*, 80(2), 13031321. <<https://doi.org/10.1007/s11069-015-2024-z>>
- Germain, D., Fillion, L., et H tu, B. (2009). Snow avalanche regime and climatic conditions in the Chic-Choc Range, eastern Canada. *Climatic Change*, 92(1), 141-167. <<https://doi.org/10.1007/s10584-008-9439-4>>
- Ghazani, M., FitzGerald, G., Hu, W., et Xu, Z. (2018). Temperature variability and gastrointestinal infections : A review of impacts and future perspectives. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(4), 766. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15040766>>
- Giguère, M. (2012). *Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains*. Institut national de santé publique du Québec. Consulté sur le site : <<https://www.inspq.qc.ca/publications/988>>
- Gill, R. S., Hambridge, H. L., Schneider, E. B., Hanff, T., Tamargo, R. J., et Nyquist, P. (2013). Falling temperature and colder weather are associated with an increased risk of aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *World Neurosurgery*, 79(1), 136-142.
- Gillett, N. P., Weaver, A. J., Zwiers, F. W., et Flannigan, M. D. (2004). Detecting the effect of climate change on Canadian forest fires. *Geophysical Research Letters*, 31(18). <<https://doi.org/10.1029/2004GL020876>>
- Goldberg, M. S., Gasparrini, A., Armstrong, B., et Valois, M.-F. (2011). The short-term influence of temperature on daily mortality in the temperate climate of Montreal, Canada. *Environmental research*, 111(6), 853-860.
- Goldman, A., Eggen, B., Golding, B., et Murray, V. (2014). The health impacts of windstorms : A systematic literature review. *Public health*, 128(1), 3-28.
- Gomez, D., Haas, B., Ahmed, N., Tien, H., et Nathens, A. (2011). Disaster preparedness of Canadian trauma centres: the perspective of medical directors of trauma. *Canadian Journal of Surgery*, 54(1), 9.

- Gorman, S., Lucas, R. M., Allen-Hall, A., Fleury, N., et Feelisch, M. (2017). Ultraviolet radiation, vitamin D and the development of obesity, metabolic syndrome and type-2 diabetes. *Photochemical et Photobiological Sciences*, 16(3), 362-373. <<https://doi.org/10.1039/c6pp00274a>>
- Gorman, S., McGlade, J. P., Lambert, M. J., Strickland, D. H., Thomas, J. A., et Hart, P. H. (2010). UV exposure and protection against allergic airways disease. *Photochemical et Photobiological Sciences*, 9(4), 571-577.
- Gosling, S. N., Hondula, D. M., Bunker, A., Ibarreta, D., Liu, J., Zhang, X., et Sauerborn, R. (2017). Adaptation to climate change: a comparative analysis of modeling methods for heat-related mortality. *Environmental health perspectives*, 125(8), 087-008.
- Gouvernement du Canada. (2019a). *Prévention Inondation*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/campagne/prevention-inondation.html>>
- Gouvernement du Canada (2019b). *Conditions météorologiques dangereuses*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/services/environnement/meteo/conditionsdangereuses.html>>
- Gouvernement du Canada. (2020). *Infobase de la santé publique*. Consulté sur le site : <<https://sante-infobase.canada.ca/>>
- Government of Nunavut. (2012). *Changing times: Climate change impacts and adaptation in Nunavut*. Iqaluit, NU. Consulté sur le site : <http://www.climatechangenunavut.ca/sites/default/files/summer_2012_newsletter.pdf>
- Graham, D. A., Vanos, J. K., Kenny, N. A., et Brown, R. D. (2016). The relationship between neighbourhood tree canopy cover and heat-related ambulance calls during extreme heat events in Toronto, Canada. *Urban Forestry et Urban Greening*, 20, 180-186. <<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.08.005>>
- Graham, H., White, P., Cotton, J., et McManus, S. (2019). Flood and weather-damaged homes and mental health : An analysis using England's mental health survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(18), 32-56. <<https://doi.org/10.3390/ijerph16183256>>
- Greenan, B.J.W., T.S. James, J.W. Loder, P. Pépin, K. Azetsu-Scott, D. Ianson, R.C. Hamme, D. Gilbert, J-E. Tremblay, X.L. Wang et W. Perrie. « Changements touchant les océans qui bordent le Canada », chapitre 7 dans Rapport sur le climat changeant du Canada, E. Bush et D.S. Lemmen (éd.), gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario), 2019, p. 344-425
- Greene, C. S., Robinson, P. J., et Millward, A. A. (2018). Canopy of advantage: Who benefits most from city trees? *Journal of Environmental Management*, 208(15), 24-35. <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.12.015>>
- Greene, G., Paranjothy, S., et Palmer, S. R. (2015). Resilience and vulnerability to the psychological harm from flooding : The role of social cohesion. *American Journal of Public Health*, 105(9), 1792-1795. <<https://doi.org/10.2105/AJPH.2015.302709>>
- Gronlund, C. J. (2014). Racial and socioeconomic disparities in heat-related health effects and their mechanisms : A review. *Current Epidemiology Reports*, 1(3), 165-173. <<https://doi.org/10.1007/s40471-014-0014-4>>
- Guiney, R. (2012). Farming suicides during the Victorian drought : 2001-2007. *Australian journal of rural health*, 20(1), 11-15.
- Gunn, K. M., Kettler, L. J., Skaczkowski, G. L., et Turnbull, D. A. (2012). Farmers' stress and coping in a time of drought. *Rural et Remote Health*, 12(4).
- Guo, Y., Gasparrini, A., Li, S., Sera, F., Vicedo-Cabrera, A. M., Coelho, M. de S. Z. S., Saldiva, P. H. N., Lavigne, E., Tawatsupa, B., et Punnasiri, K. (2018). Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios : A multicountry time series modelling study. *PLoS Medicine*, 15(7), e1002629.
- Gupta, S., Carmichael, C., Simpson, C., Clarke, M. J., Allen, C., Gao, Y., Chan, E. Y., et Murray, V. (2012). Electric fans for reducing adverse health impacts in heatwaves. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2012(7), CD009888. <<https://doi.org/10.1002/14651858.CD009888.pub2>>
- Guyadeen, D., Thistlethwaite, J., et Henstra, D. (2019). Evaluating the quality of municipal climate change plans in Canada. *Climatic Change*, 152(1), 121-143. <<https://doi.org/10.1007/s10584-018-2312-1>>
- Haider, A., Mamdani, M., et Shear, N. H. (2007). Socioeconomic status and the prevalence of melanoma in Ontario, Canada. *Journal of Cutaneous Medicine and Surgery*, 11(1), 1-3. <<https://doi.org/10.2310/7750.2007.00001>>
- Hajat, S. (2017). Health effects of milder winters : A review of evidence from the United Kingdom. *Environmental Health*, 16(1), 109.
- Hajat, S., Haines, A., Sarran, C., Sharma, A., Bates, C., et Fleming, L. E. (2017). The effect of ambient temperature on type-2 diabetes: case-crossover analysis of 4+ million GP consultations across England. *Environmental Health : A Global Access Science Source*, 16(1), 73. <<https://doi.org/10.1186/s12940-017-0284-7>>
- Halliday, G. M., et Byrne, S. N. (2014). An unexpected role : UVA-induced release of nitric oxide from skin may have unexpected health benefits. *Journal of Investigative Dermatology*, 134(7), 1791-1794. <<https://doi.org/10.1038/jid.2014.33>>
- Hambly, D., Andrey, J., Mills, B., et Fletcher, C. (2013). Projected implications of climate change for road safety in Greater Vancouver, Canada. *Climatic Change*, 116(34), 613-629. <<https://doi.org/10.1007/s10584-012-0499-0>>
- Hanes, C. C., Wang, X., Jain, P., Parisien, M.-A., Little, J. M., et Flannigan, M. D. (2019). Fire-regime changes in Canada over the last half century. *Canadian Journal of Forest Research*, 49(3), 256-269. <<https://doi.org/10.1139/cjfr-2018-0293>>



- Hanigan, I. C., Butler, C. D., Kocic, P. N., et Hutchinson, M. F. (2012). Suicide and drought in New South Wales, Australia, 1970–2007. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(35), 13950-13955. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1112965109>>
- Harrison, F., van Sluijs, E. M., Corder, K., Ekelund, U., et Jones, A. (2015). The changing relationship between rainfall and children's physical activity in spring and summer: a longitudinal study. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12, 41. <<https://doi.org/10.1186/s12966-015-0202-8>>
- Hart, C. R., Berry, H. L., et Tonna, A. M. (2011). Improving the mental health of rural New South Wales communities facing drought and other adversities. *Australian Journal of Rural Health*, 19(5), 231-238. <<https://doi.org/10.1111/j.1440-1584.2011.01225.x>>
- Hart, P. H., et Norval, M. (2018). Ultraviolet radiation-induced immunosuppression and its relevance for skin carcinogenesis. *Photochemical et Photobiological Sciences*, 17(12), 1872-1884. doi: 10.1039/C7PP00312A
- Hattis, D., Ogneva-Himmelberger, Y., et Ratick, S. (2012). The spatial variability of heat-related mortality in Massachusetts. *Applied Geography*, 33, 45-52. <<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.07.008>>
- He, S., Kosatsky, T., Smargiassi, A., Bilodeau-Bertrand, M., et Auger, N. (2018). Heat and pregnancy-related emergencies : Risk of placental abruption during hot weather. *Environment International*, 111, 295-300. <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.11.004>>
- Hedlund, C., Blomstedt, Y., et Schumann, B. (2014). Association of climatic factors with infectious diseases in the Arctic and subarctic region—A systematic review. *Global Health Action*, 7, 1-16. <<https://doi.org/10.3402/gha.v7.24161>>
- Henderson, S. B., Brauer, M., MacNab, Y. C., et Kennedy, S. M. (2011). Three measures of forest fire smoke exposure and their associations with respiratory and cardiovascular health outcomes in a population-based cohort. *Environmental Health Perspectives*, 119(9), 1266-1271.
- Henderson, S. B., et Johnston, F. H. (2012). Measures of forest fire smoke exposure and their associations with respiratory health outcomes. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 12(3), 221-227.
- Henderson, S. B., Wan, V., et Kosatsky, T. (2013). Differences in heat-related mortality across four ecological regions with diverse urban, rural, and remote populations in British Columbia, Canada. *Health et Place*, 23, 48-53.
- Henstra, D., et Thistlethwaite, J. (2018). *Flood risk mapping in Canada : Moving forward on a national priority*. Centre for International Governance Innovation. Consulté sur le site : <<https://www.cigionline.org/publications/flood-risk-mapping-canada-moving-forward-national-priority/>>
- Herrador, B. R. G., De Blasio, B. F., MacDonald, E., Nichols, G., Sudre, B., Vold, L., Semenza, J. C., et Nygård, K. (2015). Analytical studies assessing the association between extreme precipitation or temperature and drinking water-related waterborne infections : A review. *Environmental Health*, 14(1), 29.
- Hetherington, E., McDonald, S., Wu, M., et Tough, S. (2018). Risk and protective factors for mental health and community cohesion after the 2013 Calgary flood. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 12(4), 470-477. <<https://doi.org/10.1017/dmp.2017.91>>
- Hetu, B., Fortin, G., et Brown, K. (2015). Winter climate, land settlement and avalanche dynamics in southern Quebec : An analysis from the known accidents since 1825. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 52(5), 307-321. <<https://doi.org/10.1139/cjes-2014-0205>>
- Hicks, L. A., Rose, C. E., Fields, B. S., Drees, M. L., Engel, J. P., Jenkins, P. R., Rouse, B. S., Blythe, D., Khalifah, A. P., Feikin, D. R., et Whitney, C. G. (2007). Increased rainfall is associated with increased risk for legionellosis. *Epidemiology et Infection*, 135(5), 811-817. <<https://doi.org/10.1017/S0950268806007552>>
- Ho, H. C., Knudby, A., Xu, Y., Hodul, M., et Aminipouri, M. (2016). A comparison of urban heat islands mapped using skin temperature, air temperature, and apparent temperature (Humidex), for the greater Vancouver area. *The Science of the Total Environment*, 544, 929-938.
- Holman, D. M., Kapelos, G. T., Shoemaker, M., et Watson, M. (2018). Shade as an environmental design tool for skin cancer prevention. *American Journal of Public Health*, 108(12), 1607-1612. <<https://doi.org/10.2105/AJPH.2018.304700>>
- Holmer, I. (2009). Evaluation of cold workplaces : An overview of standards for assessment of cold stress. *Industrial Health*, 47(3), 228-234.
- Holmes, E. A., Xiang, F., et Lucas, R. M. (2015). Variation in incidence of pediatric Crohn's disease in relation to latitude and ambient ultraviolet radiation : A systematic review and analysis. *Inflammatory Bowel Diseases*, 21(4), 809-817. <<https://doi.org/10.1097/MIB.0000000000000320>>
- Houghton, A., et Castillo-Salgado, C. (2017). Health Co-Benefits of Green Building Design Strategies and Community Resilience to Urban Flooding: A Systematic Review of the Evidence. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(12), 15-19. <<https://doi.org/10.3390/ijerph14121519>>
- Howden-Chapman, P., Viggers, H., Chapman, R., O'Sullivan, K., Telfar Barnard, L., et Lloyd, B. (2012). Tackling cold housing and fuel poverty in New Zealand : A review of policies, research, and health impacts. *Energy Policy*, 49, 134-142. <<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.09.044>>

- Hsu, A., Sheriff, G., Chakraborty, T., et Manya, D. (2021). Disproportionate exposure to urban heat island intensity across major US cities. *Nature Communications*, 12(1), 1-11.
- Hu, X. F., Singh, K., Kenny, T. A., et Chan, H. M. (2019). Prevalence of heart attack and stroke and associated risk factors among Inuit in Canada: A comparison with the general Canadian population. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 222(2), 319-326.
- Huang, C., Barnett, A. G., Wang, X., Vaneckova, P., FitzGerald, G., et Tong, S. (2011). Projecting future heat-related mortality under climate change scenarios : A systematic review. *Environmental Health Perspectives*, 119(12), 1681-1690. <<https://doi.org/10.1289/ehp.1103456>>
- Hung, L.-S., Wang, C., et Yarnal, B. (2016). Vulnerability of families and households to natural hazards : A case study of storm surge flooding in Sarasota County, Florida. *Applied Geography*, 76, 184-197. <<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.09.021>>
- Hurlbert, M., et Gupta, J. (2016). Adaptive governance, uncertainty, and risk : Policy framing and responses to climate change, drought, and flood. *Risk Analysis*, 36(2), 339-356.
- Huynen, M. M., et Martens, P. (2015). Climate change effects on heat-and cold-related mortality in the Netherlands : A scenario-based integrated environmental health impact assessment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(10), 13295-13320.
- Hydro-Québec. (n.d.). *L'après 1998 : Un réseau plus robuste*. Consulté sur le site : <<http://www.hydroquebec.com/verglas-1998/apres-la-tempete.html>>
- International Agency for Research on Cancer. (1992). *Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: Solar and ultraviolet radiation*. Lyon, France. Consulté sur le site : <<https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Solar-And-Ultraviolet-Radiation-1992>>
- Institut Canadien d'information sur la santé (ICIS). (2007). *Améliorer la santé des Canadiens: Santé mentale et itinérance*. Ottawa (Ontario). Consulté sur le site : <https://cpa.ca/cpasite/UserFiles/Documents/Practice_Page/mental_health/homelessness_fr.pdf>
- Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). (2020a). *Mesures de prévention et contrôle des infections pour l'utilisation des climatiseurs mobiles et des ventilateurs sur pied en milieu de soins dans un contexte de COVID-19*. Consulté sur le site : <<https://www.inspq.qc.ca/publications/3011-climatiseurs-mobiles-ventilateurs-milieu-soin-covid19>>
- Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). (2020b). *COVID-19 : Climatiseur et ventilation portative en milieu de travail*. Groupe de travail SAT-COVID-19. Consulté sur le site : <<https://www.inspq.qc.ca/publications/3021-ventilation-portative-travail-covid19>>
- Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). (2020c). *Utilisation des climatiseurs et des ventilateurs électriques dans les milieux scolaires, les milieux de garde et les camps de jour lors des vagues de chaleur dans un contexte de COVID-19*. Consulté sur le site : <<https://www.inspq.qc.ca/publications/3034-climatiseurs-ventilateurs-milieu-scolaires-garde-camps-jour-covid19>>
- Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). (2020d). *COVID-19 : utilisation sécuritaire des parcs et espaces verts urbains en contexte de déconfinement graduel*. Consulté sur le site : <<https://www.inspq.qc.ca/publications/3043-utilisation-parcs-espaces-verts-covid19>>
- Institut de prévention des sinistres catastrophiques. (2012a). *Protéger votre maison contre les grands vents*. Consulté sur le site : <https://issuu.com/iclr/docs/iclr_-_severe_wind_-_french_final>
- Institut de prévention des sinistres catastrophiques. (2012b). *Protégez votre maison contre les tempêtes de neige et de verglas*. Consulté sur le site : <https://www.iclr.org/wp-content/uploads/PDFS/ICLR_Snow-and-ice-storms_F_2018.pdf>
- Ivanov, I. V., Mappes, T., Schaupp, P., Lappe, C., et Wahl, S. (2018). Ultraviolet radiation oxidative stress affects eye health. *Journal of Biophotonics*, 11(7), e201700377. <<https://doi.org/10.1002/jbio.201700377>>
- Jablonski, N. G., et Chaplin, G. (2012). Human skin pigmentation, migration and disease susceptibility. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 367(1590), 785-792.
- Jakob, M., et Lambert, S. (2009). Climate change effects on landslides along the southwest coast of British Columbia. *Geomorphology*, 107(3), 275-284. <<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.12.009>>
- Jalliffier-Verne, I., Leconte, R., Huaranga-Alvarez, U., Heniche, M., Madoux-Humery, A.-S., Autixier, L., Galarneau, M., Servais, P., Prevost, M., et Dorner, S. (2017). Modelling the impacts of global change on concentrations of *Escherichia coli* in an urban river. *Advances in Water Resources*, 108, 450-460. <<https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2016.10.001>>
- Jamieson, J. B., Haegeli, P. et Gauthier, D. (2010). *Avalanche Accidents in Canada (Volume 5, 1996-2007)*. Canadian Avalanche Association. Consulté sur le site : <www.avalancheassociation.ca>
- Janz, T., et Pearson, C. (2013). *Niveaux de vitamine D dans le sang des Canadiens*. Statistique Canada. Consulté sur le site : <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/82-624-x/2013001/article/11727-fra.htm>>



- Jay, O., Cramer, M. N., Ravanelli, N. M., et Hodder, S. G. (2015). Should electric fans be used during a heat wave? *Applied ergonomics*, 46, 137-143.
- Jeong, D. I., Sushama, L., Diro, G. T., Khaliq, M. N., Beltrami, H., et Caya, D. (2016). Projected changes to high temperature events for Canada based on a regional climate model ensemble. *Climate Dynamics*, 46(910), 3163-3180.
- Jermacane, D., Waite, T. D., Beck, C. R., Bone, A., Amlôt, R., Reacher, M., Kovats, S., Armstrong, B., Leonardi, G., James Rubin, G., et Oliver, I. (2018). The English National Cohort Study of Flooding and Health : The change in the prevalence of psychological morbidity at year two. *BMC Public Health*, 18(1), 330. <<https://doi.org/10.1186/s12889-018-5236-9>>
- Jerrett, M., Arain, A., Kanaroglou, P., Beckerman, B., Potoglou, D., Sahuvaroglu, T., Morrison, J., et Giovis, C. (2005). A review and evaluation of intraurban air pollution exposure models. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 15(2), 185-204. <<https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500388>>
- Johal, S., et Mounsey, Z. (2016). A research-based primer on the potential psychosocial impacts of flooding. *Disaster Prevention and Management*, 25(1), 104-110. <<https://doi.org/10.1108/DPM-09-2015-0206>>
- Johanning, E., Auger, P., Morey, P. R., Yang, C. S., et Olmsted, E. (2014). Review of health hazards and prevention measures for response and recovery workers and volunteers after natural disasters, flooding, and water damage : Mold and dampness. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 19(2), 93-99. <<https://doi.org/10.1007/s12199-013-0368-0>>
- Johnson-Arbor, K. K., Quental, A. S., et Li, D. (2014). A comparison of carbon monoxide exposures after snowstorms and power outages. *American Journal of Preventive Medicine*, 46(5), 481-486. <<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2014.01.006>>
- Joshua, A. M. (2012). Melanoma prevention : Are we doing enough? A Canadian perspective. *Current Oncology*, 19(6), e462-e467. <<https://doi.org/10.3747/co.19.1222>>
- Juzeniene, A., et Moan, J. (2012). Beneficial effects of UV radiation other than via vitamin D production. *Dermato-Endocrinology*, 4(2), 109-117. <<https://doi.org/10.4161/derm.20013>>
- Kaffenberger, B. H., Shetlar, D., Norton, S. A., et Rosenbach, M. (2017). The effect of climate change on skin disease in North America. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 76(1), 140-147. <<https://doi.org/10.1016/j.jaad.2016.08.014>>
- Kampe, E. O. I., Kovats, S., et Hajat, S. (2016). Impact of high ambient temperature on unintentional injuries in high-income countries : A narrative systematic literature review. *BMJ Open*, 6(2), e010399. <<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010399>>
- Kapelos, G. T., et Patterson, M. R. S. (2014). Health, planning, design, and shade : A critical review. *Journal of Architectural and Planning Research*, 31(2), 91-111. <<https://www.jstor.org/stable/43031028>>
- Keesstra, S., Nunes, J., Novara, A., Finger, D., Avelar, D., Kalantari, Z., et Cerdà, A. (2018). The superior effect of nature based solutions in land management for enhancing ecosystem services. *The Science of the Total Environment*, 610, 997-1009.
- Kellens, W., Terpstra, T., et Maeyer, P. D. (2013). Perception and communication of flood risks : A systematic review of empirical research. *Risk Analysis*, 33(1), 24-49. <<https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01844.x>>
- Kennedy, I. T., Petley, D. N., Williams, R., et Murray, V. (2015). A systematic review of the health impacts of mass Earth movements (landslides). *PLoS Currents*, 7, ecurrents.dis.1d49e84c8bbe678b0e70cf7fc35d0b77. <<https://doi.org/10.1371/currents.dis.1d49e84c8bbe678b0e70cf7fc35d0b77>>
- Khabarov, N., Krasovskii, A., Obersteiner, M., Swart, R., Dosio, A., San-Miguel-Ayanz, J., Durrant, T., Camia, A., et Migliavacca, M. (2016). Forest fires and adaptation options in Europe. *Regional Environmental Change*, 16(1), 21-30. <<https://doi.org/10.1007/s10113-014-0621-0>>
- Khan, S. J., Deere, D., Leusch, F. D. L., Humpage, A., Jenkins, M., et Cunliffe, D. (2015). Extreme weather events : Should drinking water quality management systems adapt to changing risk profiles? *Water Research*, 85, 124-136. <<https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.08.018>>
- Kim, K.-H., Kabir, E., et Kabir, S. (2015). A review on the human health impact of airborne particulate matter. *Environment International*, 74, 136-143. <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.10.005>>
- Kim, Y., Kim, H., Gasparrini, A., Armstrong, B., Honda, Y., Chung, Y., Ng, C. F. S., Tobias, A., Íñiguez, C., et Lavigne, E. (2019). Suicide and ambient temperature : A multi-country multi-city study. *Environmental Health Perspectives*, 127(11), 117007.
- Kimeswenger, S., Schwarz, A., Födinger, D., Müller, S., Pehamberger, H., Schwarz, T., et Jantschitsch, C. (2016). Infrared A radiation promotes survival of human melanocytes carrying ultraviolet radiation-induced DNA damage. *Experimental Dermatology*, 25(6), 447-452. <<https://doi.org/10.1111/exd.12968>>
- Kinney, P. L., Schwartz, J., Pascal, M., Petkova, E., Le Tertre, A., Medina, S., et Vautard, R. (2015). Winter season mortality : Will climate warming bring benefits? *Environmental Research Letters*, 10(6), 064016.
- Kirchmeier-Young, M. C., Gillett, N. P., Zwiers, F. W., Cannon, A. J., et Anslow, F. S. (2019). Attribution of the influence of human-induced climate change on an extreme fire season. *Earth's Future*, 7(1), 2-10. <<https://doi.org/10.1029/2018EF001050>>



- Kirchmeier-Young, M. C., Zwiers, F. W., Gillett, N. P., et Cannon, A. J. (2017). Attributing extreme fire risk in Western Canada to human emissions. *Climatic Change*, 144(2), 365-379. <<https://doi.org/10.1007/s10584-017-2030-0>>
- Klinger, C., Landeg, O., et Murray, V. (2014). Power outages, extreme events and health: a systematic review of the literature from 2011-2012. *PLoS Currents*, 6, ecurrents.dis.04eb1dc5e73dd1377e05a10e9edde673. <<https://doi.org/10.1371/currents.dis.04eb1dc5e73dd1377e05a10e9edde673>>
- Koerth, J., Vafeidis, A. T., et Hinkel, J. (2017). Household-level coastal adaptation and its drivers : A systematic case study review. *Risk Analysis*, 37(4), 629-646. <<https://doi.org/10.1111/risa.12663>>
- Koetse, M. J., et Rietveld, P. (2009). The impact of climate change and weather on transport : An overview of empirical findings. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(3), 205-221. <<https://doi.org/10.1016/j.trd.2008.12.004>>
- Kornhall, D. K., et Martens-Nielsen, J. (2016). The prehospital management of avalanche victims. *Journal of the Royal Army Medical Corps*, 162(6), 406-412. <<https://doi.org/10.1136/jramc-2015-000441>>
- Kosatsky, T., Dufresne, J., Richard, L., Renouf, A., Giannetti, N., Bourbeau, J., Julien, M., Braidy, J., et Sauvé, C. (2009). Heat awareness and response among Montreal residents with chronic cardiac and pulmonary disease. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne de Sante Publique*, 100(3), 237-240. <<https://doi.org/10.1007/BF03405548>>
- Kosatsky, T., Henderson, S. B., et Pollock, S. L. (2012). Shifts in mortality during a hot weather event in Vancouver, British Columbia : Rapid assessment with case-only analysis. *American journal of public health*, 102(12), 2367-2371.
- Kramer, D. M., Tenkate, T., Strahlendorf, P., Kushner, R., Gardner, A., et Holness, D. L. (2015). Sun Safety at Work Canada : A multiple case-study protocol to develop sun safety and heat protection programs and policies for outdoor workers. *Implementation Science*, 10(1), 97. <<https://doi.org/10.1186/s13012-015-0277-2>>
- Laaidi, K., Economopoulou, A., Wagner, V., Pascal, M., Empereur-Bissonnet, P., Verrier, A., et Beaudou, P. (2013). Cold spells and health : Prevention and warning. *Public Health*, 127(5), 492-499. <<https://doi.org/10.1016/j.puhe.2013.02.011>>
- Labbé, J., Ford, J. D., Araos, M., et Flynn, M. (2017). The government-led climate change adaptation landscape in Nunavut, Canada. *Environmental Reviews*, 25(1), 1225. doi:10.1139/er-2016-0032
- Lai, B. S., Lewis, R., Livings, M. S., La Greca, A. M., et Esnard, A. (2017). Posttraumatic stress symptom trajectories among children after disaster exposure : A review. *Journal of Traumatic Stress*, 30(6), 571-582.
- Lamond, J. E., Joseph, R. D., et Proverbs, D. G. (2015). An exploration of factors affecting the long term psychological impact and deterioration of mental health in flooded households. *Environmental Research*, 140, 325-334. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.04.008>>
- Lane, K., Charles-Guzman, K., Wheeler, K., Abid, Z., Graber, N., et Matte, T. (2013). Health effects of coastal storms and flooding in urban areas : A review and vulnerability assessment. *Journal of Environmental and Public Health*, 2013(913064), 13. <<https://doi.org/10.1155/2013/913064>>
- Liang, K. E., et Kosatsky, T. (2020). Protecting rural Canadians from extreme heat. *CMAJ*, 192(24), E657-E658. <<https://doi.org/10.1503/cmaj.200004>>
- Laverdière, É., Généreux, M., Gaudreau, P., Morais, J. A., Shatenstein, B., et Payette, H. (2015). Prevalence of risk and protective factors associated with heat-related outcomes in Southern Quebec : A secondary analysis of the NuAge study. *Canadian Journal of Public Health*, 106(5), e315-e321. <<https://doi.org/10.17269/cjph.106.5029>>
- Laverdière, É., Payette, H., Gaudreau, P., Morais, J. A., Shatenstein, B., et Généreux, M. (2016). Risk and protective factors for heat-related events among older adults of Southern Quebec (Canada) : The NuAge study. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne De Sante Publique*, 107(3), E258-E265. <<https://doi.org/10.17269/CJPH.107.5599>>
- Lavigne, E., Gasparrini, A., Wang, X., Chen, H., Yagouti, A., Fleury, M. D., et Cakmak, S. (2014). Extreme ambient temperatures and cardiorespiratory emergency room visits : Assessing risk by comorbid health conditions in a time series study. *Environmental Health*, 13(1), 5. <<https://doi.org/10.1186/1476-069X-13-5>>
- Lavigne, E. (2020). *Temperature-related mortality under climate change scenarios in health regions of Canada* [Video]. Air Health Science Division of Health Canada. Presented at the NOAA-ECCC webinar. Consulté sur le site : <https://www.youtube.com/watch?v=JD-3rVL_5IY>
- Le Conseil canadien des ministres de l'environnement. (2016). Synthèse des approches de gestion intégrée par bassin versant au Canada. Consulté sur le site : <<https://ccme.ca/fr/res/synthesedesapprochesdegestionintegreparbassinversantaucanada.pdf>>
- Le, G., Breyse, P., McDermott, A., Eftim, S., Geyh, A., Berman, J., et Curriero, F. (2014). Canadian forest fires and the effects of long-range transboundary air pollution on hospitalizations among the elderly. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 3(2), 713-731.

- Lebel, G., Dubé, M. et Bustinza, R. (2015). *Évaluation du Fichier hebdomadaire des décès pour l'estimation des impacts des vagues de chaleur: rapport*. Institut national de santé publique du Québec. Consulté sur le site: <<https://www.inspq.qc.ca/publications/1962>>
- Lebel, G., Dubé, M. et Bustinza, R. (2017). *Analyse des impacts des vagues régionales de chaleur extrême sur la santé au Québec de 2010 à 2015*. Institut national de santé publique du Québec. Consulté sur le site: <<https://www.inspq.qc.ca/publications/2221>>
- Lebel, G., Dubé, M. et Bustinza, R. (2019). *Surveillance des impacts des vagues de chaleur extrême sur la santé au Québec à l'été 2018*. Institut national de santé publique du Québec. Consulté sur le site: <<https://www.inspq.qc.ca/bise/surveillance-des-impacts-des-vagues-de-chaleur-extreme-sur-la-sante-au-quebec-l-ete-2018>>
- Lennon, M., Scott, M., et O'Neill, E. (2014). Urban design and adapting to flood risk : The role of green infrastructure. *Journal of Urban Design*, 19(5), 745-758. <<https://doi.org/10.1080/13574809.2014.944113>>
- Lesnikowski, A., Ford, J., Berrang-Ford, L., Barrera, M., et Heymann, J. (2015). How are we adapting to climate change ? A global assessment. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 20(2), 277-293.
- Lesnikowski, A., Ford, J., Biesbroek, R., Berrang-Ford, L., et Heymann, S. J. (2016). National-level progress on adaptation. *Nature Climate Change*, 6(3), 261-264. <<https://doi.org/10.1038/nclimate2863>>
- Lévesque, B., Gervais, M.-C., Chevalier, P., Gauvin, D., Anassour-Laouan-Sidi, E., Gingras, S., Fortin, N., Brisson, G., Greer, C., et Bird, D. (2014). Prospective study of acute health effects in relation to exposure to cyanobacteria. *The Science of the Total Environment*, 466467, 397-403. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.07.045>>
- Levi, M., Kjellstrom, T., et Baldasseroni, A. (2018). Impact of climate change on occupational health and productivity : A systematic literature review focusing on workplace heat. *Medicina Del Lavoro*, 109(3), 163-179. <<https://doi.org/10.23749/mdl.v109i3.6851>>
- Levy, K., Woster, A. P., Goldstein, R. S., et Carlton, E. J. (2016). Untangling the impacts of climate change on waterborne diseases : A systematic review of relationships between diarrheal diseases and temperature, rainfall, flooding, and drought. *Environmental Science et Technology*, 50(10), 4905-4922.
- Leyva, E. W. A., Beaman, A., et Davidson, P. M. (2017). Health impact of climate change in older people : An integrative review and implications for nursing. *Journal of Nursing Scholarship*, 49(6), 670-678. <<https://doi.org/10.1111/jnu.12346>>
- L'Hérault, E., Allard, M., Fortier, D., Carboneau, A., Doyon-Robitaille, J., Lachance, M. P., Ducharme, M.A., Larrivée, K., Grandmont, K., et Lemieux, C. (2013). *Production de cartes des caractéristiques du pergélisol afin de guider le développement de l'environnement bâti pour quatre communautés du Nunavik*. Centre d'études nordiques, Université Laval. Montréal, QC.
- Liddell, C., et Morris, C. (2010). Fuel poverty and human health : A review of recent evidence. *Energy Policy*, 38(6), 2987-2997. <<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.01.037>>
- Liddell, C., Morris, C., Thomson, H., et Guiney, C. (2016). Excess winter deaths in 30 European countries 1980-2013 : A critical review of methods. *Journal of Public Health*, 38(4), 806-814. <<https://doi.org/10.1093/pubmed/fdv184>>
- Lim, Y.-H., Hong, Y.-C., et Kim, H. (2012). Effects of diurnal temperature range on cardiovascular and respiratory hospital admissions in Korea. *The Science of the Total Environment*, 417418, 55-60. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.12.048>>
- Lim, Y.-H., So, R., Lee, C., Hong, Y.-C., Park, M., Kim, L., et Yoon, H.-J. (2018). Ambient temperature and hospital admissions for acute kidney injury : A time-series analysis. *The Science of the Total Environment*, 616, 1134-1138.
- Lin, S., Lawrence, W. R., Lin, Z., DiRienzo, S., Lipton, K., Dong, G.-H., Leung, R., Lauper, U., Nasca, P., et Stuart, N. (2018). Are the current thresholds, indicators, and time window for cold warning effective enough to protect cardiovascular health? *The Science of the Total Environment*, 639, 860-867.
- Linos, E., Keiser, E., Kanzler, M., Sainani, K. L., Lee, W., Vittinghoff, E., Chren, M.-M., et Tang, J. Y. (2012). Sun protective behaviors and vitamin D levels in the US population : NHANES 2003-2006. *Cancer Causes et Control*, 23(1), 133-140. <<https://doi.org/10.1007/s10552-011-9862-0>>
- Liotta, G., Inzerilli, M. C., Palombi, L., Madaro, O., Orlando, S., Scarcella, P., Betti, D., et Marazzi, M. C. (2018). Social interventions to prevent heat-related mortality in the older adult in Rome, Italy : A quasi-experimental study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(4), 715. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15040715>>
- Liu, D., Fernandez, B. O., Hamilton, A., Lang, N. N., Gallagher, J. M. C., Newby, D. E., Feelisch, M., et Weller, R. B. (2014). UVA irradiation of human skin vasodilates arterial vasculature and lowers blood pressure independently of nitric oxide synthase. *Journal of Investigative Dermatology*, 134(7), 1839-1846. <<https://doi.org/10.1038/jid.2014.27>>
- Liu, G. T., Dancause, K. N., Elgbeili, G., Laplante, D. P., et King, S. (2016a). Disaster-related prenatal maternal stress explains increasing amounts of variance in body composition through childhood and adolescence : Project Ice Storm. *Environmental Research*, 150, 17. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.04.039>>



- Liu, J. C., Mickley, L. J., Sulprizio, M. P., Yue, X., Peng, R. D., Dominici, F., et Bell, M. L. (2016b). Future respiratory hospital admissions from wildfire smoke under climate change in the Western US. *Environmental Research Letters*, 11(12), 124-018.
- Liu, J. C., Wilson, A., Mickley, L. J., Ebisu, K., Sulprizio, M. P., Wang, Y., Peng, R. D., Yue, X., Dominici, F., et Bell, M. L. (2017). Who among the elderly is most vulnerable to exposure to and health risks of fine particulate matter from wildfire smoke? *American Journal of Epidemiology*, 186(6), 730-735. <<https://doi.org/10.1093/aje/kwx141>>
- Lowe, D., Ebi, K. L., et Forsberg, B. (2013). Factors increasing vulnerability to health effects before, during and after floods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(12), 7015-7067. <<https://doi.org/10.3390/ijerph10127015>>
- Lu, C., Yang, J., Yu, W., Li, D., Xiang, Z., Lin, Y., et Yu, C. (2015). Association between 25(OH)D level, ultraviolet exposure, geographical location, and inflammatory bowel disease activity : A systematic review and meta-analysis. *Plos One*, 10(7), e0132036. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132036>>
- Lucas, R. (2010). Solar ultraviolet radiation : Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. Organisation mondiale de la Santé.
- Lucas, R. M., Byrne, S. N., Correale, J., Ilschner, S., et Hart, P. H. (2015). Ultraviolet radiation, vitamin D and multiple sclerosis. *Neurodegenerative Disease Management*, 5(5), 413-424. <<https://doi.org/10.2217/nmt.15.33>>
- Lundgren Kownacki, K., Gao, C., Kuklane, K., et Wierzbicka, A. (2019). Heat stress in indoor environments of Scandinavian urban areas : A literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(4). <<https://doi.org/10.3390/ijerph16040560>>
- Lutsch, E., Dammers, E., Conway, S., et Strong, K. (2016). Long-range transport of NH₃, CO, HCN, and C₂H₆ from the 2014 Canadian wildfires. *Geophysical Research Letters*, 43(15), 8286-8297. <<https://doi.org/10.1002/2016GL070114>>
- Macciotta, R., et Lefsrud, L. (2018). Framework for developing risk to life evaluation criteria associated with landslides in Canada. *Geoenvironmental Disasters*, 5(1), 10.
- Maguet, S. (2018). *Interventions liées à la santé publique en présence de fumée de feux de forêt*. British Columbia Centre for Disease Control et Centre de collaboration nationale en santé environnementale. Consulté sur le site: <<https://ccnse.ca/documents/evidence-review/interventions-li%C3%A9es-%C3%A0-la-sant%C3%A9-publique-en-pr%C3%A9sence-de-fum%C3%A9e-de-feux-de>>
- Mak, P. W., et Singleton, J. (2017). Burning questions : Exploring the impact of natural disasters on community pharmacies. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 13(1), 162-171.
- Mäkinen, T. M., Juvonen, R., Jokelainen, J., Harju, T. H., Peitso, A., Bloigu, A., Silvennoinen-Kassinen, S., Leinonen, M., et Hassi, J. (2009). Cold temperature and low humidity are associated with increased occurrence of respiratory tract infections. *Respiratory Medicine*, 103(3), 456-462. <<https://doi.org/10.1016/j.rmed.2008.09.011>>
- Maltais, D. (2006). *Impact of the July 1996 floods on older persons in Quebec's Saguenay region*. Université du Québec à Chicoutimi.
- Manning, C., et Clayton, S. (2018). Threats to mental health and wellbeing associated with climate change. In S. Clayton et C. Manning (Eds.), *Psychology and Climate change: Human perceptions, impacts and responses* (pp. 217-44). Amsterdam, Netherlands: Academic Press.
- Manuel, P., Rapaport, E., Keefe, J., et Krawchenko, T. (2015). Coastal climate change and aging communities in Atlantic Canada : A methodological overview of community asset and social vulnerability mapping. *The Canadian Geographer = Le Géographe Canadien*, 59(4), 433-446. <<https://doi.org/10.1111/cag.12203>>
- Mares, D. (2013). Climate change and levels of violence in socially disadvantaged neighborhood groups. *Journal of Urban Health*, 90(4), 768-783. <<https://doi.org/10.1007/s11524-013-9791-1>>
- Marmot Review Team. (2011). *The health impacts of cold homes and fuel poverty*. Friends of the Earth et Marmot Review Team. Consulté sur le site: <<https://www.instituteoftheequity.org/resources-reports/the-health-impacts-of-cold-homes-and-fuel-poverty/the-health-impacts-of-cold-homes-and-fuel-poverty.pdf>>
- Martel, B., Ouarda, T. B., Vanasse, A., Chebana, F., Orzanco, M. G., Charron, C., Courteau, J., Asghari, S., et Gosselin, P. (2010). Modélisation des fractures de la hanche en fonction de variables météorologiques à l'aide du modèle GAM dans deux régions métropolitaines du Québec, Canada. INRS, Centre Eau, Terre et Environnement.
- Martin, S. L., Cakmak, S., Hebborn, C. A., Avramescu, M.-L., et Tremblay, N. (2012). Climate change and future temperature-related mortality in 15 Canadian cities. *International Journal of Biometeorology*, 56(4), 605-619. <<https://doi.org/10.1007/s00484-011-0449-y>>
- Martinez Garcia, D., et Sheehan, M. C. (2016). Extreme weather-driven disasters and children's health. *International Journal of Health Services*, 46(1), 79-105. <<https://doi.org/10.1177/0020731415625254>>
- Matz, C. J., Egyed, M., Xi, G., Racine, J., Pavlovic, R., Rittmaster, R., Henderson, S. B., et Stieb, D. M. (2020). Health impact analysis of PM_{2.5} from wildfire smoke in Canada (2013-2015, 2017-2018). *The Science of the Total Environment*, 725, 138-506. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138506>>

- Mavrogianni, A., Wilkinson, P., Davies, M., Biddulph, P., et Oikonomou, E. (2012). Building characteristics as determinants of propensity to high indoor summer temperatures in London dwellings. *Building and Environment*, 55, 117-130.
- Mayer-Jouanjan, I., et Bleau, N. (2018). *Historique des sinistres d'inondations et d'étiages et des conditions météorologiques associées*. Ouranos.
- McClelland, E., Amlôt, R., Rogers, M. B., Rubin, G. J., Tesh, J., et Pearce, J. M. (2017). Psychological and physical impacts of extreme events on older adults : Implications for communications. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 11(1), 127-134.
- McIntyre, K. M., Setzkorn, C., Hepworth, P. J., Morand, S., Morse, A. P., et Baylis, M. (2017). Systematic assessment of the climate sensitivity of important human and domestic animals pathogens in Europe. *Scientific reports*, 7(1), 7134.
- McKinley, A., Janda, M., Auster, J., et Kimlin, M. (2011). In vitro model of vitamin D synthesis by UV radiation in an Australian urban environment. *Photochemistry and Photobiology*, 87(2), 447-451. <<https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.2010.00865.x>>
- McLean, K., Yao, J., et Henderson, S. (2015). An evaluation of the British Columbia Asthma Monitoring System (BCAMS) and PM2.5 exposure metrics during the 2014 forest fire season. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(6), 6710-6724. <<https://doi.org/10.3390/ijerph120606710>>
- McMartin, D. W., Merino, B. H. H., Bonsal, B., Hurlbert, M., Villalba, R., Ocampo, O. L., Upegui, J. J. V., Poveda, G., et Sauchyn, D. J. (2018). Limitations of water resources infrastructure for reducing community vulnerabilities to extremes and uncertainty of flood and drought. *Environmental Management*, 62, 1038-1047.
- McMichael, A. J. (2015). Extreme weather events and infectious disease outbreaks. *Virulence*, 6(6), 543-547. <<https://doi.org/10.4161/21505594.2014.975022>>
- Medina, A., Akbar, A., Baazeem, A., Rodriguez, A. et Magan, N. (2017). Climate change, food security and mycotoxins: do we know enough? *Fungal Biology Reviews*, 31(3), 143-154. doi:10.1016/j.fbr.2017.04.002
- Mehiriz, K., et Gosselin, P. (2016). Municipalities' Preparedness for Weather Hazards and Response to Weather Warnings. *PLOS ONE*, 11(9), e0163390. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163390>>
- Mehiriz, K., et Gosselin, P. (2017). Évaluation du projet pilote d'alertes téléphoniques automatisées pour les personnes vulnérables à la chaleur et au smog. Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre Environnement. Consulté sur le site: <<http://espace.inrs.ca/6285/>>
- Mehiriz, K., Gosselin, P., Tardif, I., Lemieux, M.-A., Mehiriz, K., Gosselin, P., Tardif, I., et Lemieux, M.-A. (2018). The effect of an automated phone warning and health advisory system on adaptation to high heat episodes and health services use in vulnerable groups—Evidence from a randomized controlled study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(8), 1581. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15081581>>
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP). (2019). *Carte de susceptibilité aux affaissements de sol associés au dégel du pergélisol*. Cartographie écologique du Nord québécois. Consulté sur le site: <<https://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/inventaire-ecoforestier/nord-quebecois/cartographie-ecologique/>>
- Mitchell, D. (2011). The relationship between Vitamin D and cancer. *Clinical Journal of Oncology Nursing*, 15(5), 557-560. <<https://doi.org/10.1188/11.CJON.557-560>>
- Modarres, R., Ouarda, T. B., Vanasse, A., Orzanco, M. G., et Gosselin, P. (2014). Modeling climate effects on hip fracture rate by the multivariate GARCH model in Montreal region, Canada. *International Journal of Biometeorology*, 58(5), 921-930.
- Modenese, A., Korpinen, L., et Gobba, F. (2018). Solar radiation exposure and outdoor work : An underestimated occupational risk. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(10), 2063. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15102063>>
- Moffatt, H., et Struck, S. (2011). *Les éclosions de maladies d'origine hydrique dans les petits réseaux d'alimentation en eau potable au Canada*. Centre de collaboration nationale en santé environnementale. Consulté sur le site : <<https://ccnse.ca/content/les-%C3%A9closions-de-maladies-d%E2%80%99origine-hydrique-dans-les-petits-r%C3%A9seaux-d%E2%80%99alimentation-en-eau>>
- Moghadamnia, M. T., Ardalan, A., Mesdaghinia, A., Keshtkar, A., Naddafi, K., et Yekaninejad, M. S. (2017). Ambient temperature and cardiovascular mortality : A systematic review and meta-analysis. *Peerj*, 5, e3574. <<https://doi.org/10.7717/peerj.3574>>
- Monteiro, A. F., Rato, M., et Martins, C. (2016). Drug-induced photosensitivity : Photoallergic and phototoxic reactions. *Clinics in Dermatology*, 34(5), 571-581. <<https://doi.org/10.1016/j.clinidermatol.2016.05.006>>
- Moquin, P. A., et Wrona, F. J. (2015). Effects of permafrost degradation on water and sediment quality and heterotrophic bacterial production of Arctic tundra lakes : An experimental approach. *Limnology and Oceanography*, 60(5), 1484-1497. <<https://doi.org/10.1002/lno.10110>>
- Morency, P., Voyer, C., Burrows, S., et Goudreau, S. (2012). Outdoor falls in an urban context: winter weather impacts and geographical variations. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne de Sante Publique*, 103(3), 218-222. <<https://doi.org/10.1007/BF03403816>>

- Morin, M. (2008). *Concepts de base en sécurité civile*. Québec, QC: Ministère de la Sécurité publique. Consulté sur le site : <https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/publications/concepts_base/concepts_base.pdf>
- Moritz, M. A., Batllori, E., Bradstock, R. A., Gill, A. M., Handmer, J., Hessburg, P. F., Leonard, J., McCaffrey, S., Odion, D. C., Schoennagel, T., et Syphard, A. D. (2014). Learning to coexist with wildfire. *Nature*, 515(7525), 58-66. <<https://doi.org/10.1038/nature13946>>
- Moudrak, N., Feltmate, B., Venema, H., et Osman, H. (2018). *Lutter contre la hausse du coût des inondations au Canada : L'infrastructure naturelle est une option sous-utilisée*. Bureau d'Assurance du Canada, University of Waterloo, Intact Centre on Climate Adaptation, and International Institute for Sustainable Development. Consulté sur le site : <<http://assets.abc.ca/Documents/Resources/IBC-Natural-Infrastructure-Report-2018-FR.pdf>>
- Mulchandani, R., Smith, M., Armstrong, B., English National Study of Flooding and Health Study Group, Beck, C. R., et Oliver, I. (2019). Effect of insurance-related factors on the association between flooding and mental health outcomes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(7), 1174. <<https://doi.org/10.3390/ijerph16071174>>
- Munro, A., Kovats, R. S., Rubin, G. J., Waite, T. D., Bone, A., et Armstrong, B. (2017). Effect of evacuation and displacement on the association between flooding and mental health outcomes : A cross-sectional analysis of UK survey data. *The Lancet. Planetary Health*, 1(4), e134-e141. <[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30047-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30047-5)>
- Murphy, H. M., Thomas, M. K., Schmidt, P. J., Medeiros, D. T., McFadyen, S., et Pintar, K. D. (2016). Estimating the burden of acute gastrointestinal illness due to Giardia, Cryptosporidium, Campylobacter, E. coli O157 and norovirus associated with private wells and small water systems in Canada. *Epidemiology and Infection*, 144(7), 1355-1370. <<https://doi.org/10.1017/S0950268815002071>>
- Na, H. R., Heisler, G. M., Nowak, D. J., et Grant, R. H. (2014). Modeling of urban trees' effects on reducing human exposure to UV radiation in Seoul, Korea. *Urban Forestry et Urban Greening*, 13(4), 785-792. <<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.05.009>>
- Navarro, K. M., Schweizer, D., Balmes, J. R., et Cisneros, R. (2018). A review of community smoke exposure from wildfire compared to prescribed fire in the United States. *Atmosphere*, 9(5), 185.
- Neale, R. E., Barnes, P. W., Robson, T. M., Neale, P. J., Williamson, C. E., Zepp, R. G., ... et Zhu, M. (2021). Environmental effects of stratospheric ozone depletion, UV radiation, and interactions with climate change: UNEP Environmental Effects Assessment Panel, Update 2020. *Photochemical et Photobiological Sciences*, 20(1), 1-67. <<https://doi.org/10.1007/s43630-020-00001-x>>
- Neegan Burnside Ltd. (2011). Évaluation nationale des systèmes d'aqueduc et d'égout des Premières Nations. Consulté sur le site : <<https://www.sac-isc.gc.ca/fra/1313426883501/1533821951118>>
- Ng, F., Wilson, L., et Veitch, C. (2015). Climate adversity and resilience : The voice of rural Australia. *Rural and Remote Health*, 15(4), 1-12.
- Ngom, R., Gosselin, P., et Blais, C. (2016). Reduction of disparities in access to green spaces : Their geographic insertion and recreational functions matter. *Applied Geography*, 66, 35-51. <<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.11.008>>
- Nordio, F., Zanobetti, A., Colicino, E., Kloog, I., et Schwartz, J. (2015). Changing patterns of the temperature-mortality association by time and location in the US, and implications for climate change. *Environment International*, 81, 80-86. <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.04.009>>
- Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Bodine, A., et Hoehn, R. (2013). Modeled PM2.5 removal by trees in ten U.S. cities and associated health effects. *Environmental Pollution*, 178, 395-402. <<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.03.050>>
- O'Brien, L., Berry, H., Coleman, C., et Hanigan, I. (2014). Drought as a mental health exposure. *Environmental Research*, 131, 181-187.
- Ordon, M., Welk, B., Li, Q., Wang, J., Lavigne, E., Yagouti, A., Copes, R., Cakmak, S., et Chen, H. (2016). Ambient temperature and the risk of renal colic : A population-based study of the impact of demographics and comorbidity. *Journal of Endourology*, 30(10), 1138-1143. <<https://doi.org/10.1089/end.2016.0374>>
- Organisation mondiale de la santé. (2013b). *Analyse de la saison grippale 2012-2013 dans l'hémisphère Nord. Relevé épidémiologique hebdomadaire*, 88(22), 225-232. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/242074/WER8822_225-232.PDF?sequence=1&e1tisAllowed=y>
- Ouranos. (2015). *Vers l'adaptation: Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec – Édition 2015*. Consulté sur le site : <<https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/SyntheseRapportfinal.pdf>>
- Page, C. E., Atkins, D., Shockley, L. W., et Yaron, M. (1999). Avalanche deaths in the United States: a 45-year analysis. *Wilderness et Environmental Medicine*, 10(3), 146-151.
- Page, L. A., Hajat, S., Kovats, R. S., et Howard, L. M. (2012). Temperature-related deaths in people with psychosis, dementia and substance misuse. *The British Journal of Psychiatry*, 200(6), 485-490. <<https://doi.org/10.1192/bjp.bp.111.100404>>
- Parcs Canada. (2018). *Programme de déclenchement préventif d'avalanches au parc national des Glaciers*. Parc national des Glaciers. Consulté sur le site : <<https://www.pc.gc.ca/fr/pn-np/bc/glacier/nature/AvCon2>>

- Parsons, K. (2014). *Human thermal environments : The effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort, and performance*. CRC press.
- Parsons, N., Odumenya, M., Edwards, A., Lecky, F., et Pattison, G. (2011). Modelling the effects of the weather on admissions to UK trauma units : A cross-sectional study. *Emergency Medicine Journal*, 28(10), 851-855.
- Patrick, C. (2014). *L'itinérance autochtone au Canada : Revue de la littérature*. The Homeless Hub Press. Consulté sur le site : <<https://www.homelesshub.ca/sites/default/files/attachments-fr/L%27itine%CC%81rance%20autochtone%20au%20Canada.pdf>>
- Patrick, R. J. (2018). Adapting to climate change through source water protection : Case studies from Alberta and Saskatchewan, Canada. *The International Indigenous Policy Journal*, 9(3), 1.
- Pendrey, C. G. A., Carey, M., et Stanley, J. (2014). Impacts of extreme weather on the health and well-being of people who are homeless. *Australian Journal of Primary Health*, 20(1), 23. <<https://doi.org/10.1071/PY13136>>
- Peters, C. E., Nicol, A. M., et Demers, P. A. (2012). Prevalence of exposure to solar ultraviolet radiation (UVR) on the job in Canada. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne de Sante Publique*, 103(3), 223-226. <<https://doi.org/10.1007/BF03403817>>
- Phung, D., Thai, P. K., Guo, Y., Morawska, L., Rutherford, S., et Chu, C. (2016). Ambient temperature and risk of cardiovascular hospitalization : An updated systematic review and meta-analysis. *The Science of the Total Environment*, 550, 1084-1102. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.154>>
- Pierce, J. R., Morley, S. K., West, T. A., Pentecost, P., Upton, L. A., et Banks, L. (2017). Improving long-term care facility disaster preparedness and response : A literature review. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 11(1), 140-149.
- Pinault, L., et Fioletov, V. (2017). *Exposition au soleil, protection solaire et coup de soleil chez les adultes canadiens*. Statistique Canada. <<http://www.statcan.gc.ca/pub/82-003-x/2017005/article/14792-fra.pdf>>
- Pinault, L., Bushnik, T., Fioletov, V., Peters, C. E., King, W. D., et Tjepkema, M. (2017). The risk of melanoma associated with ambient summer ultraviolet radiation. *Health reports*, 28(5), 3-11.
- Pludowski, P., Holick, M. F., Pilz, S., Wagner, C. L., Hollis, B. W., Grant, W. B., Shoenfeld, Y., Lerchbaum, E., Llewellyn, D. J., Kienreich, K., et Soni, M. (2013). Vitamin D effects on musculoskeletal health, immunity, autoimmunity, cardiovascular disease, cancer, fertility, pregnancy, dementia and mortality—A review of recent evidence. *Autoimmunity Reviews*, 12(10), 976-989. <<https://doi.org/10.1016/j.autrev.2013.02.004>>
- Porcherie, M., Lejeune, M., Gaudel, M., Pommier, J., Faure, E., Heritage, Z., Rican, S., Simos, J., Cantoreggi, N. L., Roué Le Gall, A., Cambon, L., et Regnaud, J.-P. (2018). Urban green spaces and cancer : A protocol for a scoping review. *BMJ Open*, 8(2). <<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-018851>>
- Porritt, S. M., Cropper, P. C., Shao, L., et Goodier, C. I. (2012). Ranking of interventions to reduce dwelling overheating during heat waves. *Energy and Buildings*, 55, 16-27. <<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.01.043>>
- Porter, M. J., et Morgenstern, N. R. (2013). *Landslide risk evaluation—Canadian technical guidelines and best practices related to landslides : A national initiative for loss reduction*. Natural Resources Canada.
- Poursafa, P., Keikha, M., et Kelishadi, R. (2015). Systematic review on adverse birth outcomes of climate change. *Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 20(4), 397.
- Poussin, J. K., Botzen, W. J. W., et Aerts, J. C. J. H. (2014). Factors of influence on flood damage mitigation behaviour by households. *Environmental Science et Policy*, 40, 69-77. <<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.01.013>>
- Poussin, J. K., Wouter Botzen, W. J., et Aerts, J. C. J. H. (2015). Effectiveness of flood damage mitigation measures : Empirical evidence from French flood disasters. *Global Environmental Change*, 31, 74-84. <<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.12.007>>
- Powers, J. R., Dobson, A. J., Berry, H. L., Graves, A. M., Hanigan, I. C., et Loxton, D. (2015). Lack of association between drought and mental health in a cohort of 45-61 year old rural Australian women. *Australian and New Zealand journal of public health*, 39(6), 518-523.
- Prairie Climate Centre. (2019). *Atlas climatique du Canada (version 2, 10 juillet 2019)*. Consulté sur le site : <<https://climateatlas.ca>>
- Preval, N., Keall, M., Telfar-Barnard, L., Grimes, A., et Howden-Chapman, P. (2017). Impact of improved insulation and heating on mortality risk of older cohort members with prior cardiovascular or respiratory hospitalisations. *BMJ Open*, 7(11), e018079. <<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-018079>>
- Psarros, C., Thelertis, C., Economou, M., Tzavara, C., Kioulos, K. T., Mantonakis, L., Soldatos, C. R., et Bergiannaki, J.-D. (2017). Insomnia and PTSD one month after wildfires : Evidence for an independent role of the "fear of imminent death". *International Journal of Psychiatry in Clinical Practice*, 21(2), 137-141. <<https://doi.org/10.1080/13651501.2016.1276192>>

- Psarros, C., Theleritis, C., Kokras, N., Lyrakos, D., Koborozos, A., Kakabakou, O., Tzanoulinos, G., Katsiki, P., et Bergiannaki, J. D. (2018). Personality characteristics and individual factors associated with PTSD in firefighters one month after extended wildfires. *Nordic Journal of Psychiatry*, 72(1), 17-23. <<https://doi.org/10.1080/08039488.2017.1368703>>
- Public Health England. (2020). *Heatwave plan for England*. Consulté sur le site: <<https://www.gov.uk/government/publications/heatwave-plan-for-england>>
- Sécurité publique Canada. (2019). *Programme national d'atténuation des catastrophes (PNAC)*. Consulté sur le site : <<https://www.securitepublique.gc.ca/cnt/mrgnc-mngmnt/dsstr-prvntn-mtgn/ndmp/index-fr.aspx>>
- Radio-Canada. (2018). Érosion des berges : Sainte-Flavie aidera au déménagement d'une cinquantaine de résidences. Consulté sur le site: <<https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1122112/erosion-berges-cotiere-sainte-flavie-relocalisation-residences>>
- Rajaram, N., Hohenadel, K., Gattoni, L., Khan, Y., Birk-Urovitz, E., Li, L., et Schwartz, B. (2016). Assessing health impacts of the December 2013 ice storm in Ontario, Canada. *BMC Public Health*, 16(1), 544.
- Raji, B., Tenpierik, M. J., et van den Dobbelsteen, A. (2015). The impact of greening systems on building energy performance : A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45, 610-623.
- Ramin, B., et Svoboda, T. (2009). Health of the homeless and climate change. *Journal of Urban Health-Bulletin of the New York Academy of Medicine*, 86(4), 654-664. <<https://doi.org/10.1007/s11524-009-9354-7>>
- Ranson, M. (2014). Crime, weather, and climate change. *Journal of Environmental Economics and Management*, 67(3), 274-302. <<https://doi.org/10.1016/j.jeem.2013.11.008>>
- Rapaport, E., Manuel, P., Krawchenko, T., et Keefe, J. (2015). How can aging communities adapt to coastal climate change ? Planning for both social and place vulnerability. *Canadian Public Policy*, 41(2), 166-177.
- Rappold, A. G., Cascio, W. E., Kilaru, V. J., Stone, S. L., Neas, L. M., Devlin, R. B., et Diaz-Sanchez, D. (2012). Cardio-respiratory outcomes associated with exposure to wildfire smoke are modified by measures of community health. *Environmental Health*, 11(1), 71.
- Rappold, A. G., Fann, N. L., Crooks, J., Huang, J., Cascio, W. E., Devlin, R. B., et Diaz-Sanchez, D. (2014). Forecast-based interventions can reduce the health and economic burden of wildfires. *Environmental Science et Technology*, 48(18), 10571-10579. <<https://doi.org/10.1021/es5012725>>
- Rappold, A. G., Reyes, J., Pouliot, G., Cascio, W. E., et Diaz-Sanchez, D. (2017). Community vulnerability to health impacts of wildland fire smoke exposure. *Environmental Science et Technology*, 51(12), 6674-6682. <<https://doi.org/10.1021/acs.est.6b06200>>
- Ravanelli, N. M., Hodder, S. G., Havenith, G., et Jay, O. (2015). Heart rate and body temperature responses to extreme heat and humidity with and without electric fans. *JAMA*, 313(7), 724-725. <<https://doi.org/10.1001/jama.2015.153>>
- Régie de l'énergie. (2017). Aperçu du marché: Précarité thermique au Canada – efficacité énergétique moindre dans les ménages à plus faible revenu. Consulté sur le site : <<https://www.cer-rec.gc.ca/fr/donnees-analyse/marches-energetiques/aperçu-marchés/2017/aperçu-marche-precarite-thermique-canada-efficacite-energetique-moins-dans-menages-plus-faible-revenu.html>>
- Regroupement des organismes de bassins versants du Québec. (2019). *Gestion intégrée de l'eau par bassin versant. La gestion intégrée de l'eau par bassin versant - GIEBV*. Consulté sur le site: <<https://robvq.ca/la-giebv/>>
- Reid, C. E., Brauer, M., Johnston, F. H., Jerrett, M., Balme, J. R., et Elliott, C. T. (2016). Critical review of health impacts of wildfire smoke exposure. *Environmental Health Perspectives*, 124(9), 13-34.
- Remmers, T., Thijs, C., Timperio, A., Salmon, J., Veitch, J., Kremers, S. P. J., et Ridgers, N. D. (2017). Daily weather and children's physical activity patterns. *Medicine et Science in Sports et Exercice*, 49(5), 922-929. <<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001181>>
- Rezaei, M. (2017). *Power to the people : Thinking (and rethinking) energy poverty in British Columbia, Canada* [Doctorate Thesis, University of British Columbia]. The University of British Columbia. Consulté sur le site: <<https://open.library.ubc.ca/cIRcle/collections/ubctheses/24/items/1.0351974>>
- Romps, D. M., Seeley, J. T., Vollaro, D., et Molinari, J. (2014). Projected increase in lightning strikes in the United States due to global warming. *Science*, 346(6211), 851-854. <<https://doi.org/10.1126/science.1259100>>
- Ross, A. C., Manson, J. E., Abrams, S. A., Aloia, J. F., Brannon, P. M., Clinton, S. K., Durazo-Arvizu, R. A., Gallagher, J. C., Gallo, R. L., Jones, G., Kovacs, C. S., Mayne, S. T., Rosen, C. J., et Shapses, S. A. (2011). The 2011 report on dietary reference intakes for calcium and vitamin D from the institute of medicine : What clinicians need to know. *The Journal of Clinical Endocrinology et Metabolism*, 96(1), 53-58. <<https://doi.org/10.1210/jc.2010-2704>>

- Rouquette, A., Mandereau-Bruno, L., Baffert, E., Laaidi, K., Josseran, L., et Isnard, H. (2011). Surveillance hivernale des effets du froid sur la santé des populations sans-domicile en région Île-de-France : Utilisation des données du réseau d'Organisation de la surveillance coordonnée des urgences (Oscour®). *Revue d'épidémiologie et de santé publique*, 59(6), 359-368. <<https://doi.org/10.1016/j.respe.2011.05.006>>
- Rucker, D., Allan, J. A., Fick, G. H. et Hanley, D. A. (2002). Vitamin D insufficiency in a population of healthy western Canadians. *CMAJ*, 166(12), 1517-1524.
- Ryan, B. J., Franklin, R. C., Burkle, F. M., Watt, K., Aitken, P., Smith, E. C., et Leggat, P. (2016). Defining, describing, and categorizing public health infrastructure priorities for tropical cyclone, flood, storm, tornado, and tsunami-related disasters. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 10(4), 598-610.
- Ryti, N. R. I., Guo, Y., et Jaakkola, J. J. K. (2016). Global association of cold spells and adverse health effects : A systematic review and meta-analysis. *Environmental Health Perspectives*, 124(1), 12-22. <<https://doi.org/10.1289/ehp.1408104>>
- Sahni, V., Scott, A. N., Beliveau, M., Varughese, M., Dover, D. C., et Talbot, J. (2016). Public health surveillance response following the southern Alberta floods, 2013. *Canadian Journal of Public Health*, 107(2), e142-e148. <<https://doi.org/10.17269/cjph.107.5188>>
- Sakamoto, R. (2015). Legionnaire's disease, weather and climate. *Bulletin of the World Health Organization*, 93(6), 435-436. <<https://doi.org/10.2471/BLT.14.142299>>
- Salamanca, F., Georgescu, M., Mahalov, A., Moustouli, M. et Wang, M. (2014). Anthropogenic heating of the urban environment due to air conditioning. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 119(10), 5949-5965. doi:10.1002/2013JD021225
- Sanborn, M., et Takaro, T. (2013). Recreational water-related illness: Office management and prevention. *Canadian Family Physician*, 59(5), 491-495.
- Sandhu, P. K., Elder, R., Patel, M., Saraiya, M., Holman, D. M., Perna, F., Smith, R. A., Buller, D., Sinclair, C., Reeder, A., Makin, J., McNoe, B., et Glanz, K. (2016). Community-based interventions to prevent skin cancer : Two community guide systematic reviews. *American journal of preventive medicine*, 51(4), 531-539. <<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2016.03.020>>
- Santamouris, M. (2014). Cooling the cities—a review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy*, 103, 682-703.
- Santé Canada. (2011). *Lignes directrices à l'intention des travailleurs de la santé pendant les périodes de chaleur accablante : Un guide technique*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/changement-climatique-sante/lignes-directrices-intention-travailleurs-sante-pendant-periodes-chaleur-accablante-guide-technique.html>>
- Santé Canada. (2012). Élaboration de systèmes d'avertissement et d'intervention en cas de chaleur afin de protéger la santé : Guide des pratiques exemplaires. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/changement-climatique-sante/elaboration-systemes-avertissement-intervention-cas-chaleur-afin-protoger-sante-guide-pratiques-exemplaires.html>>
- Santé Canada. (2018). *Sécurité au soleil*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/securite-soleil.html>>
- Santé Canada. (2020a). *Chaleur extrême et COVID-19: Facteurs à prendre en compte pour les programmes de santé liés à la chaleur dans le contexte de la COVID-19*. Conseils aux responsables de la santé publique.
- Santé Canada. (2020b). *Réduire les îlots de chaleur urbains pour protéger la santé au Canada - Introduction pour les professionnels de la santé publique*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/services/sante/publications/vie-saine/reduire-ilots-chaleur-urbains-protoger-sante-canada.html>>
- Sartini, C., Barry, S. J. E., Wannamethee, S. G., Whincup, P. H., Lennon, L., Ford, I., et Morris, R. W. (2016). Effect of cold spells and their modifiers on cardiovascular disease events : Evidence from two prospective studies. *International Journal of Cardiology*, 218, 275-283. <<https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.05.012>>
- Saulnier, D. D., Ribacke, K. B., et von Schreeb, J. (2017). No calm after the storm : A systematic review of human health following flood and storm disasters. *Prehospital and Disaster Medicine*, 32(5), 568-579.
- Schmeltz, M. T., Sembajwe, G., Marcotullio, P. J., Grassman, J. A., Himmelstein, D. U., et Woolhandler, S. (2015). Identifying individual risk factors and documenting the pattern of heat-related illness through analyses of hospitalization and patterns of household cooling. *PLOS ONE*, 10(3), e0118958. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118958>>
- Schmitt, J., Seidler, A., Diepgen, T. I., et Bauer, A. (2011). Occupational ultraviolet light exposure increases the risk for the development of cutaneous squamous cell carcinoma : A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Dermatology*, 164(2), 291-307. <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2010.10118.x>>



- Schuster, P. F., Schaefer, K. M., Aiken, G. R., Antweiler, R. C., Dewild, J. F., Gryziec, J. D., Gusmeroli, A., Hugelius, G., Jafarov, E., Krabbenhoft, D. P., Liu, L., Herman-Mercer, N., Mu, C., Roth, D. A., Schaefer, T., Striegl, R. G., Wickland, K. P., et Zhang, T. (2018). Permafrost stores a globally significant amount of mercury. *Geophysical Research Letters*, 45(3), 1463-1471. <<https://doi.org/10.1002/2017GL075571>>
- Services aux Autochtones Canada. (2020a). *Avis sur la qualité de l'eau à court terme*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site : <<https://www.sac-isc.gc.ca/fra/1562856509704/1562856530304>>
- Services aux Autochtones Canada. (2020b). *Lever les avis concernant la qualité de l'eau potable à long terme*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site : <<https://www.sac-isc.gc.ca/fra/1506514143353/1533317130660>>
- Shore-Lorenti, C., Brennan, S. L., Sanders, K. M., Neale, R. E., Lucas, R. M., et Ebeling, P. R. (2014). Shining the light on sunshine : A systematic review of the influence of sun exposure on type 2 diabetes mellitus-related outcomes. *Clinical Endocrinology*, 81(6), 799-811. <<https://doi.org/10.1111/cen.12567>>
- Sillmann, J., Kharin, V., Zwiers, F., Zhang, X., et Bronaugh, D. (2013). Climate extremes indices in the CMIP5 multimodel ensemble : Part 2. Future climate projections. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(6), 2473-2493.
- Silver, A., et Grek-Martin, J. (2015). "Now we understand what community really means" : Reconceptualizing the role of sense of place in the disaster recovery process. *Journal of Environmental Psychology*, 42, 32-41. <<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2015.01.004>>
- Simpson, S., van der Mei, I., Lucas, R. M., Ponsonby, A.-L., Broadley, S., Blizzard, L., et Taylor, B. (2018). Sun exposure across the life course significantly modulates early multiple sclerosis clinical course. *Frontiers in Neurology*, 9, 16. <<https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00016>>
- Sinickas, A., Jamieson, B., et Maes, M. A. (2016). Snow avalanches in western Canada : Investigating change in occurrence rates and implications for risk assessment and mitigation. *Structure and Infrastructure Engineering*, 12(4), 490-498. <<https://doi.org/10.1080/15732479.2015.1020495>>
- Sloka, J., Pryse-Phillips, W., et Stefanelli, M. (2008). The relation of ultraviolet radiation and multiple sclerosis in Newfoundland. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, 35(1), 69-74.
- Smargiassi, A., Goldberg, M. S., Plante, C., Fournier, M., Baudouin, Y., et Kosatsky, T. (2009). Variation of daily warm season mortality as a function of micro-urban heat islands. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 63(8), 659-664. <<https://doi.org/10.1136/jech.2008.078147>>
- Smith, B. A., et Fazil, A. (2019). Increased risk of microbial foodborne diseases with climate change. *Canada Communicable Disease Report*, 45(4), 108-113. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v45i04a05>>
- Smith, H. G., Sheridan, G. J., Lane, P. N., Nyman, P., et Haydon, S. (2011). Wildfire effects on water quality in forest catchments : A review with implications for water supply. *Journal of Hydrology*, 396(12), 170-192.
- Société canadienne du cancer. (2019). *Publications*. Consulté sur le site : <<https://cancer.ca/fr/cancer-information/resources/publications>>
- Song, X., Wang, S., Hu, Y., Yue, M., Zhang, T., Liu, Y., Tian, J., et Shang, K. (2017). Impact of ambient temperature on morbidity and mortality : An overview of reviews. *The Science of the Total Environment*, 586, 241-254. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.212>>
- Stanke, C., Kerac, M., Prudhomme, C., Medlock, J., et Murray, V. (2013). Health effects of drought: a systematic review of the evidence. *PLoS Currents*, 5, ecurrents.dis.7a2cee9e980f91ad7697b570bcc4b004. <<https://doi.org/10.1371/currents.dis.7a2cee9e980f91ad7697b570bcc4b004>>
- Stares, J. (2014). *Evidence review : Use of evacuation to protect public health during wildfire smoke events* (C. Elliott et K. Rideout, Eds.). British Columbia Center for Disease Control. Consulté sur le site : <http://www.bccdc.ca/resource-gallery/Documents/Guidelines%20and%20Forms/Guidelines%20and%20Manuals/Health-Environment/WFSG_EvidenceReview_Evacuation_FINAL_V3_edstrs.pdf>
- Statistique Canada. (2020). *Graphique 3 État des logements des Premières Nations, des Métis et des Inuits, Canada, 2016*. Consulté sur le site : <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/200417/cg-b003-fra.htm>>
- Stephani, E., Fortier, D., Shur, Y., Fortier, R., et Doré, G. (2014). A geosystems approach to permafrost investigations for engineering applications, an example from a road stabilization experiment, Beaver Creek, Yukon, Canada. *Cold Regions Science and Technology*, 100, 20-35. <<https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2013.12.006>>
- Sterk, A., Schijven, J., de Nijs, T., et de Roda Husman, A. M. (2013). Direct and indirect effects of climate change on the risk of infection by water-transmitted pathogens. *Environmental science et technology*, 47(22), 12648-12660. <<https://doi.org/10.1021/es403549s>>
- St-Hilaire, A., Steiger, H., Liu, A., Laplante, D. P., Thaler, L., Magill, T., et King, S. (2015). A prospective study of effects of prenatal maternal stress on later eating-disorder manifestations in affected offspring : Preliminary indications based on the project ice storm cohort. *International Journal of Eating Disorders*, 48(5), 512-516.

- Stone, B., Hess, J. J., et Frumkin, H. (2010). Urban form and extreme heat events : Are sprawling cities more vulnerable to climate change than compact cities? *Environmental Health Perspectives*, 118(10), 1425-1428. <<https://doi.org/10.1289/ehp.0901879>>
- Stone, B., Vargo, J., Liu, P., Habeeb, D., DeLucia, A., Trail, M., Hu, Y., et Russell, A. (2014). Avoided heat-related mortality through climate adaptation strategies in three US cities. *Plos One*, 9(6), e100852. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100852>>
- Strand, L. B., Barnett, A. G., et Tong, S. (2011). The influence of season and ambient temperature on birth outcomes : A review of the epidemiological literature. *Environmental Research*, 111(3), 451-462. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2011.01.023>>
- Sun, Z., Chen, C., Xu, D., et Li, T. (2018). Effects of ambient temperature on myocardial infarction : A systematic review and meta-analysis. *Environmental Pollution*, 241, 1106-1114. <<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.06.045>>
- Sutherland, L.-A., et Glendinning, T. (2008). Farm family coping with stress : The impact of the 1998 ice storm. *Journal of Comparative Family Studies*, 39(4), 527-543.
- Tallis, M., Taylor, G., Sinnett, D., et Freer-Smith, P. (2011). Estimating the removal of atmospheric particulate pollution by the urban tree canopy of London, under current and future environments. *Landscape and Urban Planning*, 103(2), 129-138. <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.07.003>>
- Tan, J., Zheng, Y., Tang, X., Guo, C., Li, L., Song, G., Zhen, X., Yuan, D., Kalkstein, A. J., et Li, F. (2010). The urban heat island and its impact on heat waves and human health in Shanghai. *International Journal of Biometeorology*, 54(1), 75-84.
- Tapsell, S. M., et Tunstall, S. M. (2008). "I wish I'd never heard of Banbury" : The relationship between 'place' and the health impacts from flooding. *Health et Place*, 14(2), 133-154. <<https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2007.05.006>>
- Tempark, T., Lueangarun, S., Chatproedprai, S., et Wananukul, S. (2013). Flood-related skin diseases : A literature review. *International Journal of Dermatology*, 52(10), 1168-1176. <<https://doi.org/10.1111/jid.12064>>
- Tereszczuk, K. A., Rochon, Y. J., McLinden, C. A., et Vaillancourt, P. A. (2018). Optimizing UV Index determination from broadband irradiances. *Geoscientific Model Development*, 11(3), 1093-1113. <<https://doi.org/10.5194/gmd-11-1093-2018>>
- The Ontario Sun Safety Working Group. (2010). *Sun Exposure and Protective Behaviours in Ontario: An Ontario Report Based on the 2006 Second National Sun Survey*. Toronto, ON: Canadian Cancer Society, Ontario Division. Consulté sur le site: <<http://www.cancercareontario.ca/sites/ccocancercare/files/assets/CCOSunExposure.pdf>>
- Thistlethwaite, J., Henstra, D., Peddle, S., et Daniel, S. (2017). *Canadian voices on changing flood risk—Findings from a National Survey*. University of Waterloo. Consulté sur le site: <<https://uwaterloo.ca/climate-centre/news/canadian-voices-changing-flood-risk-findings-national-survey>>
- Thistlethwaite, J., Minano, A., Henstra, D., Scott, D. (2020). *Indigenous Reserve Lands in Canada Face High Flood Risk*. Centre for International Governance Innovation. Policy Brief No. 159. Consulté sur le site: <<https://www.cigionline.org/sites/default/files/documents/PB%20no.159.pdf>>
- Thompson, R., Garfin, D. R., et Silver, R. C. (2017). Evacuation from natural disasters : A systematic review of the literature. *Risk Analysis*, 37(4), 812-839.
- Thompson, R., Hornigold, R., Page, L., et Waite, T. (2018). Associations between high ambient temperatures and heat waves with mental health outcomes : A systematic review. *Public Health*, 161, 171-191. <<https://doi.org/10.1016/j.puhe.2018.06.008>>
- Thomson, H., Snell, C., et Bouzarovski, S. (2017). Health, well-being and energy poverty in Europe : A comparative study of 32 European countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(6). <<https://doi.org/10.3390/ijerph14060584>>
- Thordardottir, E. B., Valdimarsdottir, U. A., Hansdottir, I., Resnick, H., Shipherd, J. C., et Gudmundsdottir, B. (2015). Posttraumatic stress and other health consequences of catastrophic avalanches : A 16-year follow-up of survivors. *Journal of Anxiety Disorders*, 32, 103-111. <<https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2015.03.005>>
- Toloo, G., FitzGerald, G., Aitken, P., Verrall, K., et Tong, S. (2013). Evaluating the effectiveness of heat warning systems : Systematic review of epidemiological evidence. *International Journal of Public Health*, 58(5), 667-681. <<https://doi.org/10.1007/s00038-013-0465-2>>
- Touchaei, A. G., et Akbari, H. (2015). Evaluation of the seasonal effect of increasing albedo on urban climate and energy consumption of buildings in Montreal. *Urban Climate*, 14, 278-289. <<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2015.09.007>>
- Toutant, S., Gosselin, P., Bélanger, D., Bustinza, R., et Rivest, S. (2011). An open source web application for the surveillance and prevention of the impacts on public health of extreme meteorological events: the SUPREME system. *International Journal of Health Geographics*, 10, 39. <<https://doi.org/10.1186/1476-072X-10-39>>
- Townshend, I., Awosoga, O., Kulig, J., Botey, A. P., Shepard, B., et McFarlane, B. (2015). Impacts of wildfires on school children : A case study of Slave Lake, Alberta, Canada. *International Journal of Mass Emergencies et Disasters*, 33(2), 148-187.

- Traffic Injury Research Foundation (TIRF). (2012). *Winter tires: A review of research on effectiveness and use*. Consulté sur le site: <https://tirf.ca/wp-content/uploads/2017/01/2012_Winter_Tire_Report_7.pdf>
- Tunstall, S., Tapsell, S., Green, C., Floyd, P., et George, C. (2006). The health effects of flooding : Social research results from England and Wales. *Journal of Water and Health*, 4(3), 365-380. <<https://doi.org/10.2166/wh.2006.031>>
- Turcotte-Tremblay, A. M., Lim, R., Laplante, D. P., Kobzik, L., Brunet, A., et King, S. (2014). Prenatal maternal stress predicts childhood asthma in girls: project ice storm. *BioMed Research International*, 2014, 201717. <<https://doi.org/10.1155/2014/201717>>
- Turner, L., Alderman, K., et Tong, S. (2012a). The 2011 Brisbane floods affected residents' health. *Medical Journal of Australia*, 197(4), 214-216.
- Turner, L. R., Barnett, A. G., Connell, D., et Tong, S. (2012b). Ambient temperature and cardiorespiratory morbidity : A systematic review and meta-analysis. *Epidemiology*, 23(4), 594-606. <<https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3182572795>>
- Uscher-Pines, L. (2009). Health effects of relocation following disaster : A systematic review of the literature. *Disasters*, 33(1), 122. <<https://doi.org/10.1111/j.1467-7717.2008.01059.x>>
- U.S. Climate Resilience Toolkit. (2017). *Iñupiat Work to Preserve Food and Traditions on Alaska's North Slope. Case study*. Consulté sur le site: <<https://toolkit.climate.gov/case-studies/i%C3%B1upiat-work-preserve-food-and-traditions-alaskas-north-slope>>
- Vahmani, P., Jones, A. D., et Patricola, C. M. (2019). Interacting implications of climate change, population dynamics, and urban heat mitigation for future exposure to heat extremes. *Environmental Research Letters*, 14(8), 084051. <<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab28b0>>
- Valois, P., Bouchard, D., Talbot, D., Caron, M., Renaud, J. S., Gosselin, P. et Jacob, J. (2020a). Adoption of flood-related preventive behaviours by people having different risks and histories of flooding. *Natural Hazards*, 102(3), 1155-1173. <<https://doi.org/10.1007/s11069-020-03950-9>>
- Valois, P., Caron, M., Gousse-Lessard, A. S., Talbot, D., et Renaud, J. S. (2019). Development and validation of five behavioral indices of flood adaptation. *BMC public health*, 19(1), 1-17. <<https://doi.org/10.1186/s12889-019-6564-0>>
- Valois, P., Jacob, J., Mehiri, K., Talbot, D., Renaud, J.-S. et Caron, M. (2017a). *Portrait de l'adaptation aux changements climatiques dans les organisations du secteur de la santé au Québec*. Université Laval. Consulté sur le site: <http://www.monclimatmasante.qc.ca/Data/Sites/1/publications/oqacc_rapport_sante_21_nov_final.pdf>
- Valois, P., Talbot, D., Caron, M., Carrier, M.-P., Morin, A. J. S., Renaud, J.-S., Jacob, J. et Gosselin, P. (2017b). Development and Validation of a Behavioural Index for Adaptation to High Summer Temperatures among Urban Dwellers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(7), 820. <<https://doi.org/10.3390/ijerph14070820>>
- Valois, P., Talbot, D., Bouchard, D., Renaud, J. S., Caron, M., Canuel, M. et Arrambourg, N. (2020b). Using the theory of planned behavior to identify key beliefs underlying heat adaptation behaviors in elderly populations. *Population and Environment*, 41, 480-506. <<https://doi.org/10.1007/s11111-020-00347-5>>
- Vanasse, A., Cohen, A., Courteau, J., Bergeron, P., Chebana, F., Gosselin, P., Rochette, L., Blais, C., et Ouarda, T. B. M. J. (2015). *Impact des inondations importantes sur la santé cardiovasculaire au Québec : Les cas de Saguenay (1996) et de St-Jean-sur-Richelieu (2011) : Rapport final*. INRS, Centre Eau Terre Environnement. Consulté sur le site: <<http://espace.inrs.ca/2814/>>
- Vanasse, A., Cohen, A., Courteau, J., Bergeron, P., Dault, R., Gosselin, P., Blais, C., Bélanger, D., Rochette, L., Chebana, F. (2016a). Association between floods and acute cardiovascular diseases : A population-based cohort study using a geographic information system approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(2), 168. <<https://doi.org/10.3390/ijerph13020168>>
- Vanasse, A., Talbot, D., Chebana, F., Bélanger, D., Gosselin, P., Blais, C., Gamache, P., Giroux, J.-X., et Dault, R. (2016b). *Impact des conditions météorologiques sur le délai de survenue des événements d'insuffisance cardiaque chez les personnes âgées de 65 ans et plus diagnostiquées avec cette condition médicale au Québec, de 2001 à 2011 : Rapport final*. INRS, Centre Eau Terre Environnement. Consulté sur le site: <<http://espace.inrs.ca/5789/>>
- van der Kamp, D. (2016). *Drought, wildfire, and climate change in Metro Vancouver's water supply area*. Metro Vancouver. Consulté sur le site: <<https://sustain.ubc.ca/about/resources/drought-wildfire-and-climate-change-metro-vancouver%E2%80%99s-water-supply-area>>
- van der Leun, J. C., Piacentini, R. D., et Gruij, F. R. de. (2008). Climate change and human skin cancer. *Photochemical et Photobiological Sciences*, 7(6), 730-733. <<https://doi.org/10.1039/B719302E>>
- Vanos, J. K. (2015). Children's health and vulnerability in outdoor microclimates : A comprehensive review. *Environment International*, 76, 115.
- VanStone, N., van Dijk, A., Chisamore, T., Mosley, B., Hall, G., Belanger, P., et Moore, K. M. (2017). Characterizing the effects of extreme cold using real-time syndromic surveillance, Ontario, Canada, 2010-2016. *Public Health Reports*, 132, 48S-52S. <<https://doi.org/10.1177/0033354917708354>>

- Van Wagner, C. (2015). Feux de forêt au Canada. *L'encyclopédie Canadienne*. Consulté sur le site : <<https://www.thecanadianencyclopedia.ca/fr/article/incendie-forestier>>
- Varghese, B. M., Hansen, A., Bi, P., et Pisaniello, D. (2018). Are workers at risk of occupational injuries due to heat exposure? A comprehensive literature review. *Safety Science*, 110, 380-392. <<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.04.027>>
- Veru, F., Dancause, K., Laplante, D. P., King, S., et Luheshi, G. (2015). Prenatal maternal stress predicts reductions in CD4+lymphocytes, increases in innate-derived cytokines, and a Th2 shift in adolescents : Project Ice Storm. *Physiology et Behavior*, 144, 137-145. <<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.03.016>>
- Vida, S., Durocher, M., Ouarda, T. B. M. J., et Gosselin, P. (2012). Relationship between ambient temperature and humidity and visits to mental health emergency departments in Québec. *Psychiatric Services*, 63(11), 1150-1153. <<https://doi.org/10.1176/appi.ps.201100485>>
- Vieth, R., Cole, D. E., Hawker, G. A., Trang, H. M., et Rubin, L. A. (2001). Wintertime vitamin D insufficiency is common in young Canadian women, and their vitamin D intake does not prevent it. *European Journal of Clinical Nutrition*, 55(12), 1091-1097. <<https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601275>>
- Vins, H., Bell, J., Saha, S., et Hess, J. J. (2015). The mental health outcomes of drought : A systematic review and causal process diagram. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(10), 13251-13275.
- Vodden, K. et Cunsolo, A. (2021) : Collectivités rurales et éloignées; chapitre 3 dans *Le Canada dans un climat en changement : Rapport sur les enjeux nationaux*, (éd.) F.J. Warren et N. Lulham, gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario. Consulté sur le site : <<https://changingclimate.ca/national-issues/fr/>>
- Vonk, J. E., Tank, S. E., Bowden, W. B., Laurion, I., Vincent, W. F., Alekseychik, P., Amyot, M., Billet, M., Canario, J., et Cory, R. M. (2015). Reviews and syntheses : Effects of permafrost thaw on Arctic aquatic ecosystems. *Biogeosciences*, 12(23), 7129-7167.
- Vutcovici, M., Goldberg, M. S., et Valois, M.-F. (2014). Effects of diurnal variations in temperature on non-accidental mortality among the elderly population of Montreal, Quebec, 1984–2007. *International Journal of Biometeorology*, 58(5), 843-852.
- Wachinger, G., Renn, O., Begg, C., et Kuhlicke, C. (2013). The risk perception paradox—Implications for governance and communication of natural hazards. *Risk analysis*, 33(6), 1049-1065.
- Wai, K.-M., Yu, P. K. N., et Lam, K.-S. (2015). Reduction of solar UV radiation due to urban high-rise buildings – a coupled modelling study. *PLoS ONE*, 10(8), e0135562. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135562>>
- Waite, T., Murray, V., et Baker, D. (2014). Carbon monoxide poisoning and flooding : Changes in risk before, during and after flooding require appropriate public health interventions. *PLoS Currents*, 6. <<https://doi.org/10.1371/currents.dis.2b2eb9e15f9b982784938803584487f1>>
- Walder, D. J., Laplante, D. R., Sousa-Pires, A., Veru, F., Brunet, A., et King, S. (2014). Prenatal maternal stress predicts autism traits in 61/2 year-old children : Project Ice Storm. *Psychiatry Research*, 219(2), 353-360. <<https://doi.org/10.1016/j.psychres.2014.04.034>>
- Wang, L., Liu, T., Hu, M., Zeng, W., Zhang, Y., Rutherford, S., Lin, H., Xiao, J., Yin, P., Liu, J., Chu, C., Tong, S., Ma, W., et Zhou, M. (2016a). The impact of cold spells on mortality and effect modification by cold spell characteristics. *Scientific Reports*, 6, 38380. <<https://doi.org/10.1038/srep38380>>
- Wang, X., Lavigne, E., Ouellette-Kuntz, H., et Chen, B. E. (2014). Acute impacts of extreme temperature exposure on emergency room admissions related to mental and behavior disorders in Toronto, Canada. *Journal of Affective Disorders*, 155, 154-161.
- Wang, Yan., Bobb, J. F., Papi, B., Wang, Y., Kosheleva, A., Di, Q., Schwartz, J. D., et Dominici, F. (2016b). Heat stroke admissions during heat waves in 1,916 US counties for the period from 1999 to 2010 and their effect modifiers. *Environmental Health*, 15(1), 83. <<https://doi.org/10.1186/s12940-016-0167-3>>
- Wang, Yupeng., Berardi, U., et Akbari, H. (2015). Comparing the effects of urban heat island mitigation strategies for Toronto, Canada. *Energy and Buildings*, 114, 2-19.
- Wang, Yuxuan., Xie, Y., Dong, W., Ming, Y., Wang, J., et Shen, L. (2017). Adverse effects of increasing drought on air quality via natural processes. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 17(20), 1282712843. <<https://doi.org/10.5194/acp-17-12827-2017>>
- Warren, F. et Lulham, N., éditeurs (2021). *Le Canada dans un climat en changement : Rapport sur les enjeux nationaux*; Gouvernement du Canada, Ottawa, ON. Consulté sur le site : <<https://changingclimate.ca/national-issues/fr/>>
- Warsini, S., West, C., Ed, G. D., Res Meth, G. C., Mills, J., et Usher, K. (2014). The psychosocial impact of natural disasters among adult survivors : An integrative review. *Issues in Mental Health Nursing*, 35(6), 420-436.
- Watson, M., Holman, D. M., et Maguire-Eisen, M. (2016). Ultraviolet radiation exposure and its impact on skin cancer risk. *Seminars in Oncology Nursing*, 32(3), 241-254. <<https://doi.org/10.1016/j.soncn.2016.05.005>>
- Weinstein, J. M., Yarnold, P. R., et Hornung, R. L. (2001). Parental knowledge and practice of primary skin cancer prevention : Gaps and solutions. *Pediatric Dermatology*, 18(6), 473-477. <<https://doi.org/10.1046/j.1525-1470.2001.1861996.x>>



- Weller, R. B. (2017). The health benefits of UV radiation exposure through vitamin D production or non-vitamin D pathways. Blood pressure and cardiovascular disease. *Photochemical et Photobiological Sciences*, 16(3), 374-380.
- Wheaton, E., Kulshreshtha, S., Wittrock, V., et Koshida, G. (2008). Dry times : Hard lessons from the Canadian drought of 2001 and 2002. *The Canadian Geographer = Le Géographe Canadien*, 52(2), 241-262. doi:10.1111/j.1541-0064.2008.00211.x
- Williams, S., Hanson-Easey, S., Robinson, G., Pisaniello, D., Newbury, J., Saniotis, A., et Bi, P. (2017). Heat adaptation and place : Experiences in South Australian rural communities. *Regional environmental change*, 17(1), 273-283.
- Willoughby, M., Kipsaina, C., Ferrah, N., Blau, S., Bugeja, L., Ranson, D., et Ibrahim, J. E. (2017). Mortality in nursing homes following emergency evacuation : A systematic review. *Journal of the American Medical Directors Association*, 18(8), 664-670.
- Wintermeyer, E., Ihle, C., Ehnert, S., Stöckle, U., Ochs, G., de Zwart, P., Flesch, I., Bahrs, C., et Nussler, A. K. (2016). Crucial Role of Vitamin D in the Musculoskeletal System. *Nutrients*, 8(6), 319. <<https://doi.org/10.3390/nu8060319>>
- Witham, M. D., Donnan, P. T., Vadiveloo, T., Sniehotta, F. F., Crombie, I. K., Feng, Z., et McMurdo, M. E. T. (2014). Association of day length and weather conditions with physical activity levels in older community dwelling people. *PLOS ONE*, 9(1), e85331. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085331>>
- World Health Organization. (2013a). *Review of evidence on health aspects of air pollution-REVIHAAP Project*. Consulté sur le site: <http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf?ua=1>
- Wotton, B. M., Flannigan, M. D., et Marshall, G. A. (2017). Potential climate change impacts on fire intensity and key wildfire suppression thresholds in Canada. *Environmental Research Letters*, 12(9), 095003. <<https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa7e6e>>
- Wouters, H., De Ridder, K., Poelmans, L., Willems, P., Brouwers, J., Hosseinzadehtalaei, P., Tabari, H., Vanden Broucke, S., van Lipzig, N. P. M., et Demuzere, M. (2017). Heat stress increase under climate change twice as large in cities as in rural areas : A study for a densely populated midlatitude maritime region. *Geophysical Research Letters*, 44(17), 8997-9007. <<https://doi.org/10.1002/2017GL074889>>
- Wright, C. J., Sargeant, J. M., Edge, V. L., Ford, J. D., Farahbakhsh, K., RICC, Shiwak, I., Flowers, C., IHACC Research Team, et Harper, S. L. (2018). Water quality and health in northern Canada: stored drinking water and acute gastrointestinal illness in Labrador Inuit. *Environmental Science and Pollution Research International*, 25(33), 32975-32987. <<https://doi.org/10.1007/s11356-017-9695-9>>
- Xiang, J., Bi, P., Pisaniello, D., et Hansen, A. (2014). Health impacts of workplace heat exposure : An epidemiological review. *Industrial Health*, 52(2), 91-101. <<https://doi.org/10.2486/indhealth.2012-0145>>
- Xu, Z., Etsel, R. A., Su, H., Huang, C., Guo, Y., et Tong, S. (2012). Impact of ambient temperature on children's health : A systematic review. *Environmental Research*, 117, 120-131. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2012.07.002>>
- Xu, Z., FitzGerald, G., Guo, Y., Jalaludin, B., et Tong, S. (2016). Impact of heatwave on mortality under different heatwave definitions : A systematic review and meta-analysis. *Environment International*, 89, 193-203.
- Xu, Z., Liu, Y., Ma, Z., Li, S., Hu, W., et Tong, S. (2014a). Impact of temperature on childhood pneumonia estimated from satellite remote sensing. *Environmental Research*, 132, 334-341. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.04.021>>
- Xu, Z., Sheffield, P. E., Su, H., Wang, X., Bi, Y., et Tong, S. (2014b). The impact of heat waves on children's health : A systematic review. *International Journal of Biometeorology*, 58(2), 239-247. <<https://doi.org/10.1007/s00484-013-0655-x>>
- Yam, J. C. S., et Kwok, A. K. H. (2014). Ultraviolet light and ocular diseases. *International Ophthalmology*, 34(2), 383-400. <<https://doi.org/10.1007/s10792-013-9791-x>>
- Yan, B., Chebana, F., Masselot, P., Campagna, C., Gosselin, P., Ouarda, T. B., et Lavigne, E. (2020). A cold-health watch and warning system, applied to the province of Quebec (Canada). *Science of The Total Environment*, 741, 140-188. <[10.1016/j.scitotenv.2020.140188](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140188)>
- Yao, J., Brauer, M., et Henderson, S. B. (2013). Evaluation of a wildfire smoke forecasting system as a tool for public health protection. *Environmental health perspectives*, 121(10), 1142.
- Yao, J., Stieb, D. M., Taylor, E., et Henderson, S. B. (2020). Assessment of the Air Quality Health Index (AQHI) and four alternate AQHI-Plus amendments for wildfire seasons in British Columbia. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne de Sante Publique*, 111(1), 96-106. <<https://doi.org/10.17269/s41997-019-00237-w>>
- Ye, X., Wolff, R., Yu, W., Vaneckova, P., Pan, X., et Tong, S. (2012). Ambient temperature and morbidity : A review of epidemiological evidence. *Environmental Health Perspectives*, 120(1), 19-28. <<https://doi.org/10.1289/ehp.1003198>>
- Youl, P. H., Janda, M., et Kimlin, M. (2009). Vitamin D and sun protection : The impact of mixed public health messages in Australia. *International Journal of Cancer*, 124(8), 1963-1970. <<https://doi.org/10.1002/ijc.24154>>

Young, I., Smith, B. A., et Fazil, A. (2015). A systematic review and meta-analysis of the effects of extreme weather events and other weather-related variables on *Cryptosporidium* and *Giardia* in fresh surface waters. *Journal of Water and Health*, 13(1), 117.

Youssouf, H., Lioussé, C., Roblou, L., Assamoi, E.-M., Salonen, R. O., Maesano, C., Banerjee, S., et Annesi-Maesano, I. (2014). Non-accidental health impacts of wildfire smoke. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(11), 11772-11804.

Yu, W., Mengersen, K., Wang, X., Ye, X., Guo, Y., Pan, X., et Tong, S. (2012). Daily average temperature and mortality among the elderly : A meta-analysis and systematic review of epidemiological evidence. *International Journal of Biometeorology*, 56(4), 569-581. <<https://doi.org/10.1007/s00484-011-0497-3>>

Yusa, A., Berry, P., J. Cheng, J., Ogden, N., Bonsal, B., Stewart, R., et Waldick, R. (2015). Climate change, drought and human health in Canada. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(7), 8359-8412. <<https://doi.org/10.3390/ijerph120708359>>

Zeng, J., Zhang, X., Yang, J., Bao, J., Xiang, H., Dear, K., Liu, Q., Lin, S., Lawrence, W. R., et Lin, A. (2017). Humidity may modify the relationship between temperature and cardiovascular mortality in Zhejiang Province, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(11), 1383.

Zhang, X., Flato, G., Kirchmeier-Young, M., Vincent, L., Wan, H., Wang, X., Rong, R., Fyfe, J., Li, G., et Kharin, V. V. (2019). Les changements de température et de précipitations au Canada. Dans E. Bush et D. Lemmen (éd.), *Rapport sur le climat changeant du Canada* (pages 112 à 193). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/>>

Zimmermann, E., Bracalenti, L., Piacentini, R., et Inostroza, L. (2016). Urban flood risk reduction by increasing green areas for adaptation to climate change. *Procedia Engineering*, 161, 2241-2246. <<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.822>>

Zivin, J. G., et Neidell, M. (2014). Temperature and the allocation of time : Implications for climate change. *Journal of Labor Economics*, 32(1), 126. <<https://doi.org/10.1086/671766>>

Zscheischler, J., Westra, S., Van Den Hurk, B. J., Seneviratne, S. I., Ward, P. J., Pitman, A., AghaKouchak, A., Bresch, D.N., Leonard, M., Wahl, T., et Zhang, X. (2018). Future climate risk from compound events. *Nature Climate Change*, 8(6), 469-477. <<https://doi.org/10.1038/s41558-018-0156-3>>



CHAPITRE 4

Santé mentale et bien-être

LA SANTÉ DES CANADIENS ET DES CANADIENNES DANS
UN CLIMAT EN CHANGEMENT : FAIRE PROGRESSER NOS
CONNAISSANCES POUR AGIR



Santé
Canada

Health
Canada

Canada



Auteure principale

Katie Hayes, Santé Canada

Auteurs collaborateurs

Ashlee Cunsolo, Université Memorial

Jura Augustinavicius, Université McGill

Rebecca Stranberg, Santé Canada

Susan Clayton, Collège de Wooster

Maria Malik, Agence canadienne d'inspection des aliments

Shawn Donaldson, Santé Canada et Université Carleton

Gabrielle Richards, Université d'Ottawa

Amber Bedard, Université de Calgary

Lewis Archer, Save the Children

Tyrone Munroe, Four Arrows Regional Health Authority

Carla Hilario, Université de l'Alberta

Suggestion de citation

Hayes, K., Cunsolo, A., Augustinavicius, J., Stranberg, R., Clayton, S., Malik, M., Donaldson, S., Richards, G., Bedard, A., Archer, L., Munro, T., et Hilario, C. (2022). Santé mentale et bien-être. Dans P. Berry et R. Schnitter (éd.), [*La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir*](#). Ottawa (Ontario) : gouvernement du Canada.



Table des matières

Résumé	256
Messages clés	256
4.1 Introduction	261
4.2 Termes clés	263
4.3 Méthodes et approche	265
4.4 Impacts des changements climatiques sur la santé mentale	266
4.4.1 Liens de causalité	266
4.4.2 Moment de l'apparition des répercussions	268
4.4.3 Impacts des dangers graves sur la santé mentale	268
4.4.3.1 Inondations	269
4.4.3.2 Événements de chaleur extrême	270
4.4.3.3 Feux de forêt	271
4.4.3.4 Ouragans	272
4.4.4 Effets des dangers à évolution lente sur la santé mentale	273
4.4.4.1 Sécheresse	273
4.4.4.2 Fonte de la glace de mer et élévation du niveau de la mer	274
4.4.5 Questions générales liées à la santé mentale et aux changements climatiques	274
4.4.5.1 Migration et déplacement	274
Encadré 4.1 Santé mentale et sécurité culturelle des collectivités autochtones touchées par des évacuations en raison d'événements météorologiques extrêmes	275
4.4.5.2 Impacts sur les systèmes et établissements de santé	277
Encadré 4.2 Renforcement des soins de santé mentale à High River, en Alberta	277
4.4.5.3 Pertes et dommages	278
4.5 Populations à risque plus élevé	280
4.5.1 Peuples autochtones	280
4.5.2 Sexe et genre	281
4.5.3 Enfants, jeunes et adultes âgés	282
4.5.4 Populations de faible niveau socioéconomique et sans-abri	282
4.5.5 Personnes ayant des problèmes de santé préexistants	283



4.5.6 Groupes professionnels	283
4.6 Risques liés à la santé mentale et coût économique prévus	284
4.6.1 Risques prévus pour la santé mentale découlant des changements climatiques	284
4.6.2 Coût économique prévu des répercussions sur la santé	284
4.7 Mesures d'adaptation pour réduire les risques	285
4.7.1 Rôles et responsabilités en matière d'adaptation dans le but de réduire les risques	285
4.7.2 Politiques et programmes qui réduisent les risques	286
Encadré 4.3 Programme de surveillance de l'environnement et de la santé eNuk	287
4.7.2.1 Observation et surveillance des effets sur la santé mentale	288
4.7.2.2 Soutien aux jeunes	288
Encadré 4.4 Ka Pimthatek Pakthehnamoowin, un voyage d'espoir à Island Lake, au Manitoba	289
4.7.2.3 Interactions avec le milieu naturel	289
4.7.3 Avantages accessoires de la lutte contre les effets des changements climatiques qui pourraient bénéficier la santé mentale	290
4.7.4 Mesures d'adaptation possibles et obstacles	291
4.7.4.1 Capital social	292
4.7.4.2 Sentiment d'appartenance à la collectivité	293
4.7.4.3 Communication et sensibilisation	294
4.7.4.4 Collaboration intersectorielle et transdisciplinaire	296
4.7.4.5 Interventions gouvernementales et accès aux ressources	296
4.7.4.6 Documentation et formation en santé mentale	297
4.7.4.7 Ressources et interventions adaptées sur le plan culturel	297
4.7.4.8 Établissement du niveau de préparation des collectivités à l'aide d'évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation	298
4.8 Lacunes en matière de connaissances	304
4.9 Conclusion	306
4.9 Références	307

Résumé

Les changements climatiques accroissent les risques à l'égard de la santé mentale et du bien-être de nombreuses personnes au Canada. Les populations particulières qui peuvent être touchées de façon disproportionnée et inéquitable comprennent celles qui font l'objet d'iniquités en santé en raison de la race, de la culture, du genre, de l'âge, du statut socioéconomique, de la capacité et de l'emplacement géographique. Ces facteurs sont inclus dans les déterminants sociaux, biologiques, environnementaux et culturels de la santé qui sont amplifiés par les changements climatiques. La santé mentale peut être touchée par des aléas à court et à long termes tels que les inondations, les événements de chaleur extrême, les feux de forêt et les ouragans, de même que la sécheresse, l'élévation du niveau de la mer et la fonte du pergélisol. Connaître les menaces liées aux changements climatiques et en prendre conscience peuvent aussi avoir une incidence sur la santé mentale et le bien-être et entraîner des réactions émotionnelles et comportementales telles que l'inquiétude, le chagrin, l'anxiété, la colère, le désespoir et la peur.

Les impacts des changements climatiques sur la santé mentale peuvent inclure l'aggravation de maladies mentales existantes, comme la psychose; l'apparition de nouveaux cas de maladies mentales, comme le trouble de stress post-traumatique; des facteurs de stress liés à la santé mentale, comme le deuil, l'inquiétude, l'anxiété et les traumatismes indirects; et la perte du sentiment d'appartenance, qui fait référence à un détachement perçu ou réel de la collectivité, de l'environnement ou de la patrie. Ils peuvent également perturber le bien-être psychosocial et la résilience, émousser le sentiment d'avoir une vie qui a du sens et miner la cohésion communautaire, ce qui peut occasionner de la détresse, des taux plus élevés d'hospitalisations, une augmentation des idéations suicidaires ou des suicides et un accroissement des comportements négatifs comme l'abus de substances, la violence et l'agression. Les efforts d'adaptation pouvant atténuer les impacts des changements climatiques sur la santé mentale comprennent l'élargissement des activités de communication, de sensibilisation et de préparation communautaire; un meilleur accès aux soins de santé pour ceux qui ont besoin d'aide; et une meilleure littérature et formation en santé mentale.

Messages clés

- Le fardeau actuel de la mauvaise santé mentale au Canada risque de s'intensifier en raison des changements climatiques. Étant donné le très grand nombre de Canadiens et de Canadiennes aux prises avec des problèmes de santé mentale, les résultats défavorables des futurs changements climatiques sur la santé mentale risquent d'augmenter de façon considérable.
- Les aléas liés aux changements climatiques qui peuvent avoir un effet néfaste sur la santé mentale de la population canadienne comprennent des dangers graves comme les inondations, les événements de chaleur extrême, les feux de forêt et les ouragans, de même que des aléas à évolution lente tels que la sécheresse, l'élévation du niveau de la mer et la fonte du pergélisol. Les impacts secondaires des dangers climatiques (tels que l'insécurité économique, le déplacement de populations et l'insécurité alimentaire et hydrique) peuvent causer un stress continu, de l'anxiété et de la dépression.

- Les impacts des changements climatiques sur la santé mentale peuvent inclure l'aggravation de maladies mentales existantes, comme la psychose; l'apparition de nouveaux cas de maladies mentales, comme le trouble de stress post-traumatique; des facteurs de stress liés à la santé mentale, comme le deuil, l'inquiétude, l'anxiété et les traumatismes indirects; et la perte du sentiment d'appartenance, qui fait référence à un détachement perçu ou réel de la collectivité, de l'environnement ou de la patrie. Ils peuvent également perturber le bien-être psychosocial et la résilience, éroder le sentiment d'avoir une vie qui a du sens et miner la cohésion communautaire, ce qui peut occasionner de la détresse, des taux plus élevés d'hospitalisations, une augmentation des idées suicidaires ou des suicides et un accroissement des comportements négatifs comme l'abus de substances, la violence et l'agression.
- Les changements climatiques et les changements environnementaux connexes peuvent causer des réactions émotionnelles et comportementales complexes chez les gens, qui ne sont pas nécessairement pathologiques. Ces réactions de détresse environnementale, appelées syndromes psychoterratiques, incluent l'écoanxiété, la solastalgie et l'écoparalysie.
- Les changements climatiques touchent de façon disproportionnée la santé mentale de certaines populations, notamment les Autochtones; les femmes; les enfants; les jeunes; les adultes âgés; les personnes qui vivent dans des conditions socioéconomiques défavorables (y compris les sans-abri); les personnes qui ont des problèmes de santé physique et mentale préexistants; et certains groupes professionnels tels que les personnes qui travaillent à l'extérieur et les premiers intervenants. Par exemple, les peuples autochtones sont plus à risque d'être déplacés en raison de dangers liés au climat. Cela peut engendrer l'annihilation du sentiment d'appartenance à la communauté et la perte de moyens de subsistance, ce qui peut avoir des répercussions sur le bien-être individuel et collectif.
- Compte tenu des coûts actuellement élevés que représentent les maladies mentales pour la société et de l'ampleur des impacts des changements climatiques sur la santé mentale, on s'attend à ce que le coût futur pour la population canadienne et les systèmes de santé soit élevé, étant donné que le climat continue de se réchauffer.
- L'accès à des professionnels de la santé mentale, à des établissements de santé mentale et de soins de santé, à des services sociaux et à de l'information sur les soins de santé mentale adaptée à la culture peut prévenir les effets néfastes sur la santé mentale, améliorer les résultats et accroître le bien-être dans un climat en évolution. Les milieux ruraux, éloignés et urbains qui ont actuellement de la difficulté à fournir des soins de santé mentale seront confrontés à une demande accrue pour des services en raison des impacts des changements climatiques.
- Une communication et une sensibilisation accrues sur les impacts des changements climatiques sur la santé mentale, une meilleure préparation communautaire aux répercussions éventuelles, un accès à grande échelle à des soins de santé adaptés à la culture pour aider les personnes dans le besoin, une collaboration intersectorielle et transdisciplinaire sur les initiatives d'adaptation et une meilleure littératie et formation en santé mentale appuient les efforts de préparation aux impacts des changements climatiques sur la population canadienne.



- Des mesures bien conçues pour atténuer les émissions de gaz à effet de serre et favoriser l'adaptation aux changements climatiques – comme le transport actif, la gestion de l'environnement, l'infrastructure verte et l'amélioration des réseaux sociaux et des services de soutien communautaires – peuvent également présenter des avantages sur le plan de la santé mentale.

Déterminants sociaux de la santé	Déterminants écologiques de la santé	Dangers
Emploi	Changements climatiques et atmosphériques	Précipitations extrêmes <i>(*inondations, ouragans)</i>
Éducation	Écotoxicité et pollution	*Températures extrêmes
Revenu	Épuisement des ressources, des écosystèmes et des espèces	*Feux de forêt
Logement et conditions de travail		*Sécheresse
Environnements physiques		Élévation du niveau de la mer
Soutiens sociaux		* Fonte du pergélisol
Accès aux soins de santé		Les changements climatiques en général
Culture		* le plus courant au Canada
Sexe		
Expériences vécues pendant l'enfance		

Impacts

Résultats cliniques en matière de santé mentale		
TSPT	Violence	Traumatisme indirect
Trouble dépressif majeur	Agression	Altruisme
Anxiété	Toxicomanie	Compassion
Dépression	Inquiétude et peur	Croissance post-traumatique
Idees suicidaires	Culpabilité du survivant	

Les éléments déclencheurs et le moment d'apparition des séquelles varient (dans l'immédiat et à long terme)

Interventions*		
Interventions stratégiques	Sensibilisation	Intégration de la santé mentale dans la gestion des catastrophes
Pratiques	Interventions communautaires	Pharmacothérapeutique
Interventions comportementales	Formation spéciale	

*Éventail d'intervenants dans différents secteurs

Facteurs d'influence

- Littératie en matière de santé mentale
- Communication et sensibilisation
- Formation en soins de santé
- Sentiment d'appartenance à la collectivité
- Capital social
- Évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation
- Accès (financier et physique)
- Aide gouvernementale
- Collaboration intersectionnelle
- Préparation des collectivités
- Pertinence culturelle

Facteurs qui influent sur les répercussions psychosociales des changements climatiques sur la santé. Source : Hayes et coll., 2019.



Aperçu des impacts des changements climatiques sur la santé mentale et bien-être

CATÉGORIE D'IMPACT ET D'ALÉA POUR LA SANTÉ	CAUSES LIÉES AU CLIMAT	EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ
Santé mentale	<ul style="list-style-type: none">• Augmentation de la fréquence et de la gravité des précipitations (p. ex., ouragans, inondations, tempêtes de verglas)• Sécheresses• Feux de forêt• Températures extrêmes• Réduction de la sécurité alimentaire et hydrique• Fonte du pergélisol• Élévation du niveau de la mer• Réchauffement graduel	<ul style="list-style-type: none">• Trouble de stress post-traumatique (TSPT)• Anxiété• Inquiétude et peur• Dépression• Stress• Traumatisme indirect• Fatigue associée au rétablissement• Idéations suicidaires• Affaiblissement des liens sociaux• Dépendances (p. ex., consommation de drogues et d'alcool)• Agression, y compris la violence familiale• Écoanxiété/anxiété découlant des changements climatiques• Écodeuil/deuil climatique• Solastalgie• Croissance post-traumatique• Impacts sur les services de santé et services sociaux

4.1 Introduction

Les changements climatiques posent des risques importants pour la santé mentale des Canadiens et des Canadiennes. Ces dix dernières années, la recherche, les débats et les reportages médiatiques sur les changements climatiques et leurs répercussions sur la santé mentale se sont multipliés. Dans un sondage national mené en 2019 auprès de 2 000 résidents du Canada (âgés de 18 ans et plus), 49 % des répondants ont indiqué qu'ils étaient de plus en plus préoccupés par les effets des changements climatiques, et 25 % ont déclaré penser souvent aux changements climatiques et être « vraiment inquiets à ce sujet » (Abacus Data, 2019). Les responsables de la santé publique au Canada se préoccupent de plus en plus de ces impacts et de la façon de soutenir l'adaptation et la résilience psychosociales¹ (ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique et Stratégie sur le changement climatique [s.d.]; Santé publique de Toronto, 2015; Yaffe, 2016; Howard et coll., 2017). La contribution à l'adaptation psychosociale s'entend de l'adoption ou de l'amélioration des comportements, des pratiques, des outils ou des interventions d'adaptation existants pour protéger la santé mentale et le bien-être social dans un climat en évolution (Séguin, 2008; Brown et Westaway, 2011). Le présent chapitre fournit de l'information sur les impacts des changements climatiques sur la santé mentale au Canada afin d'aider les responsables de la santé publique, les praticiens et les décideurs à préparer les Canadiens et les Canadiennes et leurs systèmes de santé.

Les impacts des changements climatiques sur la santé mentale sont associés à des dangers graves ainsi qu'à des aléas à évolution lente. Les aléas graves comme les inondations, les événements de chaleur extrême, les feux de forêt et les ouragans, peuvent avoir des impacts sur la santé mentale tels que des troubles de l'humeur et du comportement (Berry et coll., 2010a; Clayton et coll., 2014; Dodgen et coll., 2016; Clayton et coll., 2017). Ils peuvent également avoir des impacts secondaires sur la santé mentale en raison de préjudices physiques et des déplacements de populations, qui peuvent provoquer la perte de moyens de subsistance, un traumatisme, l'annihilation du sentiment d'appartenance, la peur à l'égard des effets imminents et l'apparition de troubles de l'humeur et du comportement persistants comme le trouble de stress post-traumatique (TSPT), la dépression et l'anxiété (Berry et coll., 2011; Cunsolo Willox et coll., 2012; Cunsolo Willox et coll., 2013a; Cunsolo Willox et coll., 2013b; Clayton et coll., 2014; Dodgen et coll., 2016; Clayton et coll., 2017; Cunsolo et Ellis, 2018; Clayton, 2020; Clayton et Karazsia, 2020). Les aléas graves peuvent également avoir des effets positifs, comme un sentiment de cohésion communautaire et d'altruisme et un sentiment que la vie a un sens, lorsque les membres d'une collectivité se rassemblent pour se soutenir les uns les autres à la suite des événements extrêmes (Weissbecker, 2011; Hayes et Poland, 2018; Hayes et coll., 2020). Les aléas à évolution lente, comme la sécheresse, l'élévation du niveau de la mer et la fonte du pergélisol, peuvent avoir une incidence sur le sentiment d'appartenance, la santé de l'écosystème, la culture et l'identité d'une personne et mener à des réactions émotionnelles d'anxiété, de chagrin, de colère, d'impuissance et de dépression (Cunsolo Willox et coll., 2012; Clayton et coll., 2017; Adlard et coll., 2018; Cunsolo et Ellis, 2018; Middleton et coll., 2020b). Les aléas graves et à évolution lente peuvent avoir des impacts secondaires sur la santé mentale (p. ex., insécurité financière, alimentaire et hydrique). Connaître

1 La santé mentale est l'un des aspects de la définition élargie de la santé psychosociale. Tel qu'il est défini dans la section 4.2 Termes clés, la *santé psychosociale* est l'interaction entre le bien-être social, qui découle des relations avec les autres et du contexte et de la culture d'une personne, et le bien-être psychologique qui comprend les pensées, les sentiments et les comportements (Berry et coll., 2014).

les menaces liées aux changements climatiques qui correspondent souvent à des expériences « par personne interposée », à des reportages ou à des catastrophes anticipées, et en prendre conscience peuvent aussi avoir une incidence sur la santé mentale et le bien-être et entraîner des réactions émotionnelles et comportementales telles que de l'inquiétude, du chagrin, de l'anxiété, de la colère, du désespoir et de la peur (Clayton et coll., 2017; Cunsolo et Ellis, 2018; Clayton, 2020; Clayton et Karazsia, 2020; Pihkala, 2020).

Pour s'attaquer aux impacts des changements climatiques sur la santé mentale des personnes vivant au Canada, il faut à la fois une meilleure compréhension et des efforts d'adaptation, car les risques augmentent avec le réchauffement climatique. Les températures au Canada ont augmenté deux fois plus rapidement que la moyenne mondiale, alors que le réchauffement des collectivités du Nord est encore plus rapide, particulièrement dans l'Inuit Nunangat² (terres ancestrales inuites) (Bush et Lemmen, 2019). À l'avenir, il devrait y avoir de plus en plus d'aléas climatiques graves et à évolution lente qui auront une incidence sur la santé mentale (voir le chapitre 3 : Aléas naturels, et le chapitre 5 : Qualité de l'air). De plus, la maladie mentale est déjà l'une des principales causes d'invalidité au pays, même avant de tenir compte de l'augmentation prévue des dangers climatiques (CAMH, 2012). Selon la Commission de la santé mentale du Canada (CSMC), environ 7,5 millions de Canadiens et de Canadiennes éprouvent des problèmes de santé mentale chaque année (CSMC, 2017). La maladie mentale peut toucher n'importe qui, peu importe l'âge, les antécédents, le niveau de scolarité, le revenu ou la culture (CSMC, 2017). Environ 50 % des personnes vivant au Canada souffriront ou auront souffert d'une forme quelconque de maladie mentale avant d'atteindre l'âge de 40 ans (CSMC, 2017). En outre, bien que le fardeau des problèmes de santé mentale soit élevé, de nombreux Canadiens et Canadiennes n'ont pas accès à des services de santé mentale, ce qui nuit à la possibilité de s'adapter en vue de réduire les risques (Cunsolo Willox et coll., 2013b; Petrusek MacDonald et coll., 2015; Moroz et coll., 2020). Par exemple, dans les régions nordiques, rurales et éloignées du Canada, de nombreuses collectivités n'ont pas accès à des fournisseurs de soins de santé mentale réguliers ou à des ressources connexes (y compris un médecin de famille), et le transport à l'intérieur et à l'extérieur des collectivités éloignées peut être entravé par les changements des régimes météorologiques et les perturbations des routes terrestres, maritimes, de glace et aériennes (ACSM, 2009; Cunsolo Willox et coll., 2012; Cunsolo Willox et coll., 2013a; Cunsolo Willox et coll., 2013b; Comité permanent des affaires autochtones et du Nord, 2017; CSMC, 2020). Les obstacles à l'accès aux soins de santé mentale dans l'ensemble du Canada sont nombreux et peuvent comprendre des contraintes financières ou physiques, la stigmatisation liée à la santé mentale, un manque de connaissances en santé mentale et peu de ressources en santé mentale adaptées à la culture (Rodriguez et Kohn, 2008; Osofsky et coll., 2010; CSMC, 2016; Hayes et coll., 2019).

Le fardeau total de la maladie mentale attribuable aux changements climatiques au Canada est actuellement inconnu; cependant, un certain nombre d'études empiriques ont documenté les effets du réchauffement climatique sur la santé mentale, principalement dans les collectivités autochtones³ et du Nord (Cunsolo Willox et coll., 2012; Cunsolo Willox et coll., 2013a; Donaldson et coll., 2013; Durkalec et coll., 2015; Dodd et coll., 2018; Hayes et coll., 2020; Middleton et coll., 2020a). Beaucoup moins d'études portent sur les impacts

2 L'Inuit Nunangat comprend l'Inuvialuit (partie des Territoires du Nord-Ouest et du Yukon), le Nunavut, le Nunavik (nord du Québec) et le Nunatsiavut (Labrador).

3 Le terme « Autochtones » est utilisé dans le présent rapport pour désigner les premiers habitants du Canada et leurs descendants, y compris les Premières Nations, les Inuits et les Métis au sens de l'article 35 de la *Loi constitutionnelle de 1982*.

des changements climatiques sur la santé mentale que sur la santé physique. Cette différence s'explique notamment par les défis associés à :

- l'établissement du lien entre les aléas environnementaux et les changements climatiques, de même que l'établissement du lien entre les problèmes de santé mentale et ces aléas;
- la distinction entre les problèmes de santé mentale liés aux changements climatiques et les autres facteurs stressants de la vie qui aggravent la situation;
- l'évaluation de certains types d'impacts sur la santé mentale et de facteurs de stress aggravants (p. ex., la difficulté de mesurer les facteurs de stress aggravants chez les personnes qui sont victimes de colonialisme et de traumatisme intergénérationnel, et celles qui ont des liens avec la nature, comme c'est le cas pour nombreux peuples autochtones);
- l'étude des indicateurs de la santé mentale, et la production de rapports connexes, lorsque la santé mentale peut être comprise différemment parmi diverses populations;
- la sous-déclaration ou la surdéclaration des résultats en matière de santé mentale liés aux changements climatiques. La sous-déclaration peut être attribuable à la stigmatisation entourant la maladie mentale, alors que la surdéclaration peut être imputable à une recherche effectuée trop tôt après un aléa climatique, ce qui peut entraîner une mauvaise pathologisation des réactions normales à des événements anormaux (Hayes et coll., 2018a).

4.2 Termes clés

L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) définit la **santé mentale** comme suit : « Un état de bien-être qui permet à chacun de réaliser son potentiel, de faire face aux difficultés normales de la vie, de travailler avec succès et de manière productive et d'être en mesure d'apporter une contribution à la communauté » (OMS, 2018, s.p.). La gamme de pensées, de sentiments et de comportements que les gens ont au cours de leur vie témoigne de leur santé mentale. Cette conceptualisation de la santé mentale va au-delà du diagnostic pour englober des définitions plus larges de la santé mentale selon les cultures et les contextes. La santé mentale, tout comme la santé physique, correspond à un spectre qui inclut le bien-être mental, les problèmes mentaux et la maladie mentale, des éléments qui peuvent tous influencer sur le fonctionnement dans toute une gamme de domaines de la vie (CSMC, 2018). Tout au long du présent chapitre, le terme *santé mentale* s'entend de résultats précis dans ce domaine, comme le TSPT, l'anxiété, la dépression et la croissance post-traumatique (PTG).

Le **bien-être mental** fait référence aux résultats positifs en matière de santé mentale, comme la résilience psychosociale, qui est la capacité de s'adapter, de s'épanouir, de se développer et de se transformer malgré les facteurs de stress (Kumar, 2016).

Les **problèmes mentaux** comprennent des problèmes liés aux pensées, aux sentiments ou aux comportements, tels que des émotions accablantes comme la peur, la panique et l'inquiétude (American Psychiatric Association, s.d.).

La **maladie mentale** comprend les troubles mentaux modérés à graves pouvant faire l'objet d'un diagnostic de troubles dépressifs majeurs, de psychose et de TSPT (Coppock et Dunn, 2009; American Psychiatric Association, 2013).

La **détresse émotionnelle** fait référence à la présence de symptômes liés à des résultats médiocres en matière de santé mentale (p. ex., anxiété, dépression, démotivation). Le terme **mauvaise santé mentale** englobe les définitions des termes *problèmes mentaux*, *maladies mentales* officiellement diagnostiquables et *détresse émotionnelle*.

La santé mentale est l'un des aspects de la définition élargie de la santé psychosociale. La **santé psychosociale** s'entend de l'interaction entre le bien-être social, qui découle des relations avec les autres et du contexte et de la culture d'une personne, et le bien-être psychologique qui comprend les pensées, les sentiments et les comportements (Berry et coll., 2014). La santé psychosociale dépend de facteurs sociaux associés à la santé mentale qui ont marqué la vie d'un individu (maison, travail, école et communauté) et qui lui permettent de vivre dans des conditions sociales optimales. Les **impacts psychosociaux** s'entendent des résultats qui ont une incidence sur les relations sociales et le contexte, comme la perte du sentiment d'appartenance par suite d'un danger climatique.

Pour pouvoir saisir le concept global de la santé mentale, il faut comprendre les déterminants sociaux, culturels et environnementaux importants, qui peut inclure le bien-être spirituel, le lien avec la nature et l'environnement et le sentiment d'appartenance (CSMC, 2016; Hayes et coll., 2018a). Il existe de nombreuses approches pour comprendre, soutenir et traiter la santé mentale selon de multiples perspectives culturelles, qui sont importantes pour la population canadienne et partagées par celle-ci. Par exemple, les collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis ont souvent leurs propres définitions du mieux-être mental, qui englobent les liens avec la nature; l'interaction entre le bien-être physique, mental, émotionnel et spirituel; et l'importance de la communauté et de la culture (Kirmayer et coll., 2003; Santé Canada, 2015; ITK, 2016; Sawatzky et coll., 2019).

Les caractéristiques particulières des traumatismes liés à l'environnement peuvent entraîner des réactions émotionnelles et comportementales complexes. Par exemple, Glenn Albrecht a souligné l'augmentation de la détresse environnementale à la suite d'aléas climatiques tels que la sécheresse et les feux de forêt dans le nord de l'Australie, l'ouragan Katrina et l'évolution des conditions de glace dans le nord du Canada (Albrecht, 2011; Albrecht, 2012; Albrecht, 2017). Ses collègues et lui ont appelé ces réactions de détresse environnementale « syndromes psychoterratiques »; ces derniers comprennent entre autres l'écoanxiété, l'écoparalysie et la solastalgie (Albrecht, 2011). Ces termes décrivent les réactions émotionnelles et comportementales complexes, et pas nécessairement pathologiques, de quelqu'un qui vit des changements climatiques. Ces réactions pourraient en fait être tout à fait justifiées en réponse aux impacts des changements climatiques et pourraient servir d'expressions normales de deuil et de perte en réponse à la dégradation de l'environnement causée par les changements climatiques (Albrecht, 2011; Albrecht, 2019). Le tableau 4.1 comprend des définitions de certaines situations courantes de détresse liées à l'environnement.

Tableau 4.1 Définitions de la détresse liée à l'environnement

TERME	DÉFINITION
Écoanxiété	L'écoanxiété (ou anxiété climatique) désigne l'anxiété ressentie par les gens qui sont sensibilisés aux menaces écologiques auxquelles la planète est confrontée en raison des changements climatiques (Albrecht, 2011; Albrecht, 2012).
Écoparalyse	L'écoparalyse fait référence au sentiment complexe de ne pas pouvoir faire quoi que ce soit d'assez significatif pour atténuer ou freiner les changements climatiques (Koger et coll., 2011).
Solastalgie	La solastalgie fait référence à la détresse éprouvée par le fait d'être témoin de changements écologiques dans son milieu de vie en raison des changements climatiques; sentiment de nostalgie ressenti par une personne alors qu'elle n'a pas changé de milieu de vie (Albrecht, 2011; Albrecht, 2012).
Deuil écologique	Le deuil écologique (ou écodeuil) fait référence à la détresse qu'engendrent la perte écologique ou les pertes anticipées liées aux changements climatiques. Ces pertes peuvent avoir trait à la nature, aux espèces, à la culture, au sentiment d'appartenance, à l'identité culturelle et au savoir. L'écodeuil peut inclure des pertes et des traumatismes associés à des aléas particuliers, comme les inondations ou les feux de forêt liés au climat, ou aux impacts à évolution lente des changements climatiques, comme la hausse des températures mondiales, la sécheresse, la fonte du pergélisol et l'élévation du niveau de la mer (Cunsolo et Ellis, 2018).

4.3 Méthodes et approche

Étant donné que la documentation sur les changements climatiques et la santé mentale au Canada est limitée, le présent chapitre s'appuie également sur la documentation mondiale et applique les leçons apprises au contexte canadien, le cas échéant, pour étayer les études existantes et combler les lacunes en matière de connaissances. La littérature grise et la documentation évaluée par les pairs sur les changements climatiques et la santé mentale (en anglais et en français) ont également fait l'objet d'un examen exploratoire de la documentation. La documentation évaluée par les pairs a été repérée grâce à des recherches dans les bases

de données PubMed, Scopus, PsycINFO (Proquest), Cochrane Review et Google Scholar, à l'aide des termes de recherche suivants : « changements climatiques » ou « climat en changement » et « santé mentale » ou « psychosociale » ou « bien-être/mieux-être », de même que des synonymes et des mots connexes, tels que « mauvaise santé mentale » et « bien-être mental ». Dans le but de recueillir de la documentation sur l'adaptation psychosociale, les termes « résilience », « intervention » et « adaptation » ont été utilisés en combinaison avec les termes de recherche primaires. Les sources de la littérature grise comprenaient des rapports gouvernementaux, des rapports d'ateliers, des rapports de projet non publiés, des présentations données lors de conférences et des communications avec des praticiens et des spécialistes du domaine.

L'examen initial de la portée a eu lieu en juillet 2017 et des documents en anglais sur les changements climatiques et la santé mentale à partir de l'an 2000 ont été inclus. Un examen actualisé a eu lieu en mai 2019 et, à ce moment, des documents en français de 2000 à 2019 ont été ajoutés. Après avoir supprimé les doublons et les articles non pertinents, un total de 207 articles ont été examinés de façon exhaustive pour en vérifier la pertinence et les intégrer à cette compilation documentaire.

Les études sur les changements climatiques et la santé psychosociale ont tendance à appliquer des méthodes d'enquête ou d'entrevue pour connaître les expériences vécues de détresse psychosociale qui sont associées aux changements climatiques (p. ex., Cunsolo Willox et coll., 2012; Alderman et coll., 2013; Ampuero et coll., 2015; Durkalec et coll., 2015; Eisenman coll., 2015; Harper coll., 2015; Albrecht, 2017; Dodd et coll., 2018; Hayes et coll., 2020; et Middleton et coll., 2020a). La plupart des enquêtes et des entrevues présentent des témoignages d'autodéclaration de personnes qui ont connu des températures ou des événements météorologiques extrêmes. Bon nombre des constatations mentionnées dans le présent chapitre proviennent d'enquêtes et d'entrevues d'autodéclaration qui, pour la plupart, ont utilisé divers outils et échelles d'enquête validés pour évaluer l'incidence des températures extrêmes ou des événements extrêmes sur la santé psychosociale des gens.

4.4 Impacts des changements climatiques sur la santé mentale

4.4.1 Liens de causalité

Les liens de causalité entre les dangers posés par les changements climatiques pour la santé mentale sont multidimensionnels. La figure 4.1 décrit les effets néfastes des changements climatiques sur la santé mentale, physique et communautaire. Au centre de cette figure se trouvent les effets géophysiques des changements climatiques, qui amplifient les iniquités préexistantes sur les plans social, individuel et physique. Les interactions entre les aléas climatiques et les iniquités en santé préexistantes peuvent mener à une myriade de problèmes sur le plan de la santé mentale, physique et communautaire.

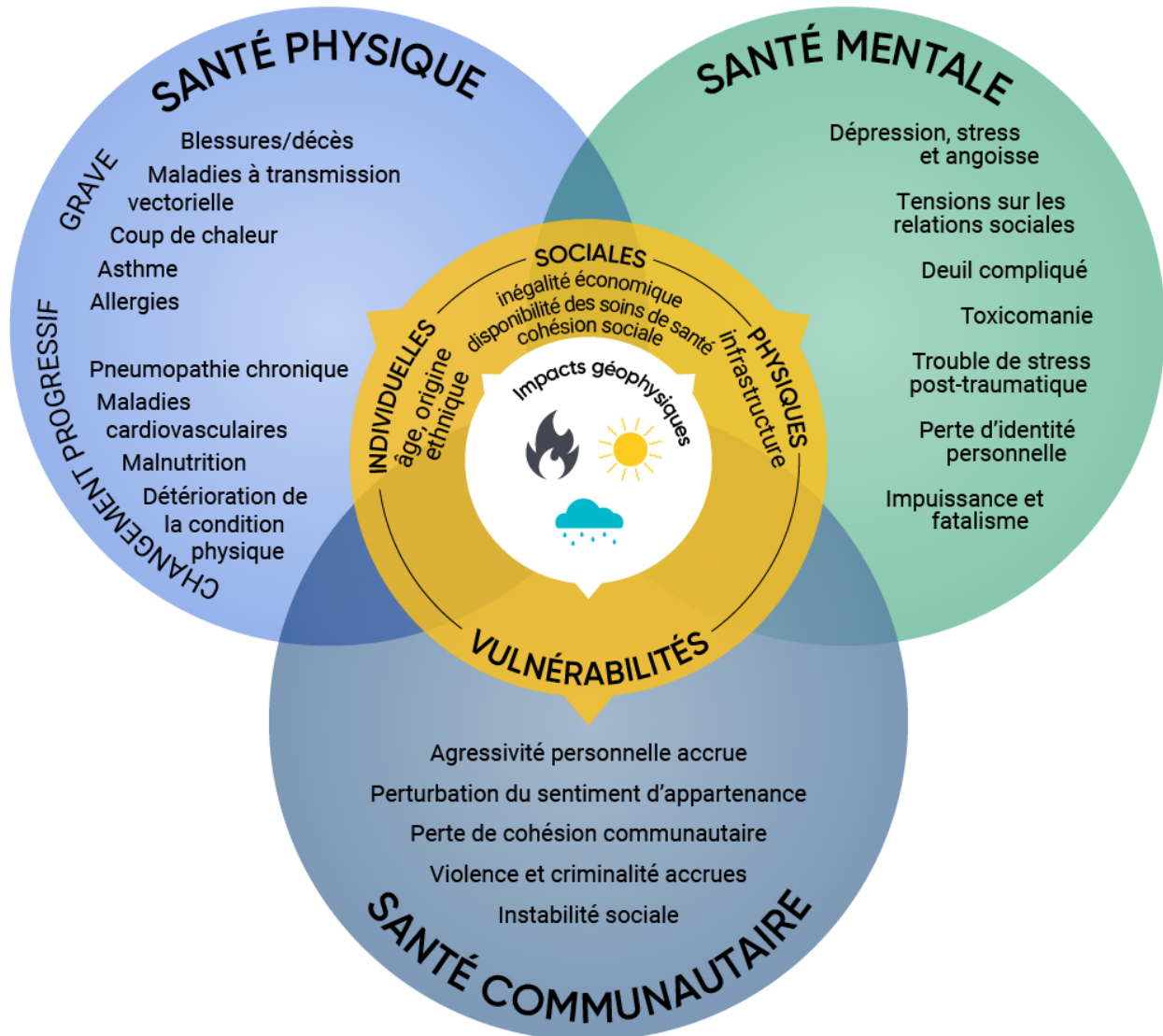


Figure 4.1 Liens entre les changements climatiques et la santé physique, mentale et communautaire. Source : Clayton et coll., 2017.

L'exposition aux aléas climatiques peut déclencher des impacts directs en matière de santé mentale, comme la dépression, le deuil ou le TSPT (Clayton et coll., 2014; Dodge et coll., 2016; Clayton et coll., 2017; Hayes et Poland, 2018; Middleton et coll., 2020b). Les réactions psychologiques peuvent également découler d'impacts sur la santé physique, comme le stress thermique, les maladies à transmission vectorielle ou les blessures (Berry et coll., 2010a; Clayton et coll., 2017) ou d'impacts sur le bien-être de la collectivité, comme les perturbations économiques, le déplacement de populations et la perte de cohésion sociale (Berry et coll., 2010a; Agnew, 2012; Cunsolo Willox et coll., 2013a; Cunsolo Willox et coll., 2013b; Sahni et coll., 2016; Clayton et coll., 2017; Miles-Novelo et Anderson, 2019). La perturbation de la cohésion sociale et la rareté

des ressources peuvent avoir des répercussions importantes sur la santé et les services connexes pour les personnes qui ont des problèmes de santé mentale préexistants et celles atteintes de la toxicomanie (Dodgen et coll., 2016; Clayton et coll., 2017). Après avoir été assujetties à des facteurs de stress climatiques, certaines personnes peuvent éprouver une combinaison de résultats positifs en matière de santé mentale et de problèmes mentaux ou de maladie mentale (Weissbecker, 2011; Hayes et Poland, 2018; Hayes et coll., 2020). Les résultats positifs peuvent comprendre de l'optimisme à l'égard de l'avenir, de la compassion et de l'altruisme pour d'autres personnes qui ont été touchées par les dangers climatiques ainsi qu'un sens ou un but dans la vie. La croissance post-traumatique (CPT) peut résulter d'une augmentation de la cohésion sociale après une catastrophe climatique (Edwards et Wiseman, 2011; Ramsay et Manderson, 2011).

4.4.2 Moment de l'apparition des répercussions

Selon la documentation, l'apparition de réactions psychosociales par suite de dangers graves peut se réaliser à trois moments différents. Il peut s'agir d'effets immédiats (heures, jours, semaines), d'effets à moyen terme (de six mois à un an) et d'effets à long terme (deux ans et demi et plus) (Tunstall et coll., 2006; Fritze et coll., 2008; Anderson et coll., 2017; Clayton et coll., 2017). Les effets immédiats des événements météorologiques extrêmes et graves peuvent inclure un traumatisme aigu, qui est une réaction normale à une catastrophe (p. ex., des « réactions normales à des situations anormales ») ayant tendance à s'atténuer une fois que la sécurité et la sûreté sont rétablies (Fritze et coll., 2008). Toutefois, ce n'est pas toujours le cas, car des taux supérieurs de problèmes de santé mentale plus graves, comme le suicide, ont été signalés relativement à des dangers climatiques graves, comme les épisodes de chaleur accablante (Carleton, 2017b; Burke et coll., 2018). Certains impacts sur la santé mentale peuvent également être ressentis à moyen et à long termes; ceux qui sont le plus souvent mentionnés dans la documentation comprennent l'anxiété, la dépression, le TSPT et l'abus de drogues et d'alcool. Ces problèmes peuvent se produire en tout temps dans le cadre de facteurs de stress persistants liés au climat, ou encore une fois qu'un événement climatique extrême a pris fin. Elles peuvent également être liées à la sensibilisation aux dangers que pose un climat en évolution (Fritze et coll., 2008; Dodgen et coll., 2016; Clayton et coll., 2017). Il est à noter que la documentation ne précise pas le moment clé de l'apparition des réactions aux aléas à évolution lente. Les personnes exposées à ces aléas peuvent perdre leur sentiment d'appartenance et ressentir de la détresse par suite d'un déplacement, ou encore de l'insécurité économique, alimentaire et hydrique.

4.4.3 Impacts des dangers graves sur la santé mentale

La majorité des études incluses dans la documentation sur les changements climatiques et la santé mentale se rapportent aux effets sur la santé mentale des dangers graves tels que les inondations, les événements de chaleur extrême, les feux de forêt et les ouragans. L'exposition à des catastrophes graves peut entraîner une multitude de problèmes de santé mentale, y compris le TSPT, le trouble dépressif majeur, l'anxiété, le deuil compliqué, la culpabilité du survivant, la fatigue associée au rétablissement et les idéations ou tentatives suicidaires (Berry et coll., 2010a; Berry et coll., 2011; Doherty et Clayton, 2011; Reser et Swim, 2011; Weissbecker, 2011; Cunsolo Willox et coll., 2012; Stanke et coll., 2012; Cunsolo Willox et coll., 2013b; Bourque et Cunsolo Willox et coll., 2014; O'Brien et coll., 2014; Harper et coll., 2015; Durkalec et coll., 2016; Gifford et

Gifford, 2016; Clayton et coll., 2017; Mantoura et coll., 2017; Dodd et coll., 2018; Hayes et coll., 2018a; Clayton, 2020; Clayton et Karazsia, 2020; Middleton et coll., 2020a; Middleton et coll., 2020b). Dans de nombreux cas, les personnes exposées à des catastrophes graves éprouvent relativement peu de détresse ou seulement de brefs problèmes de santé mentale, et font plutôt preuve d'une grande résilience (Bonanno, 2004). Il est également prouvé que certaines personnes qui ne sont pas exposées à des aléas graves peuvent éprouver des problèmes de santé mentale, comme un traumatisme par personne interposée, un stress secondaire ou de l'usure de compassion pour les personnes dont la vie a été perturbée par des événements extrêmes (Lambert et Lawson, 2013; Nature, 2015). Ces formes de détresse indirecte sont souvent imputables à des liens étroits avec des personnes exposées à des événements extrêmes, à la couverture médiatique d'expériences vécues par des survivants ou à la prise en charge professionnelle de survivants (Nature, 2015). Les sections suivantes fournissent de l'information sur des aléas particuliers et les problèmes de santé mentale qui en découlent, en mettant l'accent sur la documentation propre au Canada et pertinente au contexte canadien.

4.4.3.1 Inondations

Les inondations sont devenues la forme de catastrophe la plus fréquente à l'échelle mondiale, et les risques d'inondation devraient augmenter en raison des effets des changements climatiques au Canada (Alderman et coll., 2012; Stanke et coll., 2012; GIEC, 2014; Fernandez et coll., 2015; UNISDR, 2015; Zhang et coll., 2019). Les données probantes indiquent que les inondations peuvent avoir une incidence considérable sur la santé mentale et que leurs répercussions peuvent intensifier le TSPT, la détresse générale, la dépression et l'anxiété chez les survivants des inondations (Alderman et coll., 2012; Berry et coll., 2014; Fernandez et coll., 2015; Sahni et coll., 2016; Waite et coll., 2017). Les personnes exposées aux inondations peuvent également éprouver un plus grand sentiment d'appartenance à la collectivité, de compassion et d'altruisme lorsque les membres de la collectivité se rassemblent pour s'entraider à la suite d'une catastrophe (Weissbecker, 2011; Hetherington et coll., 2018; Hayes et coll., 2020). Ces résultats positifs en matière de santé mentale peuvent coexister avec des problèmes de santé mentale, comme l'anxiété ou la détresse générale (Weissbecker, 2011; Hayes et coll., 2020). Les gens n'ont pas besoin d'être directement exposés à une inondation pour éprouver des problèmes de santé mentale. Par exemple, une étude menée en Angleterre par Waite et coll. (2017) a sondé 2 126 personnes pour comprendre les effets des inondations sur la santé mentale. Les répondants comprenaient des personnes dont les habitations avaient été inondées ainsi que des personnes qui avaient été perturbées par les inondations (p. ex., qui ne pouvaient pas se rendre au travail) sans toutefois avoir été directement touchées par celles-ci (Waite et coll., 2017). La morbidité psychologique était la plus élevée chez les répondants directement touchés par les inondations (622), le TSPT étant l'impact le plus souvent signalé (36,2 %), suivi de l'anxiété (28,3 %) et de la dépression (20,1 %) (Waite et coll., 2017). Il est intéressant de noter que les personnes qui ont été perturbées par les inondations sans toutefois avoir été directement touchées par celles-ci (1 099) ont également souffert de TSPT (15,2 %), d'anxiété (10,7 %) et de dépression (9,6 %) en réaction aux inondations (Waite et coll., 2017).

Les inondations peuvent exacerber les problèmes de santé mentale préexistants et contribuer à en créer de nouveaux (Stanke et coll., 2012). Les répercussions des inondations peuvent comprendre une augmentation du mauvais usage de substances, une intensification de la violence familiale après une inondation et des effets sur le sommeil, ce qui peut entraîner de piètres résultats en matière de santé mentale (Burton et coll.,

2016; Sahni et coll., 2016). Les résultats généraux en santé psychosociale ont souvent trait à l'insécurité d'emploi et à l'insécurité économique découlant des dommages causés aux habitations et aux entreprises, lesquels mettent à rude épreuve le sentiment d'appartenance et les moyens de subsistance des individus et des familles.

Certaines données probantes indiquent que les inondations ont des effets psychosociaux et de santé mentale à long terme chez les victimes d'une inondation, comme l'anxiété lorsqu'il pleut, et ce, bien des années après une telle catastrophe; un sentiment de sécurité moindre, notamment la crainte et l'anxiété liées à la possibilité de vivre un autre phénomène extrême; le stress de vivre sur des plaines inondables; le stress financier et l'éclatement des familles en raison de l'insécurité du logement et l'insécurité économique découlant de la reconstruction; et la perte du sentiment d'appartenance imputable au déplacement imposé par les inondations (Burton et coll., 2016; Decent et Feltmate, 2018; Hayes et coll., 2020).

4.4.3.2 Événements de chaleur extrême

Un nombre croissant d'études portent sur les impacts de l'exposition à des événements de chaleur extrême sur la santé mentale. Ces impacts comprennent une détresse accrue sur le plan de l'humeur et du comportement, une maladie mentale exacerbée et un risque accru d'agression, de violence et de suicide (Anderson et Jané-Llopis, 2011; Agnew, 2012; Vida et coll., 2012; Bélanger et coll., 2014; Dixon et coll., 2014; Wang et coll., 2014; Ding et coll., 2016; Dodgen et coll., 2016; Obradovich et coll., 2018; Thompson et coll., 2018; Kaiser et coll., 2019; Miles-Novelo et Anderson, 2019). Les gens qui ont tendance à être plus à risque de souffrir de problèmes de santé mentale à la suite d'une exposition à un épisode de chaleur extrême comprennent les personnes âgées; les personnes aux prises avec des problèmes physiologiques chroniques; et les personnes aux prises avec des problèmes de santé mentale préexistants, y compris celles qui prennent des psychotropes qui ont une incidence sur la thermorégulation (Price et coll., 2013; Bélanger et coll., 2014; Wang et coll., 2014; Trang et coll., 2016; Anderson et coll., 2017). Certaines maladies mentales peuvent provoquer des réactions physiologiques inefficaces contre la chaleur extrême, ce qui rend plus difficile le refroidissement du corps (Trang et coll., 2016). De plus, certains médicaments peuvent prédisposer les gens à des maladies liées à la chaleur (Santé Canada, 2011), car ils peuvent inhiber d'importantes réactions physiologiques et causer une déficience cognitive pouvant avoir une incidence sur le jugement et limiter l'adoption de mesures de protection. En outre, les personnes atteintes de maladies mentales peuvent avoir plus de difficulté à s'adapter en raison d'un déficit cognitif (p. ex., ne pas chercher l'ombre) et d'obstacles socioéconomiques, qui touchent de façon disproportionnée les personnes atteintes de maladies mentales (Cusack et coll., 2011; Page et coll., 2012; Price et coll., 2013; Bélanger et coll., 2014; Wang et coll., 2014; Dodgen et coll., 2016; Trang et coll., 2016; Anderson et coll., 2017).

Les températures plus élevées peuvent également avoir un effet sur la violence (y compris le suicide) et l'agression (Stephen et coll., 1999; Anderson et Jané-Llopis, 2011; Agnew, 2012; Dixon et coll., 2014; Dodgen et coll., 2016; Thompson et coll., 2018; Kim et coll., 2019; Miles-Novelo et Anderson, 2019). Une étude de 2019 a analysé le lien entre la température moyenne quotidienne et l'incidence du suicide dans 341 lieux dans 12 pays et a révélé que le risque relatif supplémentaire des valeurs mises en commun (1,46, IC à 95 % : 1,25, 1,70) pour le suicide dans 26 lieux au Canada (de 1986 à 1999) était le plus élevé à une température moyenne quotidienne de 24,2 °C (Kim et coll., 2019). Il convient de noter que cette température se situe au 99^e centile;

cependant, à mesure que les changements climatiques progressent, il est probable qu'elle atteigne plus souvent ce seuil. Cette situation pourrait entraîner une hausse du nombre de suicides, selon les niveaux d'acclimatation et d'adaptation. Certains lieux au Canada connaissent une augmentation plus élevée du risque relatif que la valeur mise en commun à différentes températures, y compris Oshawa, où le risque relatif est de 3,80 (IC à 95 % : 1,06, 13,59) à 24,9 °C; Ottawa, avec 2,44 (IC à 95 % : 1,18, 5,02) à 25,9 °C; et Toronto, avec un risque de 1,75 (IC à 95 % : 1,18, 2,59) à 26,5 °C (Kim et coll., 2019).

La chaleur extrême exerce également une pression sur les systèmes qui soutiennent la santé mentale et le bien-être. On a observé pendant les périodes de chaleur extrême une augmentation du nombre de demandes d'ambulance, de visites à l'urgence, d'appels aux services de télésanté et à d'autres lignes d'aide, et une augmentation du nombre de personnes qui sollicitent des soins externes pour des raisons de santé mentale (Basu et coll., 2018). De plus, l'entreposage des médicaments à des températures extrêmes peut avoir une incidence sur l'efficacité des médicaments (De Winter et coll., 2013; Armenian et coll., 2017).

4.4.3.3 Feux de forêt

La recherche sur les impacts des feux de forêt sur la santé mentale a augmenté ces dernières années, probablement en raison de l'accroissement du nombre de catastrophes liées aux feux de forêt (notamment dans les collectivités de l'Ouest canadien). À l'instar de la recherche sur les inondations, les principaux impacts sur la santé mentale de l'exposition aux feux de forêt englobent un risque accru de TSPT, d'anxiété (y compris le trouble d'anxiété généralisée), d'inquiétude et de dépression (Hutton, 2005; Eisenman et coll., 2015; Yusa et coll., 2015; Klinkenberg, 2017; Agyapong et coll., 2018; Dodd et coll., 2018). Les feux de forêt peuvent également entraîner des déplacements de population, des dommages aux infrastructures, la perte de biens, des menaces à la sécurité alimentaire et des troubles respiratoires et, par le fait même, susciter de la détresse psychologique ou l'aggraver (y compris l'anxiété, le stress et le TSPT) (Hutton, 2005; Yusa et coll., 2015; Dodd et coll., 2018). Les récentes constatations d'une étude sur les feux de forêt de 2016 à Fort McMurray, en Alberta, ont révélé une hausse importante du TSPT. Elles ont démontré que 60 % des répondants avaient autodéclaré des symptômes de TSPT, tandis que 29 % avaient reçu un diagnostic officiel de TSPT (Klinkenberg, 2017). Une autre tranche de 26 % des répondants ont parlé de dépression et 36 %, d'insomnie (Klinkenberg, 2017). Les chercheurs qui ont comparé les jeunes exposés aux feux de forêt de Fort McMurray à un groupe témoin de Red Deer, en Alberta, ont constaté que le nombre de dépressions et de pensées suicidaires, de même que la consommation accrue de tabagisme, étaient beaucoup plus élevés chez les jeunes de Fort McMurray (Brown et coll., 2019).

Une étude publiée en 2018 sur les répercussions des feux de forêt sur la santé dans les Territoires du Nord-Ouest entre juin et août 2014 a révélé que le déplacement et l'évacuation des résidents en raison des feux de forêt ont entraîné une intensification du stress, de la peur et des traumatismes mentaux et émotionnels à long terme (Dodd et coll., 2018). La santé mentale et le bien-être des peuples autochtones étaient particulièrement à risque parce que les incendies ont perturbé les activités axées sur la nature et les pratiques culturelles essentielles aux moyens de subsistance dans bon nombre de ces collectivités (Dodd et coll., 2018).

4.4.3.4 Ouragans

Il y a peu de documentation sur les effets des ouragans sur la santé mentale au Canada, car l'exposition aux ouragans est relativement faible par rapport aux États-Unis, par exemple. Les principaux impacts des ouragans sur la santé mentale qui ont fait l'objet d'études menées à l'extérieur du Canada comprennent un risque accru de TSPT, d'anxiété et de troubles de l'humeur (Galea et coll., 2007; Kessler et coll., 2008; Whaley, 2009; Zwiebach et coll., 2010; Ferré et coll., 2019; Orengo-Aguayo et coll., 2019). La documentation met également en évidence les effets à long terme, y compris sur le plan positif (p. ex., sentiment de résilience). Les effets sur le plan négatif incluent, par exemple, la dépression persistante et le TSPT (Rhodes et Chan, 2010; Pitts, 2015; Ferré et coll., 2019).

Une grande partie de la documentation concernant les effets des ouragans sur la santé mentale examine les expériences des survivants des ouragans Katrina et Maria. L'ouragan Katrina était un ouragan de catégorie 5 qui a frappé la côte américaine du golfe du Mexique en 2005, dévastant la ville de La Nouvelle-Orléans (Whaley, 2009). On estime que de 20 % à 35 % des survivants ont subi une forme quelconque d'impact sur la santé mentale à la suite de cet ouragan (Whaley, 2009). Près de la moitié (47,7 %) des membres marginalisés de la collectivité de La Nouvelle-Orléans (principalement des femmes afro-américaines à faible revenu) présentait des signes probables de TSPT (Rhodes et Chan, 2010). Ce taux est considérablement plus élevé que l'échantillon représentatif obtenu par Kessler et coll. (2008) selon lequel la prévalence du TSPT chez la population en général touchée par l'ouragan se situait entre 14 % et 20 % (Kessler et coll., 2008). De plus, les survivants de l'ouragan Katrina ont démontré une prévalence de 31,2 % d'anxiété et de troubles de l'humeur (Kessler et coll., 2008).

Tout comme les conclusions concernant les effets de l'ouragan Katrina sur la santé mentale, les chercheurs qui ont étudié les répercussions de l'ouragan Maria ayant frappé Porto Rico en 2017 ont constaté des augmentations cliniquement significatives de la dépression, de l'anxiété et du TSPT chez les deux tiers des 74 ménages sondés six mois après la catastrophe (Ferré et coll., 2019). Lorsqu'ils se sont penchés sur les impacts sur la santé mentale des survivants de l'ouragan Maria s'étant réinstallés en Floride, les chercheurs ont constaté que l'adaptation à un nouveau milieu ajoutait un fardeau psychologique supplémentaire (Scaramutti et coll., 2019). Par conséquent, les efforts d'adaptation qui mènent au déplacement ne sont pas toujours corrélés avec des résultats positifs en matière de santé mentale (voir la section 4.4.5.1 Migration et déplacement).

Au Canada, l'ouragan Igor, qui était de catégorie 4 et qui a frappé la côte est de Terre-Neuve en 2010, a été l'un des ouragans les plus dévastateurs de l'histoire canadienne (Gosse, 2010; Bureau d'assurance du Canada, 2010; Pitts, 2015). Bien qu'il n'y ait pas d'études empiriques connues sur les impacts de cet ouragan sur la santé mentale, il y a eu des rapports documentant les conséquences psychosociales des pertes et de la destruction (Gosse, 2010; Bureau d'assurance du Canada, 2010). Il y a également eu un reportage, cinq ans après l'ouragan, sur les résultats psychosociaux chez les membres de la collectivité de Clarendville et de la péninsule de Bonavista, à Terre-Neuve-et-Labrador. Ces résultats dénotaient un sentiment accru d'appartenance et de résilience à la suite de l'ouragan et au cours des mois et années qui ont suivi les efforts de reconstruction (Pitts, 2015).

4.4.4 Effets des dangers à évolution lente sur la santé mentale

Les dangers à évolution lente, comme la sécheresse, la fonte des glaces de mer et l'élévation du niveau de la mer, peuvent aussi avoir des impacts sur la santé mentale.

4.4.4.1 Sécheresse

Les changements climatiques devraient continuer d'accroître le risque de sécheresse au Canada (Bush et Lemmen, 2019). La sécheresse peut avoir une incidence sur les moyens de subsistance, le statut socioéconomique, les ressources en eau potable, la disponibilité des aliments et la fonction respiratoire (Vins et coll., 2015; Watts et coll., 2017). En raison de ces effets, la sécheresse peut également avoir une incidence sur la santé mentale (Yusa et coll., 2015; Bard, 2017). La documentation sur les impacts de la sécheresse sur la santé mentale met en évidence les répercussions secondaires de l'insécurité économique, alimentaire et hydrique. Ces impacts sur la santé mentale comprennent un risque accru de suicide, la perte du sentiment d'appartenance et le désespoir général (Nicholls et coll., 2006; Polin et coll., 2011; Rigby et coll., 2011; Hanigan et coll., 2012; Bryant et Granham, 2015).

Les personnes les plus à risque de souffrir de problèmes de santé mentale causés par la sécheresse sont ceux qui travaillent à l'extérieur (la littérature courante indique que ces travailleurs ont tendance à être des hommes et des agriculteurs), les habitants des régions rurales et les peuples autochtones (Rigby et coll., 2011; O'Brien et coll., 2014; Bryant et Granham, 2015; Powers et coll., 2015; Fletcher et Knuttila, 2016; Ellis et Albrecht, 2017). Les travailleurs dans le secteur agricole sont parmi les plus touchés par les effets de la sécheresse sur la santé mentale parce que leurs moyens de subsistance dépendent des conditions environnementales (Vins et coll., 2015; Ellis et Albrecht, 2017). Par exemple, Ellis et Albrecht (2017) ont constaté que les changements climatiques contribuaient à intensifier l'inquiétude et la détresse en matière d'appartenance, ainsi qu'à accroître le risque perçu de dépression et de suicide chez les agriculteurs en Australie. Ces résultats sont imputables à une perte d'identité, aux liens affectifs profonds avec les fermes familiales, à un sentiment d'échec dû à l'incapacité de protéger la terre et à la compréhension de la destruction écologique qui se produit dans leur collectivité (Ellis et Albrecht, 2017).

Les réactions émotionnelles à la sécheresse peuvent être complexes et entraîner des effets négatifs et positifs. Par exemple, dans le cadre d'une étude sur les effets de la sécheresse chez les premiers peuples d'Australie en Nouvelle-Galles du Sud, Rigby et coll. (2011) ont observé des impacts sur la culture et l'appartenance, notamment l'incapacité d'exercer leurs pratiques culturelles et le fait d'avoir dû quitter leurs terres traditionnelles, qui ont suscité un sentiment de désespoir (Rigby et coll., 2011). En plus de faire ressortir la complexité des réactions psychosociales à la sécheresse, les auteurs ont signalé que la sécheresse suscitait un amour et une préoccupation accrues pour la nature, ainsi qu'un enthousiasme renouvelé pour exprimer sous toutes les formes de l'art les liens avec la nature (Rigby et coll., 2011, page 249).

Les sécheresses imposent un fardeau psychosocial important, comme elles ont tendance à durer plus longtemps que d'autres événements météorologiques extrêmes et sont généralement plus étendues géographiquement; par conséquent, elles tendent à avoir de vastes impacts sur le plan économique. De plus, le rétablissement écologique a tendance à être lent (Yusa et coll., 2015; Fletcher et Knuttila, 2016).

4.4.4.2 Fonte de la glace de mer et élévation du niveau de la mer

Les impacts sur la santé mentale de la fonte de la glace de mer et de l'élévation du niveau de la mer constituent un domaine d'étude en pleine croissance, et une grande partie de la documentation canadienne est axée sur le déclin de la glace de mer dans les collectivités du Nord. Il s'agit de la région du Canada où le réchauffement est le plus rapide, particulièrement dans les collectivités éloignées, inuites et des Premières Nations (Bush et Lemmen, 2019). Les impacts sur la santé mentale de la fonte de la glace de mer et de l'élévation du niveau de la mer englobent la détresse psychosociale liée à l'insécurité alimentaire, la perte d'un sentiment d'appartenance et d'identité, l'accroissement du stress et de l'anxiété associés aux conditions de déplacement dangereuses, et l'augmentation de la consommation de substances (Cunsolo Willox et coll., 2012; Cunsolo Willox et coll., 2013a; Cunsolo Willox et coll., 2013b; Asugeni et coll., 2015; Durkalec et coll., 2015; Harper et coll., 2015). Par exemple, il a été démontré que le réchauffement des températures et la fonte de la glace de mer ont suscité diverses réactions émotionnelles fortes, notamment la peur, l'anxiété, la tristesse, la colère, la frustration, le stress et la détresse chez les Inuits du Nunatsiavut (Cunsolo Willox et coll., 2012; Cunsolo Willox et coll., 2013a; Cunsolo Willox et coll., 2013b; Durkalec et coll., 2015; Harper et coll., 2015). L'évolution des conditions météorologiques ainsi que de l'épaisseur et de l'étendue de la glace de mer ont nui à la capacité des membres de la collectivité à se déplacer et à participer aux méthodes traditionnelles de collecte des aliments, ce qui a eu une incidence sur la sécurité alimentaire. Ces impacts ont miné le sentiment d'appartenance et d'identité, car les pratiques culturelles ont été perturbées par le manque d'accès à des glaces stables et sécuritaires (Cunsolo Willox et coll., 2012; Cunsolo Willox et coll., 2013a; Cunsolo Willox et coll., 2013b; Harper et coll., 2015). Les problèmes de santé mentale, les idéations suicidaires, le stress familial et la consommation accrue de drogues et d'alcool ont souvent été associés à cette perturbation du sentiment d'appartenance et d'identité (Cunsolo Willox et coll., 2012).

4.4.5 Questions générales liées à la santé mentale et aux changements climatiques

4.4.5.1 Migration et déplacement

Les personnes exposées à des aléas climatiques peuvent subir des pertes d'emploi (en particulier celles qui travaillent à l'extérieur), une insécurité alimentaire et hydrique, ainsi qu'une migration forcée; toutes ces conséquences peuvent avoir un impact sur la santé psychosociale (Fritze et coll., 2008; Agnew, 2012; Vins et coll., 2015). Les déplacements mondiaux de populations attribuables aux changements climatiques devraient toucher de vingt-cinq millions à un milliard de personnes d'ici 2050, mais l'estimation la plus fréquemment citée est de deux cents millions (IEHS, 2015). En plus de subir les conséquences du déplacement, les migrants sont souvent confrontés à des impacts psychosociaux liés au racisme et à la discrimination dans leur nouveau pays d'accueil ou dans d'autres régions du pays où ils ont dû se réfugier (Gleick, 2014).

Les aléas graves et à évolution lente causés par les changements climatiques interagissent avec les conditions socioéconomiques et politiques existantes et entraînent une augmentation de la migration volontaire et forcée (Schwerdtle et coll., 2017). Par suite d'aléas associés aux changements climatiques, ce ne sont pas toutes les populations qui migrent volontairement, et certaines ne sont pas en mesure de le faire

du tout (Black et coll., 2011). Certaines populations qui subissent des impacts climatiques peuvent choisir de ne pas migrer, mais plutôt d'adopter d'autres stratégies d'adaptation (Black et coll., 2011). D'autres peuvent opter pour une migration temporaire avec un retour planifié ou une mobilité circulaire entre leur domicile et leur nouveau lieu d'accueil. Les « populations piégées » représentent les personnes qui ne sont aucunement ou moins en mesure de migrer en raison de conditions sociales, politiques ou économiques, et ce, malgré leur grande vulnérabilité aux dangers climatiques (Bogic et coll., 2015). Ces populations vivent souvent dans des milieux où les ressources sont limitées (au Canada ou à l'étranger) et connaissent déjà diverses iniquités en santé. Les populations exposées aux dangers climatiques qui sont incapables de se réinstaller continuent d'être plus à risque de subir des impacts sur la santé mentale imputables aux changements climatiques (Foresight: Migration and Global Environmental Change, 2011). Bien que la migration attribuable au climat puisse avoir des conséquences néfastes pour la santé, elle peut aussi avoir une incidence positive sur la santé et le bien-être. Par exemple, un examen de Schwerdtle et coll. (2017) sur les changements climatiques et la migration, qui comprend des études de cas dans divers pays, décrit comment une réinstallation volontaire et planifiée peut être une adaptation réussie si elle est fondée sur le consentement des communautés migratrices, si elle contribue à l'amélioration du niveau de vie, et si elle constitue une option de dernier recours.

Au Canada, le déplacement imputable aux changements climatiques est un enjeu important, en particulier pour les collectivités autochtones. Par exemple, l'inondation de 2011 au Manitoba a engendré le déplacement de résidents de la Première Nation du lac St. Martin au Manitoba pendant plus de six ans (Macyschon, 2017). Environ 7 % des personnes évacuées ne sont jamais retournées chez elles, en partie pour des raisons de suicide et d'itinérance (Macyschon, 2017). Le mauvais usage de substances peut également être associé au déplacement. Le directeur de la santé de la Nation crie de Montreal Lake, en Saskatchewan, a laissé entendre que l'augmentation de la consommation de méthamphétamine en cristaux chez 600 membres de la collectivité est liée à l'évacuation causée par les feux de forêt de 2015 qui ont nécessité le déplacement de l'ensemble de la collectivité de 1 200 personnes (Zakreski, 2019). Les déplacements imputables aux changements climatiques peuvent donc avoir des effets psychosociaux comme la hausse des taux de suicide, d'itinérance et de toxicomanie ou d'alcoolisme au sein des collectivités autochtones touchées par les évacuations causées par des événements météorologiques extrêmes au Canada (encadré 4.1). Toutefois, il faudra effectuer d'autres recherches pour mieux comprendre ces répercussions.

Encadré 4.1 Santé mentale et sécurité culturelle des collectivités autochtones touchées par des évacuations en raison d'événements météorologiques extrêmes

Il est essentiel de comprendre l'historique de la réinstallation des populations des Premières Nations, des Inuits et des Métis au Canada pour pouvoir effectuer des évacuations efficaces et culturellement sécuritaires suite à des catastrophes causées par les changements climatiques. Historiquement, il a fallu réinstaller des collectivités pour créer le système des réserves au Canada. Le déplacement historique des collectivités des Premières Nations, par exemple, a contraint des collectivités à se réinstaller contre leur gré sur des terres



de réserve qui, bien souvent, leur étaient inconnues (Bussidor et Bilgen-Reinart, 1997; Christmas, 2013). Les peuples autochtones occupent aujourd'hui moins de 1 % de leurs terres et territoires traditionnels au Canada (Usher, 2003). Les changements climatiques et les impacts accrus sur les peuples autochtones, conjugués à ces déplacements historiques, ont une incidence considérable sur les membres de la collectivité et peuvent exacerber le traumatisme préexistant découlant de l'héritage colonial.

En 2018, le Programme sur le changement climatique et l'adaptation du secteur de la santé de Services aux Autochtones Canada a lancé un projet de trois ans intitulé Aborder les répercussions sur la santé mentale dans les collectivités autochtones en raison des évacuations causées par des phénomènes météorologiques extrêmes. Des membres de collectivités des Premières Nations de partout au Canada y ont participé. Ce projet pilote en matière de recherche a été réalisé en collaboration avec les membres des collectivités des Premières Nations et d'autres intervenants clés afin de trouver des solutions concrètes qui pourraient orienter les politiques et les programmes pendant les évacuations, les interventions et les efforts de rétablissement, et afin de faire en sorte que les Autochtones aient leur mot à dire dans la planification et la gestion des urgences.

Diverses conversations avec les participants ont laissé entendre que les changements climatiques intensifient les iniquités actuelles auxquelles sont confrontées les collectivités en ayant une incidence sur leurs modes de vie et de subsistance et sur leurs liens avec la nature et le territoire. De 2009 à 2016, les collectivités des Premières Nations ont été évacuées de façon disproportionnée en raison d'événements liés aux changements climatiques, soit 28,7 fois plus souvent que leurs homologues du Canada hors réserve (Durocher, 2018). Pendant des évacuations, il est fréquent que les interventions d'urgence ne tiennent pas compte comme il se doit de la santé mentale et de la sécurité culturelle. Les défis que pose une évacuation pour la santé mentale sont souvent aggravés et exacerbés par :

- les pannes des systèmes de communication entre plusieurs administrations;
- le traumatisme intergénérationnel causé par les systèmes des pensionnats;
- le soutien limité au mieux-être culturel;
- le nombre souvent limité d'espaces culturels où offrir de la nourriture traditionnelle et de lieux de guérison.

Les recommandations visant à réduire les problèmes de santé mentale attribuables à ces événements comprenaient l'intégration des collectivités des Premières Nations et des systèmes de savoir à toutes les étapes de la planification et de l'exécution des évacuations, de même que la promotion et le renforcement de la résilience avant, pendant et après les évacuations. Il est important de noter que les concepts de résilience diffèrent selon les clans, les familles, les nations et les collectivités. Toutefois, pour de nombreuses collectivités autochtones, la promotion de la résilience consiste, de façon plus générale, à comprendre à quoi ressemble la capacité dans un contexte de savoir culturel et traditionnel, y compris, sans toutefois s'y limiter, le rôle de la tradition orale et le maintien ou le rétablissement de l'accès aux modes traditionnels de subsistance, et à tenir compte des structures sociales et familiales dans la préparation aux situations d'urgences et la gestion de celles-ci.

4.4.5.2 Impacts sur les systèmes et établissements de santé

Les changements climatiques ont également des répercussions sur les services de santé mentale, le traitement des patients et les installations. Par exemple, les établissements de soins de santé mentale peuvent être inaccessibles en raison de dommages causés à l'infrastructure des bâtiments ou des routes par des catastrophes climatiques graves (Hasket et coll., 2008; Osofsky et coll., 2010; Clayton et coll., 2017). De plus, les professionnels de la santé mentale peuvent ne pas pouvoir se rendre dans des établissements de soins de santé pour fournir des services en raison de dommages à leurs propres biens, de blessures corporelles ou de dommages à l'infrastructure entre leur logement et les établissements de santé. Pour les mêmes raisons, les victimes peuvent être incapables d'avoir accès à des médicaments d'ordonnance pour traiter des troubles mentaux préexistants (Balbus et coll., 2013).

De nombreuses collectivités au Canada peuvent ne pas avoir accès à des établissements de soins de santé mentale ou à des praticiens sur place même avant un danger climatique, particulièrement dans les régions rurales et éloignées (Cunsolo Willox et coll., 2013b; Petrasek MacDonald et coll., 2015; Moroz et coll., 2020). Dans de tels cas, les collectivités se voient souvent offrir des soins de santé mentale de courte durée après l'événement, mais leurs besoins en soins de santé mentale à long terme ne sont cependant pas comblés (Hayes et coll., 2020).

Clayton et coll. (2017) ont constaté que les villes qui établissent des plans en vue d'améliorer ou de construire des infrastructures résilientes aux changements climatiques et de répondre aux besoins en santé négligent souvent l'infrastructure en santé mentale (y compris les établissements de soins de santé mentale et les services de mieux-être). L'amélioration de l'accès aux services de santé mentale et l'expansion de ceux-ci peuvent soutenir la résilience psychosociale aux changements climatiques (encadré 4.2).

Encadré 4.2 Renforcement des soins de santé mentale à High River, en Alberta

La ville de High River, en Alberta, a connu trois inondations importantes depuis 2005, plus particulièrement la crue éclair de 2013 qui a entraîné la déclaration de l'état d'urgence et causé quatre décès et l'évacuation de 13 000 personnes (Base de données canadienne sur les catastrophes, 2016). Peu après l'inondation de 2013, le gouvernement provincial a répondu aux besoins existants et futurs des Albertains en matière de santé mentale en investissant 50 millions de dollars dans les soins de santé mentale et en créant le premier poste d'administrateur en chef de la santé mentale de la province (gouvernement de l'Alberta, 2013). Cet investissement a permis :

- le déploiement de 15 spécialistes de la santé mentale à High River;
- le recrutement de 28 spécialistes de la santé mentale supplémentaires en Colombie-Britannique pour aider les évacués;
- des visites du personnel clinique dans les hôtels où étaient logés les évacués;

- l'embauche de six spécialistes supplémentaires de la santé mentale auprès des enfants et des adolescents;
- la formation des premiers intervenants et des victimes des inondations en matière de prévention du suicide et de secourisme psychologique;
- la mobilisation de 85 000 ressources de promotion de la santé mentale pour offrir des soins de santé mentale par voie électronique;
- des services d'interprétation en santé mentale pour les ressources et services de promotion de la santé mentale susmentionnés (gouvernement de l'Alberta, 2013).

De plus, le personnel du Calgary Counselling Centre s'est rendu dans la collectivité pour fournir des soins de santé mentale gratuits aux résidents touchés par l'inondation. Selon le site Web du Calgary Counselling Centre, plus de 2 750 personnes ont reçu des conseils liés à leur expérience de l'inondation et 93 % ont déclaré une amélioration de leur bien-être après le traitement (Foothills Community Counselling, 2020).

Toutefois, en raison d'un manque de fonds, le Calgary Counselling Centre de High River a fermé ses portes en 2016. Les clients ont été informés qu'ils pouvaient se rendre aux bureaux de Calgary à une heure de là pour obtenir de l'aide (Foothills Community Counselling, 2020). Cependant, les personnes à faible statut socioéconomique ou à mobilité réduite n'étaient pas en mesure de se rendre à Calgary. De plus, bon nombre des intervenants en santé mentale qui ont été dépêchés à High River après l'inondation ont commencé à quitter les lieux en 2016, malgré les besoins persistants en soins de santé mentale dans la collectivité (Hayes et coll., 2020).

Compte tenu des effets à long terme de l'inondation et des besoins globaux en soins de santé mentale de la collectivité, la municipalité de High River et un donateur privé sont intervenus pour établir le service de counseling communautaire de Foothills (Foothills Community Counselling, 2020; Hayes et coll., 2020). Ce service est offert dans la collectivité selon un barème mobile, de sorte que les résidents de High River, quel que soit leur revenu, puissent recevoir des soins de longue durée.

La municipalité a également créé l'initiative Safe Spot en vue de renforcer la capacité communautaire servant à soutenir la santé mentale des résidents de High River (McCracken, 2017). Cette initiative vise à donner une formation en secourisme psychologique aux entreprises et organismes. Après avoir reçu la formation, les entreprises et les organismes affichent un grand point orange dans leur vitrine pour informer les membres de la collectivité que leur établissement est un « endroit sécuritaire » pour parler de santé mentale avec un membre du personnel ayant la formation nécessaire. Ce programme a pour but d'accroître l'accès aux soins de santé mentale communautaires (Hayes et coll., 2018b).

4.4.5.3 Pertes et dommages

La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) souligne les effets néfastes des pertes et des dommages liés aux changements climatiques à l'échelle de la collectivité (Tschakert et coll., 2017; CCNUCC, 2020). Les pertes et les dommages désignent les pertes physiques et les

dommages causés aux ressources environnementales, à la biodiversité, aux propriétés, aux entreprises et aux infrastructures par les aléas climatiques graves et à évolution lente. De plus en plus de documents mettent en évidence l'effet des pertes et des dommages liés au climat sur le bien-être psychosocial (Barnett et coll., 2016; Tschakert et coll., 2017; Cunsolo et Ellis, 2018; Tschakert et coll., 2019). Tel qu'il a été susmentionné, la perte du sentiment d'appartenance, particulièrement chez les peuples autochtones au Canada et dans le monde, représente la perte de culture, d'identité, du lien avec la nature et d'activités axées sur la terre, de sorte que les effets psychosociaux de la perte sont innombrables et complexes (Rigby et coll., 2011; Cunsolo Willox et coll., 2012; Tam et coll., 2013; Cunsolo et Ellis, 2018; Middleton et coll., 2020a; Middleton et coll., 2020b). Par exemple, Tam et coll. (2013) ont évalué l'incidence des changements climatiques sur le bien-être d'une collectivité des Premières Nations dans la région de l'ouest de la baie James et ont constaté que les aléas à évolution lente (p. ex., réchauffement des températures, variation des durées des saisons) tout comme les aléas graves (p. ex., inondations) ont causé la perte des pratiques traditionnelles de récolte et des dommages à la route d'hiver, en plus de perturber le comportement des animaux. De même, au Nunatsiavut (Labrador), les perturbations causées par la hausse des températures, la fonte de la glace de mer, les changements dans les habitudes de vie de la flore et de la faune et les impacts subséquents sur la sécurité alimentaire et culturelle ont entraîné une diminution du sentiment d'appartenance, un affaiblissement de la continuité culturelle et l'apparition de préoccupations au sujet de la perte des liens futurs avec un lieu donné (Cunsolo Willox et coll., 2012; Cunsolo Willox et coll., 2013a; Cunsolo Willox et coll., 2013b; Middleton et coll., 2020a). Ce sentiment de perte, les dommages et les perturbations ont par la suite entraîné des défis socioéconomiques et une insécurité alimentaire qui ont nui au bien-être psychosocial des collectivités (Tam et coll., 2013).

Dans une analyse systématique intitulée « *One thousand ways to experience loss* », Tschakert et coll. (2019) ont documenté les nombreux types de pertes et de dommages que subissent les collectivités en raison du climat, grâce à un examen comparatif de plus de 100 études de cas. Ils ont constaté un éventail de problèmes émotionnels, y compris la tristesse, l'inquiétude, les traumatismes, la dépression, les idéations suicidaires, la perte du sentiment d'appartenance, la perte du sentiment de sécurité, le sentiment de nostalgie dans le milieu familial (solastalgie), le deuil et la perte d'identité (Tschakert et coll., 2019). De plus, un examen systématique de la documentation sur les effets des changements climatiques sur la santé mentale des peuples autochtones a révélé que le changement des régimes d'appartenance et d'alimentation peut mener à des résultats émotionnels et psychologiques diversifiés, interreliés et qui se chevauchent (Middleton et coll., 2020b). Les auteurs de cette étude soulignent qu'il n'y a pas de relation unique ou simple entre les facteurs de stress climatiques et les pertes et dommages intangibles, et que les dommages liés au climat sont amplifiés par des circonstances personnelles, la culture et le contexte socioéconomique (Tschakert et coll., 2019, page 69). La section suivante donne un aperçu de la façon dont les iniquités en santé – fondées sur les déterminants biologiques, culturels, sociaux et environnementaux de la santé – influent sur les expositions, les risques et les impacts liés au climat.

4.5 Populations à risque plus élevé

Bien que tous soient vulnérables aux impacts des changements climatiques sur la santé, certaines populations et collectivités sont touchées de façon disproportionnée. La présente section porte particulièrement sur les populations du Canada qui sont plus à risque de subir les impacts des changements climatiques sur la santé mentale, notamment les Autochtones, les enfants, les jeunes et les adultes âgés, les groupes socioéconomiques défavorisés et les sans-abri, les personnes qui ont des problèmes de santé préexistants et certains groupes professionnels. Elle met l'accent sur les besoins en matière d'attention, de promotion, de prévention et de soins appropriés pour des sous-ensembles précis de la population.

Dans de nombreux cas, les personnes qui sont aux prises avec des iniquités en santé sont plus à risque d'avoir des problèmes de santé mentale liés aux changements climatiques. Les iniquités en santé désignent les différences évitables d'état de santé qui découlent de systèmes, de politiques et de facteurs injustes ou inéquitables ayant une incidence sur l'état de santé (gouvernement du Canada, 2018; voir également le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé). Afin de remédier à ces iniquités systémiques en santé, il est important de mieux comprendre qui est le plus à risque et quels sont les facteurs systémiques qui accroissent le risque.

Certaines personnes peuvent faire partie de plusieurs de ces groupes de population et faire face à de multiples iniquités en santé, ce qui peut aggraver les risques climatiques pour la santé mentale. La façon dont les facteurs de risque multiples et les iniquités en santé peuvent aggraver le risque n'est pas bien comprise. Par exemple, de nombreuses populations peuvent être exposées à un risque accru des effets des changements climatiques sur la santé mentale et qui sont également victimes de discrimination. Cela peut inclure les groupes racialisés et les personnes victimes de discrimination en raison de leur orientation sexuelle ou de leurs problèmes de santé mentale. Il y a peu de données sur la façon dont la discrimination peut exacerber les impacts des changements climatiques sur la santé mentale de populations particulières.

Il est important de noter que de nombreuses populations qui sont à risque accru de problèmes de santé mentale liés aux changements climatiques ont démontré et continuent de démontrer des comportements adaptatifs et résilients malgré les défis et les iniquités auxquels elles sont confrontées. Alors qu'il commence à y avoir des études sur les forces et les mesures d'adaptation des populations risquant d'avoir plus de problèmes de santé mentale en raison des changements climatiques (Ford et coll., 2016; Hayes et coll., 2019), de tels renseignements peuvent permettre de tirer des leçons importantes concernant les impacts des changements climatiques les plus graves et de les utiliser pour mieux comprendre l'adaptation et la résilience (Hayes, 2019).

4.5.1 Peuples autochtones

Il y a un grand nombre de documents qui se rapportent aux impacts des changements climatiques sur la santé mentale des peuples autochtones au Canada et dans le monde, surtout les peuples autochtones dans les régions éloignées de l'Australie (Shiple et Berry, 2010; Bardsley et Wiseman, 2012; Green et Minchin, 2014; O'Brien et coll., 2014; Bowles, 2015) et l'Inuit Nunangat au Canada (Cameron, 2012; Cunsolo Willox et

coll., 2012; Ford, 2012; Cunsolo Willox et coll., 2013a; Cunsolo Willox et coll., 2013b; Durkalec et coll., 2015; Harper et coll., 2015; Ford et coll., 2016). Les peuples autochtones de ces régions géographiques distinctes sont aux premières loges des changements climatiques et sont témoin de la perte ou de la dégradation des terres, ce qui peut avoir des répercussions sur le bien-être individuel et collectif (Cunsolo Willox et coll., 2012; Tam et coll., 2013; Cunsolo Willox et coll., 2014; Middleton et coll., 2020b).

S'ajoutent aux impacts d'un climat en évolution rapide les séquelles et les traumatismes découlant de la colonisation, de la dépossession des terres, des pensionnats, de la réinstallation forcée, du racisme, de l'exclusion sociale et de la marginalisation continue des Premières Nations, des Inuits et des Métis au Canada (Kirmayer et coll., 2009; Cameron, 2012; Ford, 2012). Il y a également une pénurie de services de santé adaptés à la culture des Premières Nations, des Inuits et des Métis au Canada, ce qui crée des obstacles systématiques et culturels à l'accès aux services et à leur utilisation (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). Par ailleurs, il ne fait aucun doute que le fardeau de maladie physique chronique des peuples autochtones est plus grand en raison des iniquités systémiques en santé qui peuvent exacerber la mauvaise santé mentale liés au climat (Earle, 2013; ITK, 2016).

4.5.2 Sexe et genre

Les données probantes indiquent que les personnes qui s'identifient comme des femmes⁴ ont tendance à être plus sujettes à l'anxiété, à l'inquiétude et au TSPT liés aux changements climatiques (Tunstall et coll., 2006; Lowe et coll., 2013; Dodgen et coll., 2016; Clayton et coll., 2017). La documentation indique également que les personnes qui s'identifient comme des femmes ont tendance à être plus à risque face aux changements climatiques en raison de la marginalisation fondée sur le sexe (Fletcher et Knuttila, 2016; Williams et coll., 2018). En particulier, les femmes ont tendance à assumer des rôles de dispensatrices de soins, lesquels sont habituellement sous-évalués et sous-rémunérés. De plus, en raison de ces rôles, elles sont plus à risque d'éprouver de l'usure de compassion, notamment pendant les périodes d'exposition (ou d'exposition interposée) aux dangers climatiques (Hayes, 2019). Pacheco (2020) souligne également que les personnes enceintes sont plus à risque de souffrir de maladies liées à la chaleur et de carences nutritionnelles, lesquelles sont exacerbées par les épisodes de chaleur et l'insécurité alimentaire liés au climat.

Des études indiquent que les hommes subissent également les impacts des changements climatiques sur la santé mentale. Par exemple, les travaux de Cunsolo Willox et coll. (2012) dans les collectivités inuites du Nord au Nunatsiavut ont révélé que les hommes d'âge moyen étaient souvent les plus touchés par les conditions environnementales changeantes parce qu'ils étaient incapables de fournir de la nourriture à leur famille et à leur collectivité, ce qui minait leur sentiment d'appartenance et d'identité (Durkalec et coll., 2015). De plus, tel qu'il a été mentionné précédemment, il y a un risque accru de suicide chez les agriculteurs masculins en période de sécheresse (Hanigan et coll., 2012). Il importe de tenir compte du rôle de la socialisation fondée

4 Dans la science occidentale, l'interprétation du terme « sexe » est généralement binaire (homme et femme), faisant ainsi abstraction des personnes intersexuées. Le terme « genre » fait référence aux rôles socialement construits attribués aux hommes et aux femmes. Dans la science occidentale, le terme « genre » est généralement confondu avec le terme « sexe » et est présenté comme étant binaire (homme et femme), faisant ainsi abstraction des personnes non binaires.

sur le genre dans la recherche de soins en santé mentale (Tunstall et coll., 2006). D'après la documentation, le problème serait moins de savoir qui est touché, mais plutôt qui a appris à demander de l'aide et qui a accès à des services de santé mentale (Tunstall et coll., 2006; Alston et Kent, 2008; Berry et coll., 2011; Polain et coll., 2011; Granham, 2015).

4.5.3 Enfants, jeunes et adultes âgés

Les enfants, les jeunes et les adultes âgés ont tendance à être plus à risque de subir les impacts psychosociaux des changements climatiques parce qu'ils dépendent davantage des autres pour maintenir leur santé et leur bien-être (Lowe et coll., 2013; Clayton et coll., 2014). Quelques données probantes indiquent que les personnes enceintes exposées à des facteurs de stress liés aux changements climatiques peuvent avoir des enfants présentant des risques accrus de retard de croissance intra-utérin, de faible poids à la naissance et de prématurité (Pacheco, 2020). Entre autres types d'effets indésirables à long terme, les changements climatiques peuvent avoir des impacts psychosociaux comme le trouble d'hyperactivité avec déficit de l'attention, le trouble du spectre de l'autisme et d'autres troubles neurodéveloppementaux, les déficits cognitifs, les troubles de l'humeur et la schizophrénie (Pacheco, 2020).

Les enfants peuvent également vivre des épisodes d'anxiété et avoir des sentiments de catastrophe imminente liée aux changements climatiques (Tucci et coll., 2007; Fritze et coll., 2008; Ojala, 2012). Une enquête menée auprès d'enfants australiens par Tucci et coll. (2007) a révélé qu'un enfant sur quatre était si préoccupé par la menace mondiale des changements climatiques qu'il croyait que le monde prendrait fin avant qu'il n'atteigne l'âge adulte. Les enfants peuvent également être exposés à un risque accru de traumatisme et d'anxiété à long terme par suite d'événements météorologiques extrêmes (Simpson et coll., 2011; Brown et coll., 2019; Roberts et coll., 2019). Les préoccupations des enfants et des jeunes au sujet des changements climatiques sont peut-être plus répandues parce qu'ils réfléchissent davantage à leur avenir, qu'ils ont moins d'autonomie et de contrôle sur leur vie et leur comportement, et qu'ils ont plus de temps pour penser à cette question (Ojala, 2012; Clayton, 2020).

4.5.4 Populations de faible niveau socioéconomique et sans-abri

Les personnes dont le niveau socioéconomique est faible sont plus à risque de subir les effets des changements climatiques sur la santé (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé), y compris ceux sur la santé mentale. Par exemple, les sans-abri ont tendance à vivre dans des zones urbaines et suburbaines où ils sont plus exposés aux températures extrêmes, ce qui peut avoir un effet disproportionné sur les personnes qui ont des problèmes de santé mentale préexistants ainsi que des problèmes de thermorégulation (Dodgen et coll., 2016). Les sans-abri sont plus à risque de contracter des maladies à transmission vectorielle parce qu'ils passent beaucoup de temps à l'extérieur dans des conditions météorologiques précaires et dans des régions où les vecteurs hôtes peuvent être plus fréquents (Dodgen et coll., 2016). Les maladies à transmission vectorielle, comme le virus du Nil occidental et la maladie de Lyme, peuvent aggraver les problèmes de santé mentale préexistants en contribuant à des problèmes cognitifs, neurologiques et de santé mentale (Dodgen et coll., 2016). Bien que la base de recherche actuelle sur les

effets des changements climatiques sur la santé mentale chez les sans-abri et les personnes du Canada dont le niveau socioéconomique est faible soit limitée, la situation socioéconomique est reconnue comme un prédicteur des mauvais résultats en santé mentale (Hudson, 2005).

4.5.5 Personnes ayant des problèmes de santé préexistants

Les personnes qui ont des problèmes de santé préexistants, y compris des problèmes de santé mentale, sont plus à risque de subir les effets des changements climatiques sur la santé mentale (Cusack et coll., 2011; Dodgen et coll., 2016). Par exemple, aux États-Unis, les vétérans atteints d'une maladie mentale étaient 6,8 fois plus susceptibles de souffrir d'une maladie mentale exacerbée après l'ouragan Katrina que les vétérans qui n'avaient pas de problèmes de santé mentale préexistants (Dodgen et coll., 2016). De plus, les personnes atteintes d'une maladie mentale grave sont extrêmement vulnérables aux catastrophes climatiques et leurs besoins peuvent souvent être négligés dans les situations d'urgence (Jones et coll., 2009). Les personnes ayant des problèmes de santé mentale préexistants courent un risque accru d'autres morbidités et de mortalité. Des soins en santé mentale et des ressources sociales pour soutenir le bien-être (p. ex., groupes de soutien) sont nécessaires pendant et après l'exposition aux dangers climatiques au sein de cette population cible.

4.5.6 Groupes professionnels

Les personnes qui travaillent principalement à l'extérieur ou dont les moyens de subsistance dépendent de la santé de la terre et de l'environnement sont plus à risque de subir les effets psychosociaux des changements climatiques (Fritze et coll., 2008; Costello et coll., 2009; Berry et coll., 2010a; Clayton et coll., 2014; GIEC, 2014). Les personnes travaillant à l'extérieur qui ont tendance à être les plus à risque sont les pêcheurs, les éleveurs, les chasseurs et les trappeurs ainsi que les gens de l'industrie du tourisme (Fritze et coll., 2008; Costello et coll., 2009; Berry et coll., 2010a; Clayton et coll., 2014; GIEC, 2014).

Les changements climatiques touchent non seulement les industries traditionnelles fondées sur les ressources, mais les travailleurs qui dépendent de ces industries pour gagner leur vie, et ceux-ci peuvent éprouver une détresse mentale liée à l'insécurité d'emploi. Certaines données anecdotiques donnent à penser que les gens qui travaillent dans les industries primaires en Alberta, par exemple, vivent une grave détresse émotionnelle alors qu'ils anticipent l'effondrement des secteurs traditionnels dans lesquels ils travaillent (Mouallen, 2015). Selon certaines données probantes, l'écoanxiété peut également toucher les personnes qui travaillent dans les domaines de la climatologie, des sciences de l'environnement et de la santé publique (Clayton, 2018; Pihkala, 2020).

Un autre groupe professionnel qui a tendance à subir de façon disproportionnée les effets psychosociaux des changements climatiques est celui des premiers intervenants qui participent aux interventions en santé après des événements extrêmes (p. ex., ouragans, inondations, feux de forêt) (Carleton et coll., 2017). Dodgen et coll. (2016) ont observé que les taux de TSPT chez les premiers intervenants varient de 13 % à 18 %, quatre ans après leur intervention lors d'un événement météorologique extrême.

4.6 Risques liés à la santé mentale et coût économique prévus

4.6.1 Risques prévus pour la santé mentale découlant des changements climatiques

Aucune étude connue au Canada ne prévoit les effets des changements climatiques sur la santé mentale. Toutefois, une étude a utilisé divers scénarios climatiques pour projeter les résultats des changements climatiques sur la santé mentale, en mettant l'accent sur les taux de suicide imputables au réchauffement des températures aux États-Unis et au Mexique. Burke et coll. (2018) ont estimé que le réchauffement d'ici 2050 (dans le scénario RPC 8.5) pourrait être la cause de 9 000 à 40 000 suicides supplémentaires aux États-Unis et au Mexique. Alors que les températures moyennes mensuelles se sont réchauffées de 1 °C, les décès par suicide ont augmenté de 21 % au Mexique et de 0,7 % aux États-Unis (Burke et coll., 2018).

En l'absence d'efforts d'adaptation accrus, le fardeau actuel de la mauvaise santé mentale au Canada est susceptible de croître étant donné que la gravité et la fréquence de nombreuses catastrophes climatiques ayant une incidence sur la santé mentale devraient s'intensifier (Bush & Lemmen, 2019; Hayes et al., 2019). Tel qu'il est mentionné précédemment, la Commission canadienne de la santé mentale signale que 7,5 millions de personnes au Canada éprouvent des problèmes de santé mentale chaque année (CSMC, 2017). Étant donné le très grand nombre de Canadiens et de Canadiennes qui ont des problèmes de santé mentale, l'augmentation potentielle des maladies découlant des futurs changements climatiques est importante.

4.6.2 Coût économique prévu des répercussions sur la santé

Aucune étude connue ne documente le coût économique prévu des impacts des changements climatiques sur la santé mentale au Canada. On estime que 500 000 Canadiens et Canadiennes s'absentent du travail chaque semaine en raison de problèmes de santé mentale, ce qui représente pour l'économie canadienne des coûts annuels d'environ 51 milliards de dollars. Les troubles psychiatriques arrivent au second rang des dépenses en soins de santé les plus coûteuses au Canada, après les dépenses pour les maladies cardiovasculaires (CAMH, 2012; ASPC, 2014). Compte tenu du coût élevé des troubles psychiatriques pour le système de santé et la société et de l'ampleur des effets sur la santé mentale qui peuvent être associées aux changements climatiques, le coût futur pour les Canadiens et les Canadiennes devrait être considérable au fur et à mesure que le climat continue de se réchauffer.

4.7 Mesures d'adaptation pour réduire les risques

Les mesures d'adaptation peuvent être efficaces pour réduire les impacts des changements climatiques sur la santé mentale (Dodgen et coll., 2016). La présente section donne un aperçu des rôles et des responsabilités qu'assument les intervenants dans le secteur de la santé et à l'extérieur de celui-ci en vue d'améliorer la santé mentale dans un climat en évolution. Elle traite des politiques et des programmes actuels visant à réduire les risques pour la santé mentale, y compris des approches émergentes et novatrices pour assurer le suivi et la surveillance des effets des changements climatiques sur la santé mentale, des efforts visant à soutenir les jeunes et des interventions qui favorisent les interactions avec la nature. Elle décrit également les éventuelles mesures d'adaptation et les obstacles en la matière, de même que les avantages accessoires de la lutte contre les effets des changements climatiques qui pourraient bénéficier la santé mentale.

4.7.1 Rôles et responsabilités en matière d'adaptation dans le but de réduire les risques

L'adaptation afin d'atténuer les effets des changements climatiques sur la santé mentale exige des mesures intersectorielles et transdisciplinaires fondées sur un soutien et des soins intégrés et coordonnés (Stanke et coll., 2012; Hayes et coll., 2019). Les disciplines qui devraient participer à cet effort comprennent divers professionnels de la santé, dont les suivants :

- Médecins, infirmières, spécialistes en santé mentale (p. ex., psychiatres, psychologues et psychothérapeutes)
- Professionnels paramédicaux (p. ex., travailleurs en santé publique, pharmaciens, travailleurs sociaux et travailleurs en santé mentale communautaire)
- Professionnels de la protection civile (p. ex., premiers intervenants)

Le meilleur soutien en santé mentale est probablement celui offert par des professionnels de la santé mentale dans le cadre de services structurés, comme les thérapies, le counseling et les médicaments psychotropes (Hayes et coll., 2018a). Pour bon nombre de gens, la maladie mentale et la détresse émotionnelle sont toujours fortement stigmatisées; ils préfèrent assurer leur bien-être grâce à des soutiens et à des réseaux familiaux et communautaires non structurés qui n'ont aucun lien avec les soins de santé mentale structurés (Rodriguez et coll., 2008). Par conséquent, les gens peuvent avoir recours à des services et à un soutien non structurés, comme des exercices, des activités artistiques ou des groupes qui renforcent le sentiment d'appartenance à la communauté (Hayes et coll., 2018a). Il y a également une variété d'approches culturelles en matière de soins de santé mentale sur lesquelles les gens peuvent compter – par exemple, la guérison axée sur la nature pratiquée par de nombreux peuples autochtones, qui permet aux participants de profiter de la nature pour créer, fabriquer, cuisiner, relater des histoires et établir des liens avec la nature et avec la culture (Radu, 2018).

4.7.2 Politiques et programmes qui réduisent les risques

Il existe toute une gamme d'interventions pour contrer les répercussions psychosociales des changements climatiques, y compris des politiques, des programmes et pratiques, des approches communautaires et d'autres stratégies pour fournir des services et de l'aide en santé mentale (tableau 4.2). La santé psychosociale désigne de façon plus générale les composantes sociales et psychologiques qui façonnent le bien-être, et la santé mentale est un aspect de la définition plus large de la santé psychosociale. Les sections suivantes mettent en évidence la vaste gamme d'interventions d'adaptation qui contribuent à la santé psychosociale (Clayton et coll., 2017; Hayes et Poland, 2018; Hayes et coll., 2018a).

Tableau 4.2 Exemples de politiques et de programmes, ainsi que d'interventions et de pratiques médicales visant à atténuer les répercussions psychosociales des changements climatiques

POLITIQUES ET PROGRAMMES

- Accès accru aux services de santé mentale et financement supplémentaire
- Aide économique pour réduire la pression financière qui constitue un facteur de stress clé pour les victimes d'une catastrophe climatique
- Plans de résilience aux changements climatiques, qui traitent du bien-être psychosocial
- Évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation de la santé aux changements climatiques, qui englobent l'examen des vulnérabilités en matière de santé mentale et des options d'adaptation

INTERVENTIONS ET PRATIQUES MÉDICALES

- Thérapies ou médicaments particuliers fournis par des professionnels de la santé mentale
- Interventions comportementales particulières telles que les thérapies cognitivocomportementales, les pratiques fondées sur la pleine conscience ou les programmes d'écodeuil
- Formation spécialisée en secourisme psychologique ou en premiers soins en santé mentale pour les membres de la collectivité
- Services itinérants de soins de santé mentale
- Services de santé mentale sans rendez-vous
- Guides de ressources à l'intention des professionnels et du public sur les effets des changements climatiques sur la santé mentale

Encadré 4.3 Programme de surveillance de l'environnement et de la santé eNuk

C'est... faire en sorte que nous aurons toujours demain ce que nous avons aujourd'hui, et que nous pourrons nous en servir de la même façon. C'est comprendre que les choses vont changer, que la glace va fondre, que la température va se réchauffer, mais qu'il faut protéger notre environnement, et qu'il faut continuer de protéger ce que nous pouvons protéger maintenant.

[traduction] Résident de Rigolet, Nunatsiavut, Labrador

Les changements climatiques et environnementaux présentent de grands défis pour la santé dans l'Inuit Nunangat (terres inuites) et le nord du Canada (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). Notamment, en raison de leurs liens étroits avec la nature et de leur dépendance à l'égard de celle-ci pour leur subsistance, leur culture, leur gagne-pain et leur bien-être, les Inuits du Nord ont constaté des effets néfastes sur la santé physique et mentale dans leurs collectivités. Bien que la recherche ait permis d'établir qu'il existe de nombreux liens entre les résultats en matière d'environnement et de santé, la détection de ces résultats et la réponse à ces derniers constituent un défi de taille. Pour favoriser l'adaptation de la santé aux changements climatiques, il faut mettre en place des systèmes d'observation et de surveillance communautaires exhaustifs et durables pouvant produire des données opportunes et utilisables, de même que des stratégies décisionnelles pour les collectivités et les gouvernements.

Le gouvernement de la collectivité inuite de Rigolet, le ministère de la Santé et du Développement social du Nunatsiavut et une équipe de chercheurs inuits et non inuits ont travaillé avec la collectivité de Rigolet, au Nunatsiavut (Labrador), au Canada, à l'élaboration et à la mise en œuvre du programme eNuk, un système participatif de surveillance de l'environnement et de la santé conçu et mis au point par les Inuits (The eNuk Program, 2018). Fondée sur les valeurs, les systèmes de savoir, les sciences et les priorités des Inuits, l'application eNuk a pour but de surveiller et d'analyser les effets des changements climatiques sur la santé, y compris les effets sur la santé mentale, et d'y réagir (Sawatsky et coll., 2018; Sawatsky et coll., 2020).

Les Inuits peuvent utiliser cette application pour prendre des photos et des vidéos, insérer du texte et documenter la sécurité des routes de glace et des lieux importants sur le plan culturel pour la chasse, la pêche et la cueillette de petits fruits. Les utilisateurs de l'application peuvent également insérer de l'information liée à la santé, y compris des indicateurs de santé mentale relatifs à l'évolution des tendances environnementales; aux impacts sur le sentiment d'appartenance, à la continuité culturelle, à la sécurité alimentaire et aux défis liés à l'identité; aux réactions émotionnelles comme le deuil écologique et l'anxiété; et aux problèmes de santé mentale aigus et chroniques. L'application fournira de l'information sur les effets des changements climatiques sur la santé mentale et physique et permettra aux professionnels de la santé et aux décideurs de prendre des mesures en fonction des besoins locaux. L'application eNuk en est à une phase pilote préliminaire (Sawatsky et coll., 2018; The eNuk Program, 2018; Sawatsky et coll., 2020).

4.7.2.1 Observation et surveillance des effets sur la santé mentale

La *Boîte à outils pour la surveillance post-sinistre des impacts sur la santé mentale*, élaborée par l'Institut national de la santé publique du Québec, fournit des conseils aux responsables de la santé publique sur la surveillance des impacts des catastrophes majeures sur la santé mentale pendant la phase de rétablissement, qui peut durer des mois ou des années après un événement extrême (Canuel et coll., 2019). Cette boîte à outils comprend des instruments de collecte de données conçus pour évaluer les effets sur la santé mentale de l'exposition aux catastrophes climatiques. En outre, de nouvelles approches ont été élaborées et sont en cours d'élaboration dans les collectivités autochtones afin de mieux comprendre les effets psychosociaux des changements climatiques (encadré 4.3).

4.7.2.2 Soutien aux jeunes

Les jeunes peuvent être particulièrement affligés par de l'anxiété, du deuil et du stress imputables aux changements climatiques, y compris l'écoanxiété et l'écodeuil. Ray (2020) qualifie les jeunes nés entre les années 1990 et 2000 de « génération climatique », en raison de leur exposition à la crise climatique au cours de leur vie. Le livre *Field Guide to Climate Anxiety: How to Keep Your Cool on a Warming Planet* (Ray, 2020) s'adresse aux jeunes et fournit un certain nombre de ressources pour composer avec les changements climatiques, notamment :

- des outils pour lutter contre l'épuisement professionnel lié à l'activisme climatique et à la crise climatique;
- des techniques pour donner un sens à la crise climatique et trouver un but et une signification en vue d'y réagir;
- des stratégies pour accroître la résilience collective et individuelle;
- des outils pour contrer les effets potentiellement négatifs de la couverture médiatique des changements climatiques;
- des conseils sur la façon d'insuffler de la joie, de l'humour et de l'optimisme dans le travail lié à la justice climatique.

Le guide pratique place le bien-être individuel et collectif, de même que la justice sociale et environnementale, au centre de ces mesures. Certaines collectivités et organisations autochtones se concentrent sur le soutien du bien-être des enfants et des jeunes qui cherchent à composer avec les effets des changements climatiques. L'encadré 4.4 souligne comment deux organisations de trois Premières Nations d'Island Lake exposées à un feu de forêt ont conjugué leurs efforts pour soutenir le bien-être des enfants.

Encadré 4.4 Ka Pimthatek Pakthehnamoowin, un voyage d'espoir à Island Lake, au Manitoba

En août 2017, environ 3 700 membres de trois Premières Nations d'Island Lake ont été contraints de quitter leur foyer en raison d'un feu de forêt qui sévissait sur une superficie de 77 000 hectares. Toute la collectivité de la Première Nation de Wasagamack, de même que les membres des Premières Nations de St. Theresa Point et de Garden Hill, ont été évacués par bateau et par avion vers Brandon et Winnipeg, au Manitoba, où ils ont séjourné dans des hôtels. Dans les centres d'évacuation du Sud, les enfants étaient victimes de discrimination et de trafiquants de drogue prédateurs, en plus d'être séparés de leurs parents.

À la suite de cette expérience, la Four Arrows Regional Health Authority, un organisme régional consacré à l'amélioration des résultats en matière de santé pour les citoyens d'Island Lake, a collaboré avec Save the Children, un organisme de défense des droits de l'enfant, pour aider les enfants à surmonter leurs problèmes de santé mentale imputables aux incendies et se préparer aux événements climatiques extrêmes et aux catastrophes futures. Grâce à ce partenariat, les deux organisations :

- ont formé plus de 100 travailleurs de première ligne sur la prise en charge des besoins uniques des enfants en situation d'urgence, l'aide à apporter aux enfants en situation de crise et le secourisme psychologique;
- ont formé plus de 100 travailleurs de première ligne sur l'importance de l'autogestion de la santé au moyen d'ateliers sur les « soins aux soignants »;
- ont distribué des sacs à dos d'urgence remplis de fournitures à 2 000 enfants pour les protéger en cas d'urgence.

Ce processus a permis de constater que les enfants avaient de la difficulté à composer avec les effets à grande échelle des changements climatiques et les répercussions émotionnelles découlant de l'évacuation de 2017. Ils affichaient de plus en plus de comportements d'externalisation et vivaient dans des contextes difficiles en raison de la crise des opioïdes, du vol, de la violence familiale et du manque de logements sécuritaires.

Afin de renforcer la résilience émotionnelle des enfants face à ces défis, les deux organisations ont mis sur pied un programme de psychoéducation fondé sur des données probantes qui renforce la résilience et les capacités d'adaptation dans des contextes sécuritaires et en petits groupes. Le programme visait à accroître la résilience des enfants, des adolescents et de leurs soignants de la Première Nation de St. Theresa Point aux catastrophes et événements climatiques extrêmes, et de les préparer à composer avec ceux-ci.

4.7.2.3 Interactions avec le milieu naturel

Une grande partie de la documentation actuelle qui explore des approches nouvelles et novatrices pour lutter contre les répercussions psychosociales des changements climatiques souligne l'importance des

interactions avec le milieu naturel. Les pratiques de préservation du milieu naturel inculquent un sentiment d'intendance et d'investissement personnel qui peut aider les gens à surmonter leur désespoir, leur anxiété et leur écoparalysie. Une clinique environnementale a traité des « impatients » qui étaient émotionnellement et physiquement lassés d'attendre des interventions législatives sur les changements climatiques en leur « prescrivant » des mesures environnementales (Koger et coll., 2011). La clinique a enseigné aux élèves des stratégies d'adaptation axées sur les problèmes qui améliorent le bien-être grâce à l'activisme environnemental (Koger et coll., 2011).

Le fait de passer du temps dans la nature améliore aussi la santé physique et psychosociale (Ulrich, 1979). Une pratique japonaise courante qui permet de réduire le stress et l'anxiété est le shinrin-yoku (« bain de forêt ») – une façon d'établir des liens profonds avec la nature. Une étude réalisée par Lee et coll. (2011) a révélé que les bains de forêt abaissaient les taux de cortisol et la fréquence du pouls, tout en accroissant considérablement les sentiments positifs.

Depuis toujours, les collectivités autochtones utilisent des pratiques de guérison axées sur la nature pour améliorer la santé psychosociale (Cunsolo Willox et coll., 2012; Cunsolo Willox et coll., 2013a; Cunsolo Willox et coll., 2013b; Petrusek MacDonald et coll., 2015; Cunsolo et Ellis, 2018; Middleton et coll., 2020a). La guérison par la nature offre aux membres de la collectivité l'occasion de se rassembler, d'apprendre et d'échanger des connaissances sur la culture et le savoir fondé sur la nature, et de renforcer le sentiment d'appartenance à la collectivité, ce qui améliore le bien-être psychosocial (Kirmayer et Valaskakis, 2009; Radu et coll., 2014).

Parmi les autres approches proposées pour améliorer le bien-être psychosocial par la création d'un lien entre l'humain et la nature, mentionnons l'écopsychologie, un volet de l'environnementalisme qui favorise le bien-être psychosocial et la santé planétaire par l'intégration de la psychologie, et des pratiques écologiques concrètes qui donnent aux participants l'occasion de méditer dans la nature pour calmer l'esprit et le corps tout en forgeant une relation avec la nature (Bragg et Reser, 2012). Il reste encore de nombreuses nouvelles thérapies à évaluer en vue de déterminer la mesure dans laquelle elles contribuent à atténuer les effets psychosociaux des changements climatiques.

4.7.3 Avantages accessoires de la lutte contre les effets des changements climatiques qui pourraient bénéficier la santé mentale

Les mesures d'atténuation des gaz à effet de serre et d'adaptation pour lutter contre les changements climatiques peuvent générer d'importants avantages accessoires pour la santé (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé), y compris ceux pour la santé mentale (Ville de Toronto, 2019). Par exemple, les collectivités qui offrent un plus grand nombre d'occasions de pratiquer le transport actif (p. ex., marche, jogging ou vélo) constatent une réduction de la dépression et une amélioration de l'humeur (Koger et coll., 2011; Whitfield et coll., 2017). De plus, les projets communautaires d'intendance environnementale qui favorisent l'adaptation et contribuent aux efforts d'atténuation des gaz à effet de serre peuvent accroître le sentiment de cohésion sociale et ainsi que le bien-être psychosocial (Koger et coll., 2011). L'augmentation de l'infrastructure verte est également une importante stratégie d'atténuation des gaz à effet de serre et d'adaptation aux changements climatiques qui a démontré qu'elle pouvait réduire les

îlots de chaleurs urbains, améliorer la santé physique et soutenir le bien-être mental (Zupancic et coll., 2013; Huang et coll., 2017; Santé Canada, 2020).

4.7.4 Mesures d'adaptation possibles et obstacles

L'adaptation psychosociale aux effets des changements climatiques dépend d'un certain nombre de facteurs qui, lorsque présents, peuvent protéger la santé psychosociale et, si absents, peuvent lui nuire. Ces facteurs comprennent notamment (Hayes et coll., 2019) :

- le capital social;
- le sentiment d'appartenance à la collectivité;
- la communication et la sensibilisation;
- la collaboration intersectorielle et transdisciplinaire;
- la préparation de la collectivité;
- les interventions gouvernementales;
- l'accès aux ressources (financières et matérielles);
- la littératie en santé mentale;
- les ressources et interventions adaptées à la culture;
- la formation en soins de santé;
- les évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation.

La figure 4.2 présente les facteurs qui influent sur les impacts à l'égard de la santé psychosociale des changements climatiques et illustre l'effet sur ces impacts des déterminants sociaux et écologiques de la santé, des interventions et des facteurs susmentionnés en matière d'adaptation psychosociale. Bien que ces données n'englobent pas les déterminants propres à la santé des Autochtones, comme l'insécurité alimentaire, le colonialisme, le racisme et l'exclusion sociale, l'autodétermination et l'intendance environnementale, il est reconnu qu'ils sont essentiels pour comprendre les facteurs touchant la santé psychosociale des peuples autochtones qui subissent les effets des changements climatiques.

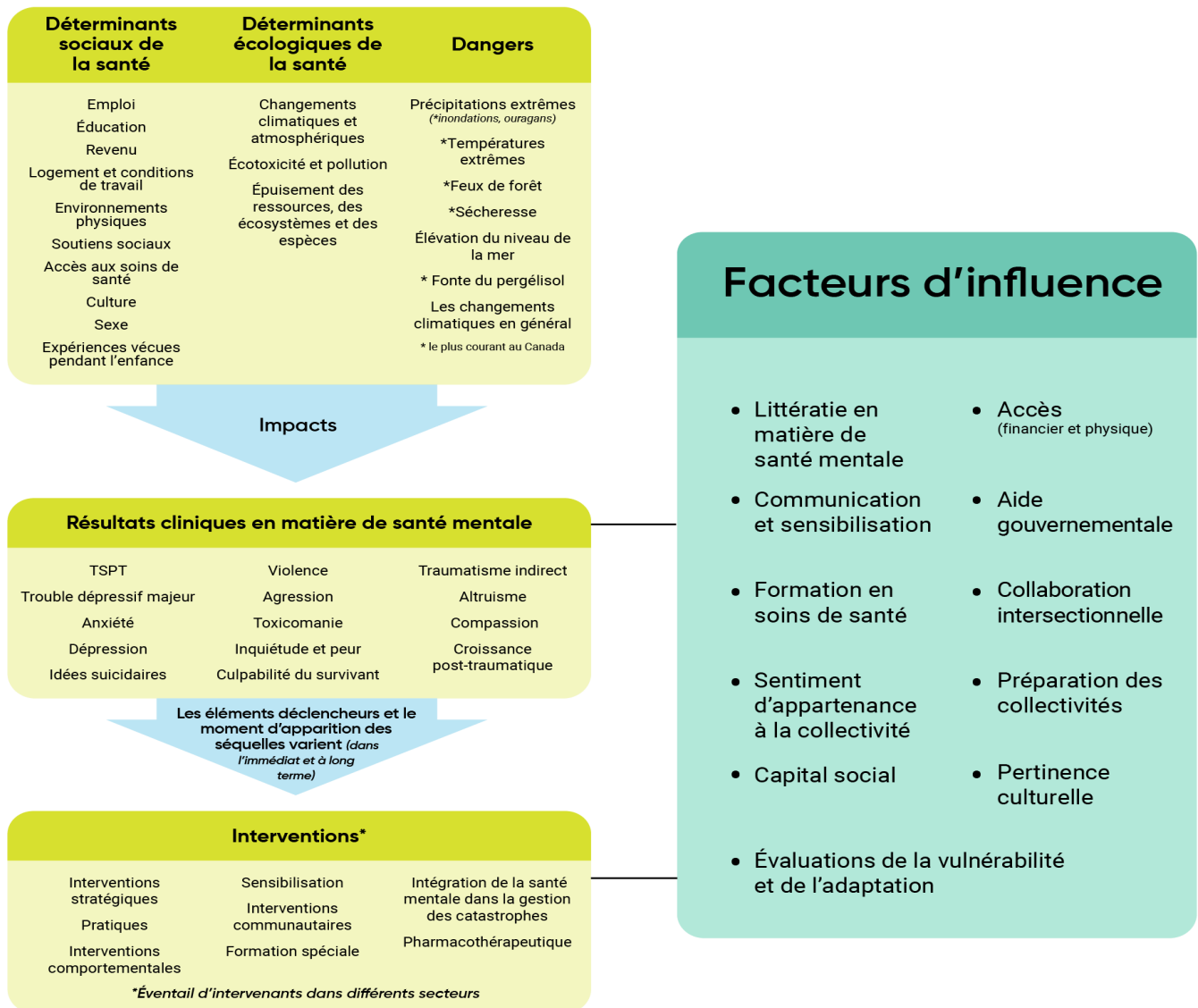


Figure 4.2 Facteurs qui influent sur les répercussions psychosociales des changements climatiques sur la santé.
Source : Hayes et coll., 2019.

4.7.4.1 Capital social

Le capital social s'entend des « réseaux et ressources auxquels les gens ont accès tout au long de leurs relations avec les autres » [traduction] (Aldrich, 2012, page 172). Le capital social compte deux volets importants : la dimension structurelle, qui définit la participation à des activités et l'interaction des gens, et la dimension cognitive, qui englobe les perceptions au sujet de la confiance, de la cohésion sociale et

de la réciprocité (p. ex., sentiment d'appartenance à une collectivité) (Berry et coll., 2010b; Aldrich, 2012). Essentiellement, le capital social correspond aux réseaux et aux relations que les gens forment pour se soutenir mutuellement ainsi qu'aux perceptions au sujet de ces réseaux et de ces relations. Le capital social joue un rôle essentiel dans le rétablissement après une catastrophe, même lorsqu'on le compare à l'aide économique ou à d'autres types de soutien (Aldrich, 2012).

Il peut représenter un facteur de protection pour les agriculteurs touchés par les feux de forêt et la sécheresse. Le mouvement « Hay West », par exemple, a démontré que le capital social ne se limitait pas à une région, mais qu'il pouvait profiter aux travailleurs agricoles partout au pays. En 2002, des agriculteurs des Prairies touchés par la sécheresse ont reçu 64 000 balles de foin d'agriculteurs de l'Est du Canada, qui comprenaient la situation difficile de ceux touchés par la sécheresse et désiraient leur venir en aide (Yusa et coll., 2015). Il a également été déterminé que le capital social est un facteur de protection important en ce qui concerne l'atténuation du risque de suicide chez les agricultrices adultes pendant les périodes de sécheresse prolongées ou croissantes en Australie (Hanigan et coll., 2012).

4.7.4.2 Sentiment d'appartenance à la collectivité

Le sentiment d'appartenance à une collectivité décrit ce que l'on ressent lorsque l'on fait partie d'un groupe, et est souvent considéré comme l'opposé du sentiment d'isolement (Bajayo, 2012). Ce sentiment est d'autant important lorsqu'il s'agit de s'attaquer aux impacts des changements climatiques sur la santé mentale, car il peut encourager les gens à explorer et à analyser leurs émotions difficiles, comme l'écodeuil et l'écoparalyse. Des ressources visant à renforcer le sentiment d'appartenance à la collectivité ont été élaborées pour soutenir les personnes qui ressentent des émotions comme l'écoanxiété. Par exemple, le site Web Ecoanxious a été créé dans le but de rompre le sentiment d'isolement ressenti par les gens qui craignent la crise climatique (Malena Chan et Gatley, 2020) en leur donnant une tribune où ils peuvent échanger leurs histoires d'écoanxiété, apprendre des expériences des autres et pratiquer la méditation dirigée (Malena-Chan et Gatley, 2020). Le site Web « Is This How You Feel? » offre une plateforme en ligne où les gens peuvent explorer comment les changements climatiques les touchent (« Is This How You Feel? », 2020). Il y a également le Good Grief Network, un programme de soutien en dix étapes qui aide les membres de la population et les collectivités à parler de l'écodeuil et à maîtriser ce sentiment, en plus d'établir des liens entre eux pour renforcer leur résilience personnelle tout en consolidant les liens communautaires (Schmidt et Lewis-Reau, 2020). Le réseau fournit des outils précis qui peuvent aider à contrer les effets néfastes de l'écodeuil, y compris le déni, le désespoir, l'impuissance, la fatigue de l'activisme et l'épuisement professionnel (Schmidt et Lewis-Reau, 2020). Le dépôt de données de recherches et de ressources en ligne américain Climate & Mind traite de la détresse liée au climat et comprend une liste de professionnels de la santé mentale qui peuvent aider les gens (Bryant, 2020). Ce site Web offre des conseils sur la façon d'organiser des cafés ou des cercles climatiques, c'est-à-dire des rassemblements communautaires informels qui offrent aux participants l'occasion de faire connaître et d'explorer leurs sentiments d'écoanxiété, d'écodeuil et de détresse liés au climat tout en bâtissant une communauté de soutien (Bryant, 2020). Toutes ces ressources soulignent l'importance du sentiment d'appartenance à la collectivité pour le renforcement de la résilience psychosociale.

4.7.4.3 Communication et sensibilisation

Il est important que les messages concernant les effets des changements climatiques sur la santé mentale comprennent des mesures pour soutenir le bien-être psychosocial (Clayton et Manning, 2018; King et coll., 2018). Les messages sur les risques climatiques imminents à eux seuls peuvent susciter davantage de peur et d'anxiété chez les gens, en particulier chez ceux qui ont des problèmes de santé mentale préexistants. Ils peuvent également contribuer aux problèmes de santé mentale (Dodgen et coll., 2016). Les messages suscitant la peur peuvent aussi accroître les comportements d'évitement, c'est-à-dire que les gens se sentent si dépassés qu'ils décrochent et composent avec la situation en évitant les messages sur les changements climatiques (Stern, 2012). Jumeler des messages portant sur les risques associés dus aux aléas climatiques à des messages axés sur les mesures que peuvent prendre les gens pour assurer leur bien-être peut aider ceux-ci à se sentir plus autonomes et en contrôle de leur bien-être (Maibach et coll., 2011). Les sources de confiance pour cette information comprennent les professionnels de la santé, les météorologues, les climatologues et les gouvernements (Zhao et coll., 2014). La figure 4.3 présente un bon exemple de produit de communication. Il souligne l'écodeuil et l'anxiété associés à l'intensification des changements climatiques et indique les interventions pouvant être entreprises par le secteur de la santé pour réduire les souffrances émotionnelles et accroître la résilience.

L'écodeuil et l'anxiété face aux problèmes écologiques: le début d'une réaction saine aux changements climatiques?

Ashlee Cunsolo, Sherilee L Harper, Kelton Minor,
Katie Hayes, Kimberly G Williams, Courtney Howard

L'écodeuil et l'anxiété face aux problèmes écologiques sont des réactions raisonnables et fonctionnelles aux pertes liées aux changements climatiques.

La détresse émotionnelle, l'anxiété et le deuil augmentent au sein de la population.

Il faut des interventions urgentes de la part des cliniciens, des praticiens de la santé publique, des familles, des chercheurs, des éducateurs et des responsables des politiques.

Adopter une approche axée sur l'équité en santé pour les ressources et les interventions afin de bâtir des systèmes de santé mentale résilients

Mettre l'accent sur les familles

Augmenter la prescription sociale d'activités qui améliorent la santé environnementale, physique et mentale

Accroître la formation des professionnels de la santé mentale concernant les changements climatiques et la santé

Améliorer les évaluations cliniques et le soutien

Exploiter les stratégies de thérapie individuelle et de groupe déjà éprouvées

Les interventions qui réduisent les souffrances émotionnelles associées aux changements climatiques peuvent comprendre...

Que faut-il pour renforcer et appuyer les interventions?

Des espaces accessibles et sécuritaires pour explorer les réactions émotionnelles

La volonté politique d'assurer le financement des stratégies et des soutiens

De la recherche continue pour promouvoir la guérison et la résilience

Lancet Planetary Health, 2020

Figure 4.3. Écodeuil et anxiété : Le début d'une réaction saine aux changements climatiques? Source : Cunsolo et coll., 2020; crédit d'image : Alex Sawatzky.

4.7.4.4 Collaboration intersectorielle et transdisciplinaire

Une collaboration intersectorielle et transdisciplinaire est essentielle pour favoriser l'adaptation aux impacts psychosociaux des changements climatiques (Morrissey et Reser, 2007; Stanke, 2012; Hayes et coll., 2019). Les professionnels de la santé mentale, ainsi que d'autres professionnels de la santé et paramédicaux, fournissent des soins de santé mentale en première ligne pendant les événements météorologiques extrêmes et les catastrophes. De plus, les groupes communautaires, les institutions religieuses et spirituelles et les organisations non gouvernementales créent un sentiment d'appartenance à la collectivité et offrent du soutien aux personnes qui ont des problèmes psychosociaux. Les spécialistes de la protection civile appuient également les efforts d'adaptation, particulièrement pendant ces événements. La santé mentale et le bien-être de ces professionnels peuvent être gravement touchés, car ceux-ci sont probablement plus exposés à des catastrophes (Carleton et coll., 2017). Une collaboration accrue entre les disciplines et les secteurs peut accroître l'efficacité des mesures d'adaptation qui permettent de réduire les impacts psychosociaux des changements climatiques (Hayes et coll., 2020).

4.7.4.5 Interventions gouvernementales et accès aux ressources

L'accès à des soins de santé mentale et à des services sociaux qui favorisent la santé psychosociale peut réduire les résultats néfastes en matière de santé mentale (CSMC, 2016; Thompson et coll., 2018). Ces ressources peuvent comprendre des soins de santé mentale prodigués par des professionnels de la santé ou du soutien non officiel de groupes communautaires; toutefois, les aléas climatiques peuvent entraver l'accès à ces ressources (Hayes et coll., 2019).

Les interventions gouvernementales qui améliorent l'accès (financier et physique) aux ressources psychosociales sont essentielles à l'amélioration des soins de santé mentale (Polain et coll., 2011; CSMC, 2016; Hayes et coll., 2019). Le système de santé universel à payeur unique du Canada pourrait ne pas couvrir de nombreux services de santé mentale, et les services de santé mentale varient selon la province, le territoire et la région (Goldner et coll., 2016). De plus, bien que de nombreuses Premières Nations et de nombreux Inuits reçoivent gratuitement une gamme de services de soutien en santé mentale et autres dans le cadre du Programme des services de santé non assurés, bon nombre d'entre eux n'y ont pas accès (gouvernement du Canada, 2020).

Les provinces et les territoires fournissent des services médicaux externes (p. ex., soins primaires et psychiatriques) et des soins de santé mentale aux patients hospitalisés. Les professionnels paramédicaux (p. ex., infirmières, travailleurs sociaux, conseillers, psychothérapeutes) fournissent souvent gratuitement des soins aux patients hospitalisés; toutefois, ces services peuvent comprendre des frais lorsqu'ils sont assurés en consultation externe. Par conséquent, pour y avoir accès, de nombreux Canadiens et Canadiennes pourraient devoir déboursier d'eux-mêmes les frais associés aux services de santé mentale ou faire appel à une assurance privée (Goldner et coll., 2016). Certaines personnes pourraient ne pas être en mesure de recevoir des soins de santé mentale en raison de contraintes financières, ou simplement parce qu'il n'y a pas d'établissements de soins de santé mentale à leur disposition (Moroz et coll., 2020). L'inégalité d'accès de certaines populations canadiennes aux services de santé mentale accroît leur vulnérabilité aux impacts des changements climatiques. Un accès accru et équitable aux soins de santé mentale pourrait améliorer les résultats en matière de santé mentale dans un climat en évolution.

4.7.4.6 Documentation et formation en santé mentale

Il existe une forte stigmatisation au Canada relativement à la mauvaise santé mentale et au recours à des services de santé mentale (Tam, 2019). En raison de cet obstacle, un nombre moindre de Canadiens et de Canadiennes pourraient demander de l'aide pour leurs problèmes de santé mentale découlant des impacts des changements climatiques. Améliorer la littératie du grand public au sujet des enjeux de santé mentale peut contribuer à atténuer cette stigmatisation et encourager les personnes aux prises avec les répercussions des changements climatiques sur la santé mentale à demander des soins (Hayes et coll., 2019). La littératie en santé mentale correspond à connaître les résultats en santé mentale, les facteurs qui influent sur les résultats en santé mentale et la prise en charge des soins en santé mentale et les options connexes (Davis, 2013). Le secourisme psychologique et les premiers soins en santé mentale peuvent améliorer la littératie en santé mentale grâce aux conseils et à la formation qu'ils offrent sur la façon de soutenir les personnes en détresse mentale.

Les efforts visant à réduire les impacts des changements climatiques sur la santé mentale englobent la formation des responsables de la santé publique et de la gestion des urgences. La formation devrait se concentrer sur les activités nécessaires à la suite d'une catastrophe préconisées par Neria et Shultz (2012), à savoir :

- inculquer un sentiment de sécurité;
- apaiser l'anxiété et diminuer l'excitation physiologique;
- accroître l'efficacité personnelle et collective;
- favoriser le soutien social et l'établissement de liens avec les autres;
- nourrir l'espoir d'avoir un avenir positif.

L'application de ces mesures pourrait améliorer la littératie en santé mentale et réduire les impacts psychosociaux à long terme des changements climatiques, en particulier chez les populations qui subissent des fardeaux disproportionnés sur le plan de la santé (Neira et Schultz, 2012).

4.7.4.7 Ressources et interventions adaptées sur le plan culturel

Les mesures d'adaptation visant à renforcer la santé psychosociale doivent utiliser des ressources adaptées à la culture et à la collectivité locale. Par exemple, au Canada, il faut accroître la disponibilité des soins de santé mentale dans les collectivités agricoles rurales pour aider à réduire les répercussions de la sécheresse. De tels soins devraient également être dispensés par des personnes qui connaissent l'agriculture ou qui ont travaillé dans ce domaine et tenir compte des dimensions axés sur le genre faisant que les agriculteurs et agricultrices vivent des expériences différentes (Fletcher et Knuttila, 2016).

L'atténuation des impacts des changements climatiques sur la santé mentale dans les collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis nécessite également des ressources adaptées sur le plan culturel (CSMC, 2016). Par exemple, répondre aux besoins en santé mentale et en sécurité culturelle des populations des Premières Nations évacuées par suite d'une inondation ou d'un feu de forêt requiert l'intégration du

continuum du mieux-être mental des Premières Nations⁵ chez les premiers intervenants qui soutiennent les populations des Premières Nations déplacées. Il faudrait également offrir une formation sur les compétences culturelles au personnel d'intervention d'urgence, aux agents d'application de la loi et aux spécialistes de la gestion des catastrophes aux échelons provincial et fédéral (Santé Canada, 2015). La sensibilisation et le soutien aux méthodes de guérison axées sur la nature que pratiquent les collectivités autochtones s'imposent également (Polain et coll., 2011; Harper et coll., 2015). À cet égard, le rapport du Secrétariat du changement climatique du Yukon sur les mesures d'adaptation a jugé prioritaire de renforcer les ressources en santé mentale et de concevoir ou d'améliorer des programmes qui favorisent le rétablissement des liens entre les peuples autochtones et la nature (gouvernement du Yukon, 2017).

4.7.4.8 Établissement du niveau de préparation des collectivités à l'aide d'évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation

La préparation d'une collectivité au soutien de la santé psychosociale à la suite de dangers liés au climat et surtout à la prévention de l'apparition d'impacts en premier lieu dépend fortement de sa compréhension approfondie des risques et de sa vulnérabilité en matière d'aléas liés au climat, ainsi que d'une évaluation des mesures d'adaptation possibles (Morrissey et Reser, 2007; Hayes et coll., 2019). Pour cette raison, de nombreuses collectivités du Canada ont effectué des évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation en matière de changements climatiques et de santé (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé). Ces évaluations, souvent menées par les autorités sanitaires locales, provinciales et territoriales ou les collectivités autochtones, permettent de mieux comprendre les impacts actuels et prévus des changements climatiques sur la santé, les populations les plus à risque et les options d'adaptation.

Les évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation sont des outils utiles pour obtenir l'information nécessaire pour atténuer les effets des changements climatiques sur la santé mentale; toutefois, peu d'entre elles intègrent des indicateurs sur la santé mentale. Hayes et Poland (2018) fournissent un ensemble d'indicateurs et d'outils de mesure pouvant servir à analyser les effets des changements climatiques sur la santé mentale (tableau 4.3).

5 Le continuum du mieux-être mental des Premières Nations est un cadre culturellement adapté qui appuie la coordination des services et la prestation de services de mieux-être mental pertinents pour les peuples des Premières Nations du Canada (Santé Canada, 2015).

Tableau 4.3 Surveillance et mesure des effets des changements climatiques sur la santé mentale

ALÉA LIÉ AU CLIMAT	POPULATIONS À RISQUE ACCRU	RÉSULTATS POSSIBLES EN SANTÉ MENTALE	INDICATEURS ET OUTILS DE MESURE
Chaleurs accablantes	<ul style="list-style-type: none">• Personnes ayant des problèmes de santé mentale préexistants• Personnes qui prennent des psychotropes ayant un effet sur la thermorégulation• Adultes plus âgés (qui ont une mauvaise thermorégulation)• Personnes atteintes de la toxicomanie• Personnes vivant dans des îlots de chaleur urbains• Pauvres en milieu urbain qui n'ont pas accès à la climatisation• Personnes sans-abri• Travailleurs exposés à la chaleur et personnes actives à l'extérieur	<ul style="list-style-type: none">• Troubles de l'humeur ou du comportement exacerbés• Violence• Agression• Suicide	<ul style="list-style-type: none">• Surveiller les visites aux services d'urgence après les vagues de chaleur pour déterminer s'il y a une augmentation du nombre de patients signalant des troubles de l'humeur ou du comportement• Surveiller les statistiques de mortalité à la suite d'épisodes de chaleur extrême – rechercher les comorbidités liées à la santé mentale et aux incidents de suicide• Interroger, au moyen d'entrevues ou de questionnaires, des personnes qui ont vécu des événements de chaleur extrême sur les effets de ces événements sur leur santé mentale• Examiner les dossiers de police à la suite d'événements de chaleur extrême pour déterminer s'il y a un nombre accru d'incidents de violence ou d'agression



ALÉA LIÉ AU CLIMAT	POPULATIONS À RISQUE ACCRU	RÉSULTATS POSSIBLES EN SANTÉ MENTALE	INDICATEURS ET OUTILS DE MESURE
<p>Événements météorologiques extrêmes (inondation, ouragan, sécheresse, coulée de boue, etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Genre (femmes) • Sexe (femmes, en particulier les femmes enceintes) • Âge (enfants, nourrissons, adultes âgés) • Race et origine ethnique (non-Blancs) • Immigrants • Personnes atteintes d'affections préexistantes • Personnes ayant un faible statut socioéconomique • Personnes sous-assurées et non assurées (soins de santé et assurance habitation) • Personnes sans-abri • Personnes qui travaillent à l'extérieur • Premiers intervenants • Premières Nations, Inuits, Métis 	<ul style="list-style-type: none"> • Trouble de stress post-traumatique (TSPT) • Dépression (y compris les troubles dépressifs majeurs) • Anxiété • Idéations suicidaires • Agression • Toxicomanies • Violence • Culpabilité du survivant • Traumatisme par personne interposée • Altruisme • Compassion • Croissance post-traumatique 	<p>Enquêtes/questionnaires</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enquêtes par autodéclaration sur l'état de santé général. Envisager d'utiliser ce qui suit : <ul style="list-style-type: none"> » Questionnaire sur la santé générale (QSG) • Enquêtes par autodéclaration sur les maladies mentales et les problèmes mentaux. Envisager d'utiliser un des outils suivants ou une combinaison de ceux-ci : <ul style="list-style-type: none"> » Disaster-PAST » Échelle d'évaluation des troubles d'anxiété généralisée (TAG-7) » Liste de vérification des troubles de stress post-traumatique (PCL) » Échelle d'évaluation de la dépression du Center for Epidemiological Studies (CES-D) » Échelle d'évaluation de la détresse psychologique de Kessler (K6; K10) » Bref questionnaire sur le traumatisme • Enquêtes par autodéclaration sur la santé mentale positive. Envisager d'utiliser ce qui suit :



ALÉA LIÉ AU CLIMAT	POPULATIONS À RISQUE ACCRU	RÉSULTATS POSSIBLES EN SANTÉ MENTALE	INDICATEURS ET OUTILS DE MESURE
Événements météorologiques extrêmes (inondation, ouragan, sécheresse, coulée de boue, etc.) (suite)			<ul style="list-style-type: none">» Échelle d'évaluation de la croissance liée au stress (SRGS)» Indice de croissance post-traumatique (ICPT)» Échelle d'évaluation des avantages (EEA) <p>Examiner les dossiers des patients</p> <p>Surveiller les visites aux services d'urgence après les événements météorologiques extrêmes pour déterminer s'il y a une augmentation du nombre de patients signalant des maladies mentales ou des problèmes de santé mentale</p> <p>Examiner la nouvelle utilisation d'ordonnances pour les troubles de santé mentale et de comportement après un événement météorologique extrême</p>



ALÉA LIÉ AU CLIMAT	POPULATIONS À RISQUE ACCRU	RÉSULTATS POSSIBLES EN SANTÉ MENTALE	INDICATEURS ET OUTILS DE MESURE
<p>Événements météorologiques extrêmes (inondation, ouragan, sécheresse, coulée de boue, etc.)</p> <p>(suite)</p>			<p>Entrevues</p> <ul style="list-style-type: none">• Réaliser des entrevues auprès de médecins de soins primaires et de fournisseurs de soins de santé mentale afin de déterminer s'il y a eu une augmentation du nombre de patients signalant des problèmes de santé mentale à la suite d'événements météorologiques extrêmes• Réaliser des entrevues auprès de personnes qui ont vécu un événement météorologique extrême au sujet de leur perception de leur santé mentale par suite de cet événement
<p>Maladies à transmission vectorielle (p. ex., maladie de Lyme, virus du Nil occidental)</p>	<ul style="list-style-type: none">• Personnes sans-abri• Personnes ayant des problèmes de santé mentale préexistants• Personnes qui travaillent à l'extérieur• Adeptes de loisirs en plein air (p. ex., chasseurs, pêcheurs, amateurs de plein air)	<ul style="list-style-type: none">• Maladie à transmission vectorielle, particulièrement la maladie de Lyme ou le virus du Nil occidental, qui peut aggraver les problèmes de santé mentale (p. ex., troubles cognitifs ou neurologiques, troubles du comportement)	<ul style="list-style-type: none">• Interroger, au moyen d'une entrevue ou d'un questionnaire, des patients chez qui on a diagnostiqué une maladie à transmission vectorielle afin de connaître leur perception de leur santé mentale



ALÉA LIÉ AU CLIMAT	POPULATIONS À RISQUE ACCRU	RÉSULTATS POSSIBLES EN SANTÉ MENTALE	INDICATEURS ET OUTILS DE MESURE
<p>Maladies à transmission vectorielle (p. ex., maladie de Lyme, virus du Nil occidental)</p> <p>(suite)</p>			<ul style="list-style-type: none">• Réaliser des entrevues auprès de médecins de soins primaires et de fournisseurs de soins de santé mentale au sujet de comorbidités en santé mentale chez les patients ayant reçu un diagnostic de maladie à transmission vectorielle
<p>Élévation du niveau de la mer ou fonte du pergélisol</p>	<ul style="list-style-type: none">• Personnes qui travaillent ou vivent près de l'océan (élévation du niveau de la mer) ou dans l'Arctique• Personnes qui travaillent à l'extérieur• Premières Nations, Inuits, Métis	<ul style="list-style-type: none">• Anxiété, inquiétude ou crainte d'un déplacement• Anxiété, inquiétude ou crainte de perdre son emploi• Perte du sentiment d'appartenance (deuil, réconfort)	<ul style="list-style-type: none">• Interroger, au moyen d'entrevues ou de questionnaires, des résidents qui ont subi ou qui subissent une élévation du niveau de la mer ou une sécheresse prolongée dans leur collectivité. Les questions d'entrevue peuvent porter sur les répercussions du déplacement sur la santé mentale, de la perte d'emploi associée à l'élévation du niveau de la mer, des dommages à l'infrastructure, de la perte de ressources agricoles ou autres et de la rareté des ressources, de la salubrité et de la sécurité alimentaires et hydriques

ALÉA LIÉ AU CLIMAT	POPULATIONS À RISQUE ACCRU	RÉSULTATS POSSIBLES EN SANTÉ MENTALE	INDICATEURS ET OUTILS DE MESURE
Changements climatiques en général (c.-à-d. la sensibilisation aux menaces de changements climatiques pour la santé et la survie humaines et planétaires)	<ul style="list-style-type: none">• Personnes plus à risque et plus exposées aux changements climatiques• Chercheurs qui étudient les changements climatiques• Militants pour l'environnement et contre les changements climatiques• Étudiants en environnement• Adeptes de loisirs en plein air• Premières Nations, Inuits, Métis	<ul style="list-style-type: none">• Anxiété• Inquiétude• Stress• Peur	<ul style="list-style-type: none">• Interroger, au moyen d'entrevues ou de questionnaires, des personnes qui ressentent de l'anxiété, des inquiétudes ou des craintes liées parce qu'elles ont conscience de menaces liées aux changements climatiques• Échelle d'évaluation des troubles d'anxiété généralisée (TAG-7)

Source : Adapté de Hayes et Poland, 2018

4.8 Lacunes en matière de connaissances

Un certain nombre de lacunes au chapitre des connaissances nuisent aux efforts déployés par les autorités de la santé publique en ce moment en vue d'élaborer des mesures d'adaptation efficaces visant à atténuer les impacts des changements climatiques sur la santé mentale. Il y a peu d'études sur la population à l'égard des impacts des changements climatiques sur la santé mentale, au Canada et à l'échelle mondiale. L'information supplémentaire que procureraient ces études sur les principaux facteurs qui augmentent les risques de répercussions pour les Canadiens et les Canadiennes aiderait à éclairer les efforts d'adaptation futurs. Les connaissances sont particulièrement faibles dans les domaines suivants :



- Impacts des changements climatiques sur la santé mentale de certains groupes de la population qui sont aux prises avec des iniquités en santé, notamment les personnes de couleur et racialisées, celles qui sont victimes de discrimination en raison de leur orientation ou de leur identité sexuelles et celles qui font l'objet de discrimination fondée sur leur santé mentale ou physique
- Complications sur le plan de la santé mentale engendrées par les maladies à transmission vectorielle au Canada
- Résultats positifs en matière de santé mentale, comme la résilience psychosociale, l'altruisme et la compassion de personnes ayant vécu des dangers climatiques – ces connaissances pourraient nous aider à mieux comprendre l'adaptation psychosociale
- Répercussions sur la santé mentale des épisodes de froid, comme les effets d'un vortex polaire
- Projections des impacts des changements climatiques sur la santé mentale, selon différents scénarios climatiques
- Évaluation du coût économique des impacts du climat sur la santé mentale
- Efficacité des éventuelles mesures d'adaptation psychosociale aux changements climatiques
- Disponibilité et efficacité des interventions psychosociales du point de vue de l'équité en santé
- Mesure dans laquelle les activités de communication au sujet de l'enjeu des changements climatiques ont une incidence sur les réactions socioémotionnelles, comme l'anxiété, la peur, le chagrin et l'inquiétude

Il faut aussi accroître la surveillance des impacts des changements climatiques sur le fardeau de la maladie mentale au Canada, y compris observer et surveiller les répercussions sur la santé mentale des aléas climatiques graves et de celles à évolution lente aux échelles locale, régionale et nationale.

La documentation sur l'adaptation souligne également l'importance des connaissances écologiques traditionnelles, qu'il faut absolument intégrer aux stratégies de gestion adaptative et aux mesures de soutien des capacités des peuples autochtones afin que ceux-ci puissent composer avec les changements climatiques (Tam et coll., 2013; Williams et coll., 2018). Des recherches plus poussées s'imposent sur l'importance de tenir compte de la sagesse autochtone dans les mesures d'adaptation aux répercussions psychosociales des changements climatiques.



4.9 Conclusion

Les changements climatiques ont une incidence sur la santé mentale et le bien-être de nombreux Canadiens et de nombreuses Canadiennes. En particulier, les changements climatiques touchent de façon disproportionnée et inéquitable la santé mentale et le bien-être de populations particulières, y compris celles qui font l'objet d'iniquités en santé en raison de la race, la culture, le sexe, l'âge, le statut socioéconomique, la capacité et l'emplacement géographique. Fait important, il existe un certain nombre de programmes, d'interventions et de politiques qui peuvent aider les Canadiens et les Canadiennes à s'adapter aux changements climatiques, de même que des éléments qui peuvent façonner et améliorer l'adaptation psychosociale. Bien qu'il faille réaliser d'autres travaux pour approfondir les recherches, programmes, interventions et politiques existants afin de combler les lacunes sur le plan des connaissances et des pratiques en santé mentale dans un climat changeant au Canada, certains outils et programmes peuvent améliorer et appuyer l'adaptation psychosociale.

4.9 Références

- AbacusData. (2019). *Public opinion research: Climate emergency polling (Summer 2019)*. National Survey of 2,000 Canadians. Consulté sur le site: <<https://abacusdata.ca/wp-content/uploads/2019/08/Climate-Emergency-Polling-July-2019-RELEASE.pdf>>
- Adlard, B., Donaldson, S. G., Odland, J. O., Weihe, P., Berner, J., Carlsen, A., ... Mulvad, G. (2018). Future directions for monitoring and human health research for the Arctic Monitoring and Assessment Programme. *Global Health Action*, 11(1), 1–4. <<https://doi.org/10.1080/16549716.2018.1480084>>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2014). *Le fardeau économique de la maladie au Canada, 2005-2008*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/rapports-publications/fardeau-economique-maladie-canada-2005-2008.html>>
- Agnew, R. (2012). Dire forecast: A theoretical model of the impact of climate change on crime. *Theoretical Criminology*, 16(1), 21–42. <<https://doi.org/10.1177/1362480611416843>>
- Agyapong, V. I., Hrabok, M., Juhas, M., Omeje, J., Denga, E., Nwaka, B.,... et Chue, P. (2018). Prevalence rates and predictors of generalized anxiety disorder symptoms in residents of Fort McMurray six months after a wildfire. *Frontiers in psychiatry*, 9, 345. <<https://doi.org/10.3389/fpsy.2018.00345>>
- Albrecht, G. (2011). Chronic environmental change: Emerging “psychoterratic” syndromes. In I. Weissbecker (Ed.), *Climate Change and Human Well-being*. New York, NY: Springer.
- Albrecht, G. (2012). Psychoterratic conditions in a scientific and technological world. In P. Kahn, et P. Hasbach (Eds.), *Ecopsychology: Science, Totems, and the Technological Species* (pp. 241-264). MIT Press.
- Albrecht, G. (2017). *Climate change and human responses* (G. Monks, Ed.). Dordrecht, Netherlands: Springer. Consulté sur le site: <<https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-94-024-1106-5>>
- Albrecht, G. A. (2019). *Earth Emotions: New Words for a New World*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Alderman, K., Turner, L. R., et Tong, S. (2012). Floods and human health: A systematic review. *Environment International*, 47, 37–47. <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2012.06.003>>
- Alderman, K., Turner, L. R., et Tong, S. (2013). Assessment of the health impacts of the 2011 summer floods in Brisbane. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 7(4), 380–386. <<https://doi.org/10.1017/dmp.2013.42>>
- Aldrich, D. (2012). *Building resilience: Social capital in post-disaster recovery*. University of Chicago Press.
- Alston, M., et Kent, J. (2008). The Big Dry: The link between rural masculinities and poor health outcomes for farming men. *Journal of Sociology*, 44(2), 133-147. <<https://doi.org/10.1177/1440783308089166>>
- American Psychiatric Association. (n.d.). *What is mental illness?* Consulté sur le site: <<https://www.psychiatry.org/patients-families/what-is-mental-illness>>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostics and statistical manual of mental disorders (DSM-V)* (5th ed).
- Ampuero, D., Goldsworthy, S., Delgado, L. E., et Miranda J, C. (2015). Using mental well-being impact assessment to understand factors influencing well-being after a disaster. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 33(3), 184–194. <<https://doi.org/10.1080/14615517.2015.1023564>>
- Anderson, H., Brown, C., Cameron, L. L., Christenson, M., Conlon, K. C., Dorevitch, S., Dumas, J., Eidson, M., Ferguson, A., ...Walker, R. (2017). *Climate and health intervention assessment: Evidence on public health interventions to prevent the negative health effects of climate change*. Climate and Health Techninal Report Series. Centers for Disease Control Centers for Disease Control and Prevention. Consulté sur le site: <https://www.cdc.gov/climateandhealth/docs/ClimateAndHealthInterventionAssessment_508.pdf>
- Anderson, P., et Jané-Llopis, E. (2011). Mental health and global well-being. *Health Promotion International*, 26(1 Suppl), 147–155. <<https://doi.org/10.1093/heapro/dar060>>
- Armenian, P., Campagne, D., Stroh, G., Ives Tallman, C., Zeng, W., Lin, T., et Gerona, R. R. (2017). Hot and Cold Drugs: National Park Service Medication Stability at the Extremes of Temperature. *Prehospital Emergency Care : Official Journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors*, 21(3), 378–385. <<https://doi.org/10.1080/10903127.2016.1258098>>
- Asugeni, J., MacLaren, D., Massey, P. D., et Speare, R. (2015). Mental health issues from rising sea level in a remote coastal region of the Solomon Islands: current and future. *Australasian Psychiatry*, 23(6 Suppl), 22–25. <<https://doi.org/10.1177/1039856215609767>>
- Association canadienne pour la santé mentale (ACSM). (2009). *Rural and northern community issues in mental health*. Consulté sur le site: <<https://ontario.cmha.ca/documents/rural-and-northern-community-issues-in-mental-health/>>
- Bajayo, R. (2012). Building community resilience to climate change through public health planning. *Health Promotion Journal of Australia*, 23(1), 30–36. <<https://doi.org/10.1080/00222930400014148>>



- Balbus, J. M., Boxall, A. B. A., Fenske, R. A., McKone, T. E., et Zeise, L. (2013). Implications of global climate change for the assessment and management of human health risks of chemicals in the natural environment. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 32(1), 62–78. <<https://doi.org/10.1002/etc.2046>>
- Bard, D. (2017). Les changements climatiques et leurs conséquences sur la santé. *International Journal of Medicine and Surgery*, 4, 7–11. doi:10.15342/ijms.v4.133
- Bardsley, D. K., et Wiseman, N. D. (2012). Climate change vulnerability and social development for remote indigenous communities of South Australia. *Global Environmental Change*, 22(3), 713–723. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.04.003>
- Barnett, J., Tschakert, P., Head, L., et Adger, W. N. (2016). A science of loss. *Nature Climate Change*. <<https://doi.org/10.1038/nclimate3140>>
- Basu, R., Gavin, L., Pearson, D., Ebisu, K., et Malig, B. (2018). Examining the association between apparent temperature and mental health-related emergency room visits in California. *American Journal of Epidemiology*, 187(4), 726–735. <<https://doi.org/10.1093/aje/kwx295>>
- BC Ministry of Environment and Climate Change Strategy. (n.d). *Addressing climate and health risks in BC*. Consulté sur le site: <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/adaptation/health/final_climate_and_health_backgrounder_public_health.pdf>
- Bélanger, D., Gosselin, P., Valois, P., et Abdous, B. (2014). Perceived adverse health effects of heat and their determinants in deprived neighbourhoods: A cross-sectional survey of nine cities in Canada. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(11), 11028–11053. <<https://doi.org/10.3390/ijerph111111028>>
- Berry, H. L., Bowen, K., et Kjellstrom, T. (2010a). Climate change and mental health: A causal pathways framework. *International Journal of Public Health*, 55(2), 123–132. <<https://doi.org/10.1007/s00038-009-0112-0>>
- Berry, H. L., Hogan, A., Owen, J., Rickwood, D., et Fragar, L. (2011). Climate change and farmers' mental health: Risks and responses. *Asia-Pacific Journal of Public Health*, 23(2 Suppl), 119S–32. <<https://doi.org/10.1177/1010539510392556>>
- Berry, H. L., et Welsh, J. A. (2010b). Social capital and health in Australia: An overview from the household, income and labour dynamics in Australia survey. *Social Science and Medicine*, 70(4). <<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2009.10.012>>
- Berry, P., Clarke, K.-L., Fleury, M. D., et Parker, S. (2014a). Santé humaine. Dans F. J. Warren et D. S. Lemmen (éd.), *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation* (pages 191 à 232). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.643395/publication.html>>
- Black, R., Bennett, S. R. G., Thomas, S. M., et Beddington, J. R. (2011). Migration as adaptation. *Nature*. 478, 447–449. <<https://doi.org/10.1038/478477a>>
- Bogic, M., Njoku, A., et Priebe, S. (2015). Long-term mental health of war-refugees: a systematic literature review. *BMC International Health and Human Rights*, 15, 29. <<https://doi.org/10.1186/s12914-015-0064-9>>
- Bonanno, G. A. (2004). Loss, Trauma, and human resilience: Have we underestimated the human capacity to thrive after extremely aversive events? *American Psychologist*, 59(1), 20. <<https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.1.20>>
- Bourque, F., et Cunsolo Willox, A. (2014). Climate change: The next challenge for public mental health? *International Review of Psychiatry*, 26(4), 415–422. <<https://doi.org/10.3109/09540261.2014.925851>>
- Bowles, D. C. (2015). Climate change and health adaptation: Consequences for indigenous physical and mental health. *Annals of Global Health*, 81(3), 427–431. <<https://doi.org/10.1016/j.aogh.2015.06.004>>
- Bragg, E., et Reser, J. (2012). Ecopsychology in the Antipodes: Perspectives from Australia and New Zealand. *Ecopsychology*, 4(4), 253–265. <<https://doi.org/10.1089/eco.2012.0085>>
- Brown, M. R., Agyapong, V., Greenshaw, A. J., Cribben, I., Brett-MacLean, P., Drolet, J., et Kitching, D. (2019). After the Fort McMurray wildfire there are significant increases in mental health symptoms in grade 7–12 students compared to controls. *BMC Psychiatry*, 19(1), 18. <<https://doi.org/10.1186/s12888-018-2007-1>>
- Brown, K., et Westaway, E. (2011). Agency, capacity, and resilience to environmental change: Lessons from human development, well-being, and disasters. *Annual Review of Environment and Resources*, 36, 321–342. <<https://doi.org/10.1146/annurev-environ-052610-092905>>
- Bryant, A. (2020). *Climate et mind*. Consulté sur le site: <<https://www.climateandmind.org/about>>
- Bryant, L., et Garnham, B. (2015). The fallen hero: Masculinity, shame and farmer suicide in Australia. *Gender, Place and Culture*, 22(1), 67–82. <<https://doi.org/10.1080/0966369X.2013.855628>>
- Bureau d'assurance du Canada. (2010). Hurrican Igor causes over \$65 million in insured damage. *CISION*. Retrieved from <<https://www.newswire.ca/news-releases/hurricane-igor-causes-over-65-million-in-insured-damage-546085852.html>>
- Burke, M., González, F., Baylis, P., Heft-Neal, S., Baysan, C., Basu, S., et Hsiang, S. (2018). Higher temperatures increase suicide rates in the United States and Mexico. *Nature Climate Change*, 8(8), 723–729. <<https://doi.org/10.1038/s41558-018-0222-x>>

- Burton, H., Rabito, F., Danielson, L., et Takaro, T. K. (2016). Health effects of flooding in Canada: A 2015 review and description of gaps in research. *Canadian Water Resources Journal*, 41(1-2), 238-249. <<https://doi.org/10.1080/07011784.2015.1128854>>
- Bush, E., et Lemmen D. (éd.). (2019). *Rapport sur le climat changeant du Canada*. Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/>>
- Bussidor, I., et Bilgen-Reinart, Ü. (1997). *Night spirits: The story of relocation of the Dene*. University of Manitoba Press.
- Cameron, E. S. (2012). Securing indigenous politics: A critique of the vulnerability and adaptation approach to the human dimensions of climate change in the Canadian Arctic. *Global Environmental Change*, 22(1), 103-114. <<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.11.004>>
- Canuel, M., Gosselin, P., Duhoux, A., Brunet, A., et Lesage, A. (2019). *Boîte à outils pour la surveillance post-sinistre des impacts sur la santé mentale*. Consulté sur le site: <<https://www.inspq.qc.ca/publications/2523>>
- Carleton, R. N., Afifi, T. O., Turner, S., Taillieu, T., Duranceau, S., LeBouthillier, D. M., Sareen, J., Ricciardelli, R., MacPhee, R. S., Groll, D., Hozempa, K., Brunet, A., Weekes, J. R., Griffiths, C. T., Abrams, K. J., Jones, N. A., Beshai, S., Cramm, H. A., Dobson, K. S., Hatcher, S., ... Asmundson, G. J. G. (2017). Mental disorder symptoms among public safety personnel in Canada. *Canadian Journal of Psychiatry*, 63(1), 54-64. <<https://doi.org/10.1177/0706743717723825>>
- Carleton, T. A. (2017). Crop-damaging temperatures increase suicide rates in India. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(33), 8746-8751. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1701354114>>
- Centre for Addiction and Mental Health (CAMH). (2012). *Mental illness and addictions: Facts and statistics*. Consulté sur le site: <<https://www.camh.ca/en/driving-change/the-crisis-is-real/mental-health-statistics>>
- Christmas, R. (2013). Multi-track diplomacy and Canada's Indigenous Peoples. *Peace Research*, 44/45(2), 5-30. Consulté sur le site: <<http://www.jstor.org/stable/24429459>>
- City of Toronto. (2019). *Benefits of actions to reduce greenhouse gas emissions in Toronto: Health and health equity*. Consulté sur le site: <<https://www.toronto.ca/wp-content/uploads/2019/06/8f33-Benefits-of-Actions-to-Reduce-Greenhouse-Gas-Emissions-in-Toronto-Health-and-Health-Equity.pdf>>
- Clayton, S. (2018). Mental health risk and resilience among climate scientists. *Nature Climate Change*, 8, 260-261. <<https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2020.102263>>
- Clayton, S. (2020). Climate anxiety: Psychological responses to climate change. *Journal of Anxiety Disorders*, 74, 102263. <<https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2020.102263>>
- Clayton, S., et Karazsia, B. T. (2020). Development and validation of a measure of climate change anxiety. *Journal of Environmental Psychology*, 69, 101434. <<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2020.101434>>
- Clayton, S., et Manning, C. M. (Eds.). (2018). *Psychology and climate change: Human perceptions, impacts, and responses*. Academic Press. <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813130-5.00012-6>>
- Clayton, S., Manning, C. M., et Hodge C. (2014). *Beyond storms et droughts: The psychological impacts of climate change*. Washington, DC: American Psychological Association, and ecoAmerica. Consulté sur le site: <https://ecoamerica.org/wp-content/uploads/2014/06/eA_Beyond_Storms_and_Droughts_Psych_Impacts_of_Climate_Change.pdf>
- Clayton, S., Manning, C. M., Krygsman, K., et Speiser, M. (2017). *Mental health and our changing climate: Impacts, implications, and guidance*. Washington, DC: American Psychological Association, and ecoAmerica. Consulté sur le site: <<https://www.apa.org/news/press/releases/2017/03/mental-health-climate.pdf>>
- Comité permanent des affaires autochtones et du nord. (2017). *POINT DE RUPTURE : LA CRISE DE SUICIDES DANS LES COMMUNAUTES AUTOCHTONES*. Ottawa, Ontario: Chambre des communes.
- Commission de la santé mentale du Canada (CSMC). (2016). *Pour faire progresser la stratégie en matière de santé mentale pour le Canada*. Consulté sur le site : <https://www.mentalhealthcommission.ca/wp-content/uploads/drupal/2016-08/pour_faire_progresser_la_Strategie_en_matiere_de_sante_mentale_pour_le_canada_cadre_dac.pdf>
- Commission de la santé mentale du Canada (CSMC). (2017). *Faire valoir les arguments en faveur des investissements dans le système de santé mentale du Canada à l'aide de considérations économiques*. Consulté sur le site : <https://www.mentalhealthcommission.ca/wp-content/uploads/drupal/2017-03/case_for_investment_fr.pdf>
- Commission de la santé mentale du Canada (CSMC). (2018). *L'esprit au travail: Le continuum de santé mentale*. Consulté sur le site : <<https://www.espritautravail.ca/auto-observation-du-continuum>>
- Commission de la santé mentale du Canada (CSMC). (2020). *La santé mentale dans les communautés rurales et éloignées du Canada. Résumé des données probantes sur les pratiques exemplaires et prometteuses*. Consulté sur le site : <https://www.mentalhealthcommission.ca/wp-content/uploads/drupal/2020-05/Rural_remote_mental_health_evidence_brief_fr.pdf>
- Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). (2020). *Rapport du Comité exécutif du Mécanisme international de Varsovie relatif aux pertes et préjudices liés aux incidences des changements climatiques*. Consulté sur le site : <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/sb2020_03F.pdf>



- Coppock, V., et Dunn, B. (2009). *Understanding social work practice in mental health*. SAGE Publications Ltd.
- Costello, A., Abbas, M., Allen, A., Ball, S., Bell, S., Bellamy, R., ... Patterson, C. (2009). Managing the health effects of climate change. Lancet and University College London Institute for Global Health Commission. *The Lancet*, 373(9676), 1693–1733. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60935-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60935-1)>
- Cunsolo, A., et Ellis, N. R. (2018). Ecological grief as a mental health response to climate change-related loss. *Nature Climate Change*, 8, 275-281. <<https://doi.org/10.1038/s41558-018-0092-2>>
- Cunsolo, A., Harper, S. L., Minor, K., Hayes, K., Williams, K. G., et Howard, C. (2020). Ecological grief and anxiety: the start of a healthy response to climate change? *The Lancet Planetary Health*, 4(7), e261-e263. <[https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lanplh/PIIS2542-5196\(20\)30144-3.pdf](https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lanplh/PIIS2542-5196(20)30144-3.pdf)>
- Cunsolo Willox, A., Harper, S. L., Edge, V. L., Landman, K., Houle, K., et Ford, J. D. (2013a). The land enriches the soul: On climatic and environmental change, affect, and emotional health and well-being in Rigolet, Nunatsiavut, Canada. *Emotion, Space and Society*, 6, 14-24. <<https://doi.org/10.1016/j.emospa.2011.08.005>>
- Cunsolo Willox, A., Harper, S. L., Ford, J. D., Edge, V. L., Landman, K., Houle, K., ... Wolfrey, C. (2013b). Climate change and mental health: An exploratory case study from Rigolet, Nunatsiavut, Canada. *Climatic Change*, 121, 255-270. <<https://doi.org/10.1007/s10584-013-0875-4>>
- Cunsolo Willox, A., Harper, S. L., Ford, J. D., Landman, K., Houle, K., et Edge, V. L. (2012). "From this place and of this place:" Climate change, sense of place, and health in Nunatsiavut, Canada. *Social Science and Medicine*, 75(3), 538-547. <<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.03.043>>
- Cunsolo Willox, A., Stephenson, E., Allen, J., Bourque, F., Drossos, A., Elgarøy, S., ... Wexler, L. (2014). Examining relationships between climate change and mental health in the Circumpolar North. *Regional Environmental Change*, 15, 169-182. <<https://doi.org/10.1007/s10113-014-0630-z>>
- Cusack, L., de Crespigny, C., et Athanasos, P. (2011). Heatwaves and their impact on people with alcohol, drug and mental health conditions: a discussion paper on clinical practice considerations. *Journal of Advanced Nursing*, 67(4), 915–922.
- Davis, S. (2013). *Community Mental Health in Canada, revised and expanded edition: Theory, policy, and practice*. UBC Press.
- Decent, D., et Feltmate, B. (2018). *After the flood: The impact of climate change on mental health and time lost from work*. Intact Centre on Climate Adaptation, and University of Waterloo. Consulté sur le site: <<https://www.intactcentreclimateadaptation.ca/wp-content/uploads/2018/06/After-The-Flood.pdf>>
- De Winter, S., Vanbrabant, P., Vi, N. T., Deng, X., Spriet, I., Van Schepdael, A., et Gillet, J. B. (2013). Impact of temperature exposure on stability of drugs in a real-world out-of-hospital setting. *Annals of Emergency Medicine*, 62(4), 380–387.e1. <<https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2013.04.018>>
- Ding, N., Berry, H. L., et Bennett, C. M. (2016). The Importance of Humidity in the Relationship between Heat and Population Mental Health: Evidence from Australia. *PLoS one*, 11(10), e0164190. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164190>>
- Dixon, P. G., Sinyor, M., Schaffer, A., Levitt, A., Haney, C. R., Ellis, K. N., et Sheridan, S. C. (2014). Association of weekly suicide rates with temperature anomalies in two different climate types. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(11), 11627-11644. <<https://doi.org/10.3390/ijerph111111627>>
- Dodd, W., Scott, P., Howard, C., Scott, C., Rose, C., Cunsolo, A., et Orbinski, J. (2018). Lived experience of a record wildfire season in the Northwest Territories, Canada. *Canadian Journal of Public Health*, 109(3), 327-337. Consulté sur le site: <<https://link.springer.com/article/10.17269/s41997-018-0070-5>>
- Dodgen, D., Donato, N., Kelly, A., La Greca, J., Morganstein, J., Reser, J., ... Ursano, R. (2016). Mental health and well-being. In A. Crimmins, J. Balbus, J. L. Gamble, C. B. Beard, J. E. Bell, D. Dodgen, R. J. Eisen, N. Fann, M. D. Hawkins, S. C. Herring, L. Jantarasami, D. M. Mills, S. Saha, M. C. Sarofim, J. Trtanj, et L. Ziska (Eds.), *The impacts of climate change on human health in the United States: A scientific assessment*. Washington, DC: U.S. Global Change Research Program. Consulté sur le site: <<https://health2016.globalchange.gov/mental-health-and-well-being>>
- Doherty, T. J., et Clayton, S. (2011). The psychological impacts of global climate change. *American Psychologist*, 66(265–276), 10–1037. Consulté sur le site: <<https://www.apa.org/pubs/journals/releases/amp-66-4-265.pdf>>
- Donaldson, S. G., Curren, M. S., Adlard, B., Provost, J., Leech, T., Tikhonov, C., ... Shearer, R. (2013). Future human health research directions for the Canadian Northern Contaminants Program. *International Journal of Circumpolar Health*, 72(1), 1–2. <<https://doi.org/10.3402/ijch.v72i0.23049>>
- Durkalec, A., Furgal, C., Skinner, M. W., et Sheldon, T. (2015). Climate change influences on environment as a determinant of Indigenous health: Relationships to place, sea ice, and health in an Inuit community. *Social Science et Medicine*, 136-137, 17-26. <<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2015.04.026>>
- Durocher, L. (2018). *The Long Road Home: Position Paper*.
- Earle, L. (2013). *Les maladies chroniques et le rôle des méthodes traditionnelles dans les communautés autochtones*. Centre de collaboration nationale de la santé autochtone. Consulté sur le site: <<https://www.cnsa.ca/fr/publicationsview.aspx?sortcode=1.8.21.0etid=45>>



- Edwards, T., et Wiseman, J. (2011). Climate change, resilience and transformation: challenges and opportunities for local communities. In I. Weissbecker (Ed.), *Climate Change and Human Well-being*. New York, NY: Springer.
- Eisenman, D., McCaffrey, S., Donatello, I., et Marshal, G. (2015). An ecosystems and vulnerable populations perspective on solastalgia and psychological distress after a wildfire. *EcoHealth*, 12(4), 602–610. <<https://doi.org/10.1007/s10393-015-1052-1>>
- Ellis, N. R., et Albrecht, G. A. (2017). Climate change threats to family farmers' sense of place and mental well-being: A case study from the Western Australian Wheatbelt. *Social Science and Medicine*, 175, 161-168. <<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.01.009>>
- Fernandez, A., Black, J., Jones, M., Wilson, L., Salvador-Carulla, L., Astell-Burt, T., et Black, D. (2015). Flooding and mental health: A systematic mapping review. *PLoS ONE*, 10(4), 1–21. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119929>>
- Ferré, I. M., Negrón, S., Shultz, J. M., Schwartz, S. J., Kossin, J. P., et Pantin, H. (2019). Hurricane Maria's impact on Punta Santiago, Puerto Rico: community needs and mental health assessment six months postimpact. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 13(1), 18–23. <<https://doi.org/10.1017/dmp.2018.103>>
- Fletcher, A., et Knuttila, E. (2016). Gendering Change Canadian Farm Women Respond to Drought. In H. Diaz, M. Hurlbert, et J. Warren (Eds.), *Vulnerability and Adaptation to Drought: The Canadian Prairies and South America*. University of Calgary Press.
- Foothills Community Counselling. (2020). Consulté sur le site: <<https://highriver.ca/foothills-community-counselling/>>
- Ford, J. D. (2012). Indigenous health and climate change. *American Journal of Public Health*, 102(7), 1260–1266. <<https://doi.org/10.2105/AJPH.2012.300752>>
- Ford, J. D., Stephenson, E., Cunsolo Willox, A., Edge, V., Farahbakhsh, K., Furgal, C., Harper, S., Chatwood, S., Mauro, I., Pearce, T., Austin, S., Bunce, A., Bussalleu, A., Diaz, J., Finner, K., Gordon, A., Huet, C., Kitching, K., Lardeau, M. P., McDowell, G., ... Sherman, M. (2016). Community-based adaptation research in the Canadian Arctic. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Climate Change*, 7(2), 175–191. <<https://doi.org/10.1002/wcc.376>>
- Foresight: Migration and Global Environmental Change. (2011). Final Project Report The Government Office for Science, London. Consulté sur le site: <https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/287717/11-1116-migration-and-global-environmental-change.pdf>
- Fritze, J. C., Blashki, G. A., Burke, S., et Wiseman, J. (2008). Hope, despair and transformation: Climate change and the promotion of mental health and well-being. *International Journal of Mental Health Systems*, 2, 1–10. <<https://doi.org/10.1186/1752-4458-2-13>>
- Galea, S., Brewin, C. R., Gruber, M., Jones, R. T., King, D. W., King, L. A., et Kessler, R. C. (2007). Exposure to hurricane-related stressors and mental illness after Hurricane Katrina. *Archives of General Psychiatry*, 64(12), 1427–1434.
- Gleick, P. H. (2014). Water, Drought, Climate Change, and Conflict in Syria. *Weather, Climate, et Society*, 6(3), 331–340. <<https://doi.org/10.1175/WCAS-D-13-00059.1>>
- Goldner, E. M., Bilsker, D., et Jenkins, E. (2016). *A concise introduction to mental health in Canada*. Canadian Scholars' Press.
- Gosse, K. (2010). Newfoundland begins cleanup of hurricane Igor's path of destruction. *Globe and Mail*. Consulté sur le site: <<https://www.theglobeandmail.com/news/national/newfoundland-begins-cleanup-of-hurricane-igors-path-of-destruction/article1213793/>>
- Government of Alberta. (2013). *Alberta helps families cope with emotional impact of floods*. Retrieved from <<https://www.alberta.ca/release.cfm?xID=3523164740483-D80A-5566-F819A0C841FEDDEA>>
- Gouvernement du Canada. (2018). *Déterminants sociaux de la santé et inégalités en santé*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/promotion-sante/sante-population/est-determine-sante.html>>
- Gouvernement du Canada. (2020). Services de santé non assurés pour les Premières Nations et les Inuits. Consulté sur le site : <<https://www.sac-isc.gc.ca/fra/1572537161086/1572537234517>>
- Gouvernement du Yukon. (2017). *Changements climatiques : le point sur la situation du Yukon. Analyse des conséquences et des mesures d'adaptation*. Consulté sur le site : <<https://yukon.ca/fr/changements-climatiques-le-point-sur-la-situation-du-yukon-analyse-des-consequences-et-des-mesures>>
- Green, D., et Minchin, L. (2014). Living on climate-changed country: Indigenous health, well-being and climate change in remote Australian communities. *EcoHealth*, 11(2), 263–272. <<https://doi.org/10.1007/s10393-013-0892-9>>
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2014). *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of working group II to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, et L. L. White, Eds.). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.



- Hanigan, I. C., Butler, C. D., Kocic, P. N., et Hutchinson, M. F. (2012). Suicide and drought in New South Wales, Australia, 1970-2007. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(35), 13950-13955. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1112965109>>
- Harper, S. L., Edge, V. L., Ford, J., Willox, A. C., Wood, M., McEwen, S. A., ... Namanya, D. B. (2015). Climate-sensitive health priorities in Nunatsiavut, Canada. *BMC Public Health*, 15, 605. <<https://doi.org/10.1186/s12889-015-1874-3>>
- Hasket, M. E., Smith Scott, S., Nears, K., Grimmet, M. (2008). Lessons from Katrina: Disaster mental health service in the gulf coast region. *Professional Psychology: Research and Practice*, 39(1), 93-99. <<https://doi.org/10.1037/0735-7028.39.1.93>>
- Hayes, K. (2019). *Mental Health in a changing climate: The Effects on youth, women and newcomers*. Greenbelt Foundation. Consulté sur le site: <<https://www.greenbelt.ca/mentalhealth>>
- Hayes, K., Berry, P., et Ebi, K. (2019). Factors Influencing the Mental Health Consequences of Climate Change in Canada. *International Journal of Environmental Health Research*, 16(9), 1583. <<https://doi.org/10.3390/ijerph16091583>>
- Hayes, K., Blashki, G., Wiseman, J., Burke, S., et Reifels, L. (2018a). Climate change and mental health: Risks, impacts and priority actions. *International Journal of Mental Health Systems*, 12(1), 1-12. <<https://doi.org/10.1186/s13033-018-0210-6>>
- Hayes, K., et Poland, B. (2018). Addressing mental health in a changing climate: Incorporating mental health indicators into climate change and health vulnerability and adaptation assessments. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(9), 1806. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15091806>>
- Hayes, K., Poland, B., Cole, D. C., et Agic, B. (2020). Psychosocial adaptation to climate change in High River, Alberta: implications for policy and practice. *Canadian Journal of Public Health*, 111(6), 880-889. <<https://doi.org/10.17269/s41997-020-00380-9>>
- Hayes, K, Poland, B., Hathaway, M. (2018b). 5 Ways communities are coping with climate anxiety. *YES Magazine*. Consulté sur le site: <<https://www.yesmagazine.org/environment/2018/08/22/5-ways-communities-are-coping-with-climate-anxiety/>>
- Hetherington, E., McDonald, S., Wu, M., et Tough, S. (2018). Risk and protective factors for mental health and community cohesion after the 2013 Calgary flood. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 12(4), 470-477. <<https://doi.org/10.1017/dmp.2017.91>>
- Howard, C., Rose, C., Hancock, T. (2016). *Lancet countdown 2017 report: Briefing for canadian policymakers*. Lancet Countdown: Tracking Progress on Health and Climate Change and Canadian Public Health Association. Consulté sur le site: <https://www.cpha.ca/sites/default/files/uploads/advocacy/2017_lancet_canada_brief.pdf>
- Huang, C., Yang, J., Lu, H., Huang, H., et Yu, L. (2017). Green spaces as an indicator of urban health: Evaluating its changes in 28 mega-cities. *Remote Sensing*, 9(12), 1266. <<https://doi.org/10.3390/rs9121266>>
- Hudson, C. G. (2005). Socioeconomic status and mental illness: Tests of the social causation and selection hypotheses. *American Journal of Orthopsychiatry*, 75(1), 3-18. <<https://doi.org/10.1037/0002-9432.75.1.3>>
- Hutton, D. (2005). *Psychosocial aspects of climate change in Canada: A review of current literature and research recommendations*. Ottawa, ON: Health Canada.
- Is This How You Feel? (2020). Consulté sur le site: <<https://www.isthishowyoufeel.com/>>
- Institute for Environment and Human Security (IEHS). (2015). *5 Facts on Climate Migrants*. United Nations University. Consulté sur le site: <<https://ehs.unu.edu/news/news/5-facts-on-climate-migrants.html>>
- Inuit Tapiriit Kanatami (ITK). (2016). *National Inuit Suicide Prevention Strategy*. Consulté sur le site: <<https://www.itk.ca/wp-content/uploads/2016/07/ITK-National-Inuit-Suicide-Prevention-Strategy-2016.pdf>>
- Jones, L., Asare, J. B., El Masri, M., Mohanraj, A., Sherief, H., et van Ommeren, M. (2009). Severe mental disorders in complex emergencies. *The Lancet*, 374(9690), P654-661. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61253-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61253-8)>
- Kaiser, D., Lamothe, F., Roy, M., et Racinn- Hamel, S. É. (2019). *Vague de chaleur été 2018 à Montréal : enquête épidémiologique*. Direction régionale de santé publique du CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal. Montréal, QC: Gouvernement du Québec. Consulté sur le site: <<https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/3737294etdocref=irDjexzxxNV8AspydEw39w>>
- Kessler, R. C., Galea, S., Gruber, M. J., Sampson, N. A., Ursano, R. J., et Wessely, S. (2008). Trends in mental illness and suicidality after Hurricane Katrina. *Molecular Psychiatry*, 13, 374-384. <<https://doi.org/10.1038/sj.mp.4002119>>
- Kim, Y., Kim, H., Gasparrini, A., Armstrong, B., Honda, Y., Chung, Y., ... Hashizume, M. (2019). Suicide and ambient temperature: A multi-country multi-city study. *Environmental Health Perspectives*, 127(11). <<https://doi.org/10.1289/EHP4898>>
- King, N., Bishop-Williams, K., Beauchamp, S., Ford, J. D., Berrang-Ford, L., Cunsolo, A., et Harper, S. L. (2018). How do Canadian media report climate change impacts on health? A newspaper review. *Climatic Change*, 152, 581-596. <<https://doi.org/10.1007/s10584-018-2311-2>>
- Kirmayer, L. J., Simpson, C., et Cargo, M. (2003). Healing traditions: Culture, community and mental health promotion with Canadian Aboriginal peoples. *Australasian Psychiatry*, 11(1), S15-S23. <<https://doi.org/10.1046/j.1038-5282.2003.02010.x>>



- Kirmayer, L. J., Tait, C. L., et Simpson, C. (2009). The Mental Health of Aboriginal Peoples in Canada: Transformations of Identity and Community. *Healing Traditions: The Mental Health of Aboriginal Peoples in Canada*, 45(7), 607-616. <<https://doi.org/10.2307/2077147>>
- Kirmayer, L. J., et Valaskakis, G. (Eds.). (2009). *Healing Traditions: The Mental Health of Indigenous Peoples in Canada*. Vancouver, BC: UBC Press.
- Klinkenberg, M. (2017). Fort McMurray fire evacuees suffering from PTSD symptoms: study. *The Globe and Mail*. Consulté sur le site: <<https://www.theglobeandmail.com/news/alberta/many-fort-mcmurray-fire-evacuees-suffering-from-ptsd-symptoms-study/article33764936/>>
- Koger, S. M., Leslie, K. E., et Hayes, E. D. (2011). Climate Change: Psychological Solutions and Strategies for Change. *Ecopyschology*, 3(4), 227–235. <<https://doi.org/10.1089/eco.2011.0041>>
- Kumar, U. (Ed.). (2016). *The Routledge international handbook of psychosocial resilience*. Routledge.
- Lambert, S. F., et Lawson, G. (2013). Resilience of professional counselors following Hurricanes Katrina and Rita. *Journal of Counseling et Development*, 91(3), 261–268. <<https://doi.org/10.1002/j.1556-6676.2013.00094.x>>
- Lee, J., Park, B. J., Tsunetsugu, Y., Ohira, T., Kagawa, T., et Miyazaki, Y. (2011). Effect of forest bathing on physiological and psychological responses in young Japanese male subjects. *Public Health*, 125(2), 93–100. <<https://doi.org/10.1016/j.puhe.2010.09.005>>
- Lowe, D., Ebi, K. L., Forsberg, B. (2013). Factors increasing vulnerability to health effects before, during, and after floods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(12), 7015–7067. <<https://doi.org/10.3390/ijerph10127015>>
- Macyshon, J. (2017). Ravaged by floods in 2011, Manitoba First Nation finally welcomes families home. *CTV News*. Consulté sur le site: <<https://www.ctvnews.ca/canada/ravaged-by-floods-in-2011-manitoba-first-nation-finally-welcomes-families-home-1.3661089>>
- Maibach, E., Nisbet, M., et Weathers, M. (2011). *Conveying the human implications of climate change: A climate change communication primer for public health professionals*. Fairfax, VA: George Mason University Center for Climate Change Communication. Retrieved from <<https://www.climatechangecommunication.org/wp-content/uploads/2016/04/Climate-Communication-Primer-for-Public-Health-Professionals-1.pdf>>
- Malena-Chan, R., et Gatley, K. (2020). *Ecoanxious Stories*. Consulté sur le site: <<https://www.ecoanxious.ca/>>
- Mann, S. C., et Boger, W. P. (1978). Psychotropic drugs, summer heat and humidity, and hyperpyrexia: A danger restated. *American Journal of Psychiatry*, 135(9), 1097-1100. <<https://doi.org/10.1176/ajp.135.9.1097>>
- Mantouraa, P., Robergeb, M.-C., Fournier, L., et Mantoura, P. (2017). *Un cadre de référence pour soutenir l'action en santé mentale des populations. Santé Mentale Au Québec*, XLII(1), 105–123. Consulté sur le site: <<https://www.ccnpps.ca/fr/un-cadre-de-reference-pour-soutenir-laction-en-sante-mentale-des-populations/>>
- McCracken, D. (2017). Building citizen capacity. *High River Online*. Retrieved from <<https://www.highriveronline.com/local/building-citizen-capacity>>
- Middleton, J., Cunsolo, A., Jones-Bitton, A., Shiwak, I., Wood, M., Pollock, N.,... et Harper, S. L. (2020a). "We're people of the snow." *Weather, climate change, and Inuit mental wellness. Social Science et Medicine*, 262, 113137. <<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113137>>
- Middleton, J., Cunsolo, A., Jones-Bitton, A., Wright, C. J., et Harper, S. L. (2020b). Indigenous mental health in a changing climate: a systematic scoping review of the global literature. *Environmental Research Letters*, 15(5), 053001. Consulté sur le site: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab68a9>>
- Miles-Novelo, A., et Anderson, C. A. (2019). Climate change and psychology: Effects of rapid global warming on violence and aggression. *Current Climate Change Reports*, 5(1), 36-46. <<https://doi.org/10.1007/s40641-019-00121-2>>
- Moroz, N., Moroz, I., et D'Angelo, M. S. (2020). Mental health services in Canada: barriers and cost-effective solutions to increase access. In *Healthcare Management Forum* (Vol. 33, No. 6, pp. 282-287). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
- Morrissey, S. A., et Reser, J. P. (2007). Natural disasters, climate change and mental health considerations for rural Australia. *Australian Journal of Rural Health*, 15(2), 120-125. <<https://doi.org/10.1111/j.1440-1584.2007.00865.x>>
- Mouallen, O. (2015). The boom, the bust, the darkness: Suicide rate soars in wake of Canada's oil crisis. *The Guardian*. Consulté sur le site: <<https://www.theguardian.com/world/2015/dec/14/canada-oil-production-crisis-suicide-alberta>>
- Naturale, A. (2015). How do we understand disaster-related vicarious trauma, secondary traumatic stress, and compassion fatigue? In G. Quitangon, et M. R. Evces (Eds.), *Vicarious Trauma and Disaster Mental Health* (pp. 93–110). Routledge.
- Neria, Y., et Shultz, J. M. (2012). Mental health effects of Hurricane Sandy: Characteristics, potential aftermath, and response. *JAMA*, 308(24), 2571–2572. doi:10.1001/jama.2012.110700
- Nicholls, N., Butler, C. D., et Hanigan, I. (2006). Inter-annual rainfall variations and suicide in New South Wales, Australia, 1964-2001. *International Journal of Biometeorology*, 50(3), 139-143. <<https://doi.org/10.1007/s00484-005-0002-y>>

- Obradovich, N., Migliorini, R., Paulus, M. P., et Rahwan, I. (2018). Empirical evidence of mental health risks posed by climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(43), 10953-10958. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1801528115>>
- O'Brien, L. V., Berry, H. L., Coleman, C., et Hanigan, I. C. (2014). Drought as a mental health exposure. *Environmental Research*, 131, 181-187. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.03.014>>
- Ojala, M. (2012). How do children cope with global climate change? Coping strategies, engagement, and well-being. *Journal of Environmental Psychology*, 32(3), 225-233. Consulté sur le site: <<https://www.colorado.edu/cumuseum/sites/default/files/attached-files/ojala7.pdf>>
- Orengo-Aguayo, R., Stewart, R. W., de Arellano, M. A., Suárez-Kindy, J. L., et Young, J. (2019). Disaster Exposure and Mental Health Among Puerto Rican Youths After Hurricane Maria. *JAMA Network Open*, 2(4), e192619. <<https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.2619>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2018). *Santé mentale : renforcer notre action*. Consulté sur le site : <<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response>>
- Osofsky, J. D., Osofsky, H. J., Kronenberg, M., et Hansel, T. (2010). The aftermath of hurricane Katrina: Mental health considerations and lessons learned. In R. P. Kilmer, V. Gil-Rivas, R. G. Tedeschi, et L. G. Calhoun (Eds.), *Helping families and communities recover from disaster*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Pacheco, S. E. (2020). Catastrophic effects of climate change on children's health start before birth. *Journal of Clinical Investigation*, 130(2), 562-564. <<https://doi.org/https://doi.org/10.1172/JCI135005>>
- Page, L. A., Hajat, S., Kovats, R. S., et Howard, L. M. (2012). Temperature-related deaths in people with psychosis, dementia and substance misuse. *The British Journal of Psychiatry : The Journal of Mental Science*, 200(6), 485-490. <<https://doi.org/10.1192/bjp.bp.111.100404>>
- Petrasek MacDonald, J., Cunsolo Willox, A., Ford, J. D., Shiwak, I., Wood, M., Wolfrey, C., ... the Rigolet Inuit Community Government. (2015). Protective factors for mental health and well-being in a changing climate: Perspectives from Inuit youth in Nunatsiavut, Labrador. *Social Science and Medicine*, 141, 133-141. <<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2015.07.017>>
- Pihkala, P. (2020). The Cost of Bearing Witness to the Environmental Crisis: Vicarious Traumatization and Dealing with Secondary Traumatic Stress among Environmental Researchers. *Social Epistemology*, 34(1), 86-100. <<https://doi.org/10.1080/02691728.2019.1681560>>
- Pitts, L. (2015). Hurricane Igor: What it was like on the ground during, and after, the storm. *CBC News*. Consulté sur le site: <<https://www.cbc.ca/news/canada/newfoundland-labrador/hurricane-igor-what-it-was-like-on-the-ground-during-and-after-the-storm-1.3234201>>
- Polain, J. D., Berry, H. L., et Hoskin, J. O. (2011). Rapid change, climate adversity and the next "big dry": Older farmers' mental health. *Australian Journal of Rural Health*, 19(5), 239-243. <<https://doi.org/10.1111/j.1440-1584.2011.01219.x>>
- Powers, J. R., Dobson, A. J., Berry, H. L., Graves, A. M., Hanigan, I. C., et Loxton, D. (2015). Lack of association between drought and mental health in a cohort of 45-61 year old rural Australian women. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 39(6), 518-523. <<https://doi.org/10.1111/1753-6405.12369>>
- Price, K., Perron, S., et King, N. (2013). Implementation of the montreal heat response plan during the 2010 heat wave. *Canadian Journal of Public Health*, 104(2), e96-e100. <<https://doi.org/10.1007/BF03405667>>
- Radu, I. (2018). *Terre de guérison : Élaboration d'un modèle de prestation de services axés sur la terre pour les Premières Nations*. Bothwell (Ontario): Thunderbird Partnership Foundation. Consulté sur le site : <https://thunderbirdpf.org/wp-content/uploads/2018/11/Thunderbirdpf-LandforHealing-french_20181030_web.pdf>
- Radu, I., House, L., et Pashagumskum, E. (2014). Land, life, and knowledge in Chisasibi: Intergenerational healing in the bush. *Decolonization: Indigeneity, Education et Society*, 3(3), 86-105. Consulté sur le site: <https://www.chisasibiwellness.ca/wp-content/uploads/2018/12/Radu-et-al_Chisasibi-land-based-healing_2014-1.pdf>
- Ramsay, T., et Manderson, L. (2011). Resilience, spirituality and posttraumatic growth: reshaping the effects of climate change. In I. Weissbecker (Ed.), *Climate Change and Human Well-being*. New York, NY: Springer.
- Ray, S. J. (2020). *A Field Guide to Climate Anxiety: How to Keep Your Cool on a Warming Planet*. Oakland, CA: University of California Press.
- Reser, J. P., et Swim, J. K. (2011). Adapting to and coping with the threat and impacts of climate change. *American Psychologist*, 66(4), 277. <<http://doi.org/10.1037/a0023412>>
- Rhodes, J., et Chan, C. (2010). The Impact of Hurricane Katrina on the Mental and Physical Health of Low-Income Parents in New Orleans. *The American Journal of Orthopsychiatry*, 80(2), 237-247. <<http://doi.org/10.1111/j.1939-0025.2010.01027.x>>
- Rigby, C. W., Rosen, A., Berry, H. L., et Hart, C. R. (2011). If the land's sick, we're sick: The impact of prolonged drought on the social and emotional well-being of Aboriginal communities in rural New South Wales. *Australian Journal of Rural Health*, 19(5). <<http://doi.org/10.1111/j.1440-1584.2011.01223.x>>



- Roberts, S., Arseneault, L., Barratt, B., Beevers, S., Danese, A., Odgers, C. L., ... Fisher, H. L. (2019). Exploration of NO₂ and PM_{2.5} air pollution and mental health problems using high-resolution data in London-based children from a UK longitudinal cohort study. *Psychiatry Research*, 272, 8-17. <<https://doi.org/10.1016/j.psychres.2018.12.050>>
- Rodriguez, J. J., Kohn, R. (2008). Use of mental health services among disaster survivors. *Current Opinion in Psychiatry*, 21, 370-378. <<https://doi.org/10.1186/1471-2458-7-173>>
- Ruskin, J., Rasul, R., Schneider, S., Bevilacqua, K., Taioli, E., et Schwartz, R. M. (2018). Lack of access to medical care during Hurricane Sandy and mental health symptoms. *Preventive Medicine Reports*, 10, 363-369. <<https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2018.04.014>>
- Sahni, V., Scott, A. N., Beliveau, M., Varughese, M., Dover, D. C., et Talbot, J. (2016). Public health surveillance response following the southern Alberta floods, 2013. *Canadian Journal of Public Health*, 107(2), e142-e148. <<https://doi.org/10.17269/cjph.107.5188>>
- Santé Canada. (2011). *Lignes directrices à l'intention des travailleurs de la santé pendant les périodes de chaleur accablante : Un guide technique*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/changement-climatique-sante/lignes-directrices-intention-travailleurs-sante-pendant-periodes-chaleur-accablante-guide-technique.html>>
- Santé Canada. (2015). Cadre du continuum du mieux-être mental des Premières Nations. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site : <<https://thunderbirdpf.org/first-nations-mental-wellness-continuum-framework/?lang=fr>>
- Santé Canada. (2020). *Réduire les îlots de chaleur urbains pour protéger la santé au Canada*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/services/sante/publications/vie-saine/reduire-ilots-chaleur-urbains-protoger-sante-canada.html>>
- Sawatzky, A., Cunsolo, A., Gillis, G., Cook, O., Shiwak, I., Flowers, C., ... Harper, S. L. (2018). Profiling the eNuk program: An Inuit-led strategy for monitoring and responding to the impacts of environmental change on health and well-being in Rigolet, Nunatsiavut. *Northern Public Affairs*. Consulté sur le site: <www.northernpublicaffairs.ca/index/volume-5-issue-2-innovations-in-community-health-and-wellness/profiling-the-enuk-program/>
- Sawatzky, A., Cunsolo, A., Harper, S., Shiwak, I., Wood, M., et IMHACC Team. (2019). "We have our own way": Exploring pathways for well-being among Inuit in Nunatsiavut, Labrador, Canada. In C. Flemming, et M. Manning (Eds.), *Handbook of Indigenous Well-being*. Routledge.
- Sawatzky, A., Cunsolo, A., Jones-Bitton, A., Gillis, D., Wood, M., Flowers, C.,... et Harper, S. L. (2020). "The best scientists are the people that's out there": Inuit-led integrated environment and health monitoring to respond to climate change in the Circumpolar North. *Climatic Change*, 1-22. Consulté sur le site: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-019-02647-8>>
- Scaramutti, C., Salas-Wright, C. P., Vos, S. R., et Schwartz, S. J. (2019). The Mental Health Impact of Hurricane Maria on Puerto Ricans in Puerto Rico and Florida. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 13(1). <<https://doi.org/10.1017/dmp.2018.151>>
- Schmidt, L., et Lewis-Reau, A. (2020). *Good Grief Network*. Retrieved from <<https://www.goodgriefnetwork.org/>>
- Schwerdtle, P., Bowen, K., et McMichael, C. (2017). The health impacts of climate-related migration. *BMC Medicine*, 16(1). <<https://doi.org/10.1186/s12916-017-0981-7>>
- Sécurité publique Canada. (2016). *Base de données canadienne sur les catastrophes*. Consulté sur le site : <<https://www.securitepublique.gc.ca/cnt/rsrscs/cndn-dsstr-dtbs/index-fr.aspx>>
- Séguin, J. (éd.). (2008). Santé et changements climatiques: évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada. Ottawa, ON: Gouvernement of Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.635906/publication.html>>
- Shiple, M., et Berry, H. L. (2010). Longing to belong: Personal Social capital and psychological distress in an Australian coastal region. *SSRN*, (39). <<https://doi.org/10.2139/ssrn.1703238>>
- Simpson, D. M., Weissbecker, I., et Sephton, S. E. (2011). Extreme weather-related events: Implications for mental health and well-being. In I. Weissbecker (Ed.), *Climate Change and Human Well-being*. New York, NY: Springer.
- Stanke, C., Murray, V., Amlôt, R., Nurse, J., et Williams, R. (2012). The effects of flooding on mental health: Outcomes and recommendations from a review of the literature. *PLoS Currents*, 4, 1-17. <<https://doi.org/10.1371/4f9f1fa9c3cae>>
- Stephen, A., Marion, M., Oluwafemi, A., et Wiggins, S. (1999). The effect of season and weather on suicide rates in the elderly in British Columbia. *Canadian Journal of Public Health / Revue Canadienne de Santé e Publique*, 90(6), 418-422. Consulté sur le site: <<https://www.jstor.org/stable/41994174>>
- Stern, P.C. (2012). Psychology: Fear and hope in climate messages. *Nature Climate Change*, 2, 572-573. Consulté sur le site: <https://climateaccess.org/system/files/Stern_Fear%20and%20hope.pdf>
- Tam, B. Y., Gough, W. A., Edwards, V., et Tsuji, L. J. S. (2013). The impact of climate change on the well-being and lifestyle of a First Nation community in the western James Bay region. *Canadian Geographer*, 57(4). <<https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.2013.12033.x>>



- Tam, T. (2019). *Lutte contre la stigmatisation : vers un système de santé plus inclusif*. Ottawa, Ontario: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/organisation/publications/rapports-etat-sante-publique-canada-administrateur-chef-sante-publique/lutte-contre-stigmatisation-vers-systeme-sante-plus-inclusif.html>>
- The eNuk Program. (2018). Consulté sur le site: <<https://enuk.ca/>>
- Thompson, R., Hornigold, R., Page, L., et Waite, T. (2018). Associations between high ambient temperatures and heat waves with mental health outcomes: a systematic review. *Public Health*, 161, 171–191. <<https://doi.org/10.1016/j.puhe.2018.06.008>>
- Toronto Public Health. (2015). *A climate of concern: Climate change and health strategy for Toronto*. Retrieved from <<https://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2015/hl/bgrd/backgroundfile-81509.pdf>>
- Trang, P. M., Rocklöv, J., Giang, K. B., Kullgren, G., et Nilsson, M. (2016). Heatwaves and hospital admissions for mental disorders in Northern Vietnam e0155609. *PLoS ONE*, 11(5), 1–20. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155609>>
- Tschakert, P., Ellis, N. R., Anderson, C., Kelly, A., et Obeng, J. (2019). *One thousand ways to experience loss: A systematic analysis of climate-related intangible harm from around the world*. *Global Environmental Change*, 55, 58-72. <<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.11.006>>
- Tschakert, Petra, Barnett, J., Ellis, N., Lawrence, C., Tuana, N., New, M., ... Pannell, D. (2017). Climate change and loss, as if people mattered: values, places, and experiences. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 8(5), e476. <<https://doi.org/10.1002/wcc.476>>
- Tucci, J., Mitchell, J., Goddard, C. (2007). *Children's fears, hopes and heroes: Modern childhood in Australia*. Australian Childhood Foundation.
- Tunstall, S., Tapsell, S., Green, C., Floyd, P., et George, C. (2006). The health effects of flooding: Social research results from England and Wales. *Journal of Water and Health*, 4(3), 365–380. <<https://doi.org/10.2166/wh.2006.031>>
- Ulrich, R. (1979). Visual landscapes and psychological well-being. *Landscape Research*, 4(1), 17–23. doi:10.1080/01426397908705892
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR). (2015). *The human cost of weather related disasters 1995-2015*. Consulté sur le site: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/COP21_WeatherDisastersReport_2015_FINAL.pdf>
- Usher, P. J. (2003). Environment, race and nation reconsidered: Reflections on aboriginal land claims in Canada. *Canadian Geographer*, 47(4), 365–382. <<https://doi.org/10.1111/j.0008-3658.2003.00029.x>>
- Vestal, C. (2017). 'Katrina brain': The invisible long-term toll of megastorms. *POLITICO*. Consulté sur le site: <<https://www.politico.com/agenda/story/2017/10/12/psychological-toll-natural-disasters-000547/>>
- Vida, S., Durocher, M., Ouarda, T. B., et Gosselin, P. (2012). Relationship between ambient temperature and humidity and visits to mental health emergency departments in Québec. *Psychiatric services (Washington, D.C.)*, 63(11), 1150–1153. <<https://doi.org/10.1176/appi.ps.201100485>>
- Vins, H., Bell, J., Saha, S., et Hess, J. J. (2015). The mental health outcomes of drought: A systematic review and causal process diagram. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(10), 13251–13275. <<https://doi.org/10.3390/ijerph121013251>>
- Waite, T. D., Chaintarli, K., Beck, C. R., Bone, A., Amlôt, R., Kovats, S., et Oliver, I. (2017). The English national cohort study of flooding and health: cross-sectional analysis of mental health outcomes at year one. *BMC Public Health*, 17(1), 129. <<https://doi.org/10.3390/ijerph121013251>>
- Wang, X., Lavigne, E., Ouellette-Kuntz, H., et Chen, B. E. (2014). Acute impacts of extreme temperature exposure on emergency room admissions related to mental and behavior disorders in Toronto, Canada. *Journal of Affective Disorders*, 155, 154-161. <<https://doi.org/10.1016/j.jad.2013.10.042>>
- Watts, N., Amann, M., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Bouley, T., Boykoff, M., ... Costello, A. (2017). The Lancet Countdown on health and climate change: from 25 years of inaction to a global transformation for public health. *The Lancet*, 391(10120), 581-630. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32464-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32464-9)>
- Weissbecker, I. (Ed.). (2011). *Climate change and human well-being*. New York, NY: Springer.
- Whaley, A. (2009). Trauma among survivors of hurricane Katrina: Considerations and recommendations for mental health care. *Journal of Loss and Trauma*, 14, 459–476. <<https://doi.org/10.1080/15325020902925480>>
- Whitfield, G. P., Meehan, L. A., Maizlish, N., et Wendel, A. M. (2017). The integrated transport and health impact modeling tool in Nashville, Tennessee, USA: Implementation steps and lessons learned. *Journal of Transport and Health*, 5, 171-181. <<https://doi.org/10.1016/j.jth.2016.06.009>>
- Williams, L., Fletcher, A., Hanson, C., Neapole, J., et Pollack, M. (2018). *Women and Climate Change Impacts and Action in Canada: Feminist, Indigenous, and Intersectional Perspectives*. Canadian Research Institute for the Advancement of Women and the Alliance for Intergenerational Resilience. Consulté sur le site: <https://www.criaw-icref.ca/images/userfiles/files/Women_and_Climate_Change_FINAL.pdf>

Yusa, A., Berry, P., Cheng, J. J., Ogden, N., Bonsal, B., Stewart, R., et Waldick, R. (2015). Climate change, drought and human health in Canada. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(7), 8359-8412. <<https://doi.org/10.3390/ijerph120708359>>

Zakreski, D. (2019). Crystal meth crisis on Saskatchewan First Nation traced to 2015 wildfire evacuation. *CBC News*. Retrieved from <<https://www.cbc.ca/news/canada/saskatoon/montreal-lake-meth-crisis-wildfire-evacuation-1.5134061>>

Zhang, X., Flato, G., Kirchmeier-Young, M., Vincent, L., Wan, H., Wang, X., Rong, R., Fyfe, J., Li, G., et Kharin, V. V. (2019). Les changements de température et de précipitations au Canada. Dans E. Bush et D. Lemmen (éd.), *Rapport sur le climat changeant du Canada* (pages 112 à 193). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/>>

Zhao, X., Maibach, E., Gandy, J., Witte, J., Cullen, H., Klinger, B. A., et Pyle, A. (2014). Climate change education through TV weathercasts: Results of a field experiment. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 95(1), 117–130. <<https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00144.1>>

Zupancic, T., Kingsley, M., Jason, T., et, et Macfarlane, R. (2013). *Green city: Why nature matters to health - an evidence review*. Toronto, ON: Toronto Public Health. Retrieved from <<https://niagaraknowledgeexchange.com/resources-publications/green-city-why-nature-matters-to-health-an-evidence-review/>>

Zwiebach, L., Rhodes, J., et Roemer, L. (2010). Resource loss, resource gain, and mental health among survivors of Hurricane Katrina. *Journal of Traumatic Stress*, 23(6), 751-758. <<https://doi.org/10.1002/jts.20579>>



CHAPITRE 5

Qualité de l'air

LA SANTÉ DES CANADIENS ET DES CANADIENNES
DANS UN CLIMAT EN CHANGEMENT : FAIRE
PROGRESSER NOS CONNAISSANCES POUR AGIR



Santé
Canada

Health
Canada

Canada



Auteurs principaux

Marika Egyed, Santé Canada

Phil Blagden, Santé Canada

Auteurs collaborateurs

David Plummer, Environnement et Changement climatique Canada

Paul Makar, Environnement et Changement climatique Canada

Carlyn Matz, Santé Canada

Mike Flannigan, Université de l'Alberta

Morgan MacNeill, Santé Canada

Eric Lavigne, Santé Canada

Benny Ling, Santé Canada

Diana Valencia Lopez, Santé Canada

Betty Edwards, Santé Canada

Radenko Pavlovic, Environnement et Changement climatique Canada

Jacinthe Racine, Environnement et Changement climatique Canada

Pierre Raymond, Santé Canada

Robyn Rittmaster, Santé Canada

Aaron Wilson, Santé Canada

Guoliang Xi, Santé Canada

Suggestion de citation

Egyed, M., Blagden, P., Plummer, D., Makar, P., Matz, C., Flannigan, M., MacNeill, M., Lavigne, E., Ling, B., Lopez, D. V., Edwards, B., Pavlovic, R., Racine, J., Raymond, P., Rittmaster, R., Wilson, A., et Xi, G. (2022). Qualité de l'air. Dans P. Berry et R. Schnitter (éd.), [*La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir*](#). Ottawa (Ontario) : gouvernement du Canada.



Table des matières

Résumé	322
Messages clés	322
5.1 Introduction	326
5.2 Méthodes et approche	326
5.3 Effets sur la santé de la pollution de l'air extérieur	327
5.3.1 Matières particulaires	328
5.3.2 Ozone	329
5.3.3 Populations à risque plus élevé	329
5.4 Interactions entre les changements climatiques et la pollution de l'air extérieur	330
5.4.1 Effets des matières particulaires sur le climat	331
5.4.2 Effets du méthane et de l'ozone sur le climat	333
5.4.3 Effets des changements climatiques sur la qualité de l'air	333
5.4.4 Prévisions liées à la qualité de l'air dans un climat en évolution	335
5.4.5 Politiques de qualité de l'air et atténuation des changements climatiques	336
5.4.6 Principales incertitudes	337
5.5 Impacts sur la santé de la pollution atmosphérique liés aux changements climatiques et avantages accessoires pour la santé de l'atténuation des gaz à effet de serre	338
5.5.1 Impacts sur la santé de la pollution atmosphérique liés aux changements climatiques	339
5.5.2 Avantages accessoires pour la santé en matière de pollution atmosphérique de l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre	342
Encadré 5.1 Élimination des centrales au charbon au Canada : une étude de cas sur les avantages accessoires pour la santé en matière de pollution atmosphérique	346
5.5.3 Faits saillants de la recherche au Canada : Quantification des impacts du réchauffement climatique sur la santé en matière de pollution atmosphérique au Canada et éventuels avantages accessoires pour la santé de la voie d'atténuation des gaz à effet de serre	347
5.5.4 Conclusion	354
5.5.5 Principales incertitudes	355
5.6 Changements climatiques et pollution atmosphérique par les feux de forêt	356
5.6.1 Feux de forêt au Canada dans un climat en évolution	356
5.6.2 Effets sur la santé de la pollution atmosphérique par les feux de forêt	357
5.6.3 Fardeau pour la santé de la fumée des feux de forêt ces dernières années	359



5.6.4	Quantification des impacts récents sur la santé de la pollution atmosphérique au Canada par la fumée des feux de forêt	360
5.6.5	Impacts sur la santé de la pollution atmosphérique par la fumée des feux de forêt en raison des changements climatiques	369
5.6.6	Populations à risque plus élevé	370
5.6.7	Conclusion	371
5.6.8	Principales incertitudes	371
5.7	Adaptation et atténuation des risques des effets sur la santé de la pollution de l'air extérieur	372
5.7.1	Pollution de l'air extérieur	372
5.7.2	Fumée des feux de forêt	376
5.8	Impacts des changements climatiques sur la qualité de l'air intérieur et la santé	378
5.8.1	Étanchéité à l'air des bâtiments	378
5.8.2	Impact des conditions ambiantes changeantes sur le milieu intérieur	379
5.8.3	Événements météorologiques extrêmes et feux de forêt	379
5.8.4	Populations à risque plus élevé	381
5.8.5	Adaptation	382
5.8.6	Principales incertitudes	383
5.9	Impacts des changements climatiques sur les aéroallergènes	383
5.9.1	Impact des changements climatiques sur les concentrations, la répartition et la durée saisonnière du pollen au Canada	383
5.9.2	Impacts sanitaires de l'évolution des aéroallergènes selon les scénarios de changements climatiques	385
5.9.3	Adaptation	385
5.9.4	Principales incertitudes	386
5.10	Conclusion	386
5.10.1	Impacts des changements climatiques et de la qualité de l'air sur la santé au Canada	386
5.10.2	Populations à risque plus élevé	388
5.10.3	Adaptation	389
5.10.4	Lacunes sur le plan des connaissances	390
5.11	Références	392

Résumé

Les changements climatiques et la qualité de l'air sont intimement liés : les changements climatiques ont une incidence sur la qualité de l'air au Canada, et plusieurs polluants atmosphériques contribuent aux changements climatiques. L'exposition aux principaux polluants atmosphériques, y compris les matières particulaires et l'ozone, augmente le risque d'effets nocifs sur la santé, qu'il s'agisse des symptômes respiratoires, du développement de maladies ou de la mortalité précoce. On s'attend à ce que le réchauffement climatique aggrave les niveaux de pollution atmosphérique au Canada. Comme la fréquence et la gravité des feux de forêt devraient augmenter en raison des changements climatiques, les émissions découlant des feux de forêt représenteront l'un des plus grands risques climatiques pour la qualité de l'air au Canada. Les changements climatiques peuvent également influencer sur la qualité de l'air intérieur lorsque des niveaux élevés de polluants atmosphériques extérieurs s'infiltrent dans les bâtiments ou lorsque la moisissure s'accumule à la suite d'événements météorologiques extrêmes, comme des inondations. Les changements climatiques ont une incidence sur les allergènes en suspension dans l'air tels que le pollen en élargissant la répartition géographique des espèces végétales, en prolongeant les saisons polliniques et en augmentant la densité pollinique.

Certains groupes sont plus exposés aux impacts de la pollution atmosphérique sur la santé, comme les enfants, les personnes âgées, les peuples autochtones, les personnes atteintes d'affections préexistantes comme l'asthme ou les maladies cardiaques, et les populations vivant dans des régions où les niveaux de pollution atmosphérique sont élevés. Les mesures d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre peuvent apporter aux populations de grands avantages accessoires pour la santé en raison de l'amélioration de la qualité de l'air. Ces avantages accessoires peuvent aider à compenser les coûts d'atténuation des changements climatiques, en soutenant la mise en œuvre accélérée des politiques d'atténuation. Les efforts d'adaptation qui permettraient de prévenir ou d'atténuer les impacts de la pollution atmosphérique sur la santé associés aux changements climatiques renferment la limitation de l'exposition aux polluants atmosphériques, y compris par l'utilisation de refuges d'urgence au cours de feux de forêt; les prévisions quotidiennes de la qualité de l'air, de la fumée des feux de forêt et des aéroallergènes, comme la Cote air santé; et la prévention des crues et l'assurance que les bâtiments disposent d'une ventilation et d'une filtration de l'air adéquates.

Messages clés

- Les changements climatiques et la qualité de l'air sont liés : dans l'ensemble, un climat plus chaud devrait aggraver la pollution atmosphérique au Canada, et certains polluants atmosphériques concourent par ailleurs aux changements climatiques. Si les émissions de polluants atmosphériques demeurent inchangées, le réchauffement climatique aura probablement pour effet d'élever les concentrations d'ozone dans les régions populeuses et industrialisées comme le sud de l'Ontario et le sud-ouest du Québec. Les effets projetés sur les matières particulaires sont plus modestes et d'une nature plus incertaine.

- Les impacts de la pollution atmosphérique sur la santé au Canada, notamment les décès prématurés et les maladies, devraient s'aggraver à l'avenir en raison de l'influence des changements climatiques. À moins que ces impacts ne soient compensés par la réduction de la pollution atmosphérique, on s'attend à ce que des centaines de décès chaque année surviennent d'ici le milieu du siècle. Aujourd'hui, la pollution atmosphérique compte parmi les grandes causes écologiques de mortalité et de maladie au Canada, étant à l'origine d'un nombre estimatif de 15 300 décès chaque année pour une valeur économique de 114 milliards de dollars annuellement.
- Par ailleurs, le Canada doit se préparer à un avenir avec plus de feux de forêt. La montée des émissions découlant des feux de forêt est l'un des plus grands risques climatiques pour la qualité de l'air au Canada. La fumée que dégagent les feux de forêt, et qui peut se propager sur de vastes parties du territoire canadien, a contribué à environ 620 à 2 700 décès chaque année au pays de 2013 à 2018. Le fardeau que lève cette fumée pour la santé publique devrait augmenter du fait des changements climatiques.
- Les changements climatiques allongeront les saisons des allergènes de l'air, augmenteront la densité pollinique et la répartition géographique des allergènes. On s'attend à ce que les allergies respiratoires et l'asthme touchent de plus en plus de gens plus souvent à l'avenir, ce qui se traduira par un alourdissement des coûts pour le système de santé.
- Les changements climatiques peuvent nuire à la qualité de l'air intérieur à cause d'une infiltration accrue de polluants et d'allergènes atmosphériques, et en raison de événements météorologiques comme les inondations qui entraînent la formation de moisissure dans les bâtiments. En même temps, l'amélioration du rendement énergétique des bâtiments qui ne disposent pas d'un système de ventilation adéquat peut diminuer la qualité de l'air intérieur. Au nombre des stratégies clés d'adaptation en ce qui concerne l'air intérieur, il y a la ventilation, la filtration et la maîtrise des sources de polluants.
- Les prévisions quotidiennes de la qualité de l'air, de la fumée engendrée par les feux de forêt et des aéroallergènes qui sont livrées sous des formes accessibles comme la Cote air santé constituent d'importants outils de protection de la santé communautaire et une grande stratégie d'adaptation pour informer les populations risquant davantage de subir des impacts sur leur santé à cause d'un climat en évolution.
- Les mesures d'atténuation des polluants climatiques, dont le méthane et le carbone suie, peuvent apporter à la santé des populations locales de grands avantages accessoires dans l'immédiat et à long terme en diminuant la pollution atmosphérique. Les avantages de ces mesures d'atténuation pour la qualité de l'air peuvent aider à compenser les coûts associés à la protection du climat. Les mesures d'atténuation des changements climatiques qui contribuent à l'amélioration de la qualité de l'air permettront également d'éviter d'ici le milieu du siècle des milliers de décès chaque année au Canada.



Risques pour la santé des impacts du changement climatique sur la pollution atmosphérique.

Aperçu des impacts sanitaires de la qualité de l'air dans le contexte des changements climatiques

CATÉGORIE D'IMPACT OU D'ALÉA SANITAIRE	CAUSES LIÉES AU CLIMAT	EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none">• Concentrations plus élevées de matières particulaires en suspension dans l'air liées à la fumée produite par les feux de forêt• Augmentation de l'ozone troposphérique et éventuellement de matières particulaires en raison du réchauffement• Concentrations plus élevées de matières particulaires en suspension dans l'air en raison des épisodes de sécheresse• Augmentation des moisissures et des contaminants chimiques dans les environnements intérieurs en raison des inondations, des effets sur la qualité de l'air ambiant et augmentation des rejets provenant de sources intérieures de pollution atmosphérique• Prolongation de la saison et répartition géographique du pollen, et augmentation de la production de pollen par les plantes et les arbres• Réchauffement et variations dans les précipitations ayant une incidence sur la croissance et l'étendue des agents pathogènes atmosphériques, aérosols ou transmis par gouttelettes	<ul style="list-style-type: none">• Maladies respiratoires et cardiovasculaires et décès prématurés liés à la qualité de l'air• Exacerbation des maladies respiratoires chroniques, comme l'asthme et la maladie pulmonaire obstructive chronique• Cancer du poumon• Développement et exacerbation des allergies• Irritation des yeux, du nez et de la gorge, et essoufflement• Exacerbation des impacts sur la santé mentale• Impacts sur les infrastructures et les services de santé• Impacts sur les services de santé et services sociaux• Risques liés aux maladies infectieuses transmises par inhalation provenant de sources environnementales (p. ex., la cryptococcose)

5.1 Introduction

Les changements climatiques et la qualité de l'air sont intimement liés, l'un à l'autre, de multiples façons qui pourraient avoir des effets sur la santé humaine. Des aspects des changements du climat comme l'élévation des températures peuvent influencer sur les concentrations de polluants atmosphériques qui touchent les Canadiens et les Canadiennes. En revanche, certains polluants atmosphériques contribuent aux changements climatiques et au réchauffement de l'atmosphère. Il convient aussi de noter qu'un climat en évolution devrait être source de conditions qui influent sur la fréquence et la gravité des feux de forêt, qui sont une grande cause de pollution atmosphérique, et sur les concentrations d'aéroallergènes comme le pollen, qui jouent un rôle dans les maladies allergiques. Un climat en évolution peut en outre influencer sur la qualité de l'air intérieur : une pollution plus dense du milieu extérieur (par le smog, la fumée des feux de forêt, les aéroallergènes, etc.) peut s'infiltrer dans les bâtiments; sans une ventilation suffisante, les mesures d'efficacité énergétique des bâtiments peuvent causer une accumulation de polluants dans l'air intérieur; des événements météorologiques extrêmes comme les crues peuvent enfin créer de la moisissure dans les immeubles.

Les polluants climatiques et atmosphériques émanent souvent des mêmes sources (de la combustion des combustibles fossiles, par exemple). Ainsi, les stratégies d'atténuation des gaz à effet de serre (GES) qui visent à réduire les polluants climatiques peuvent aussi avoir localement d'importants avantages accessoires pour la santé par une diminution concomitante des émissions de polluants atmosphériques.

Ce chapitre résume d'abord les effets de la pollution atmosphérique sur la santé et décrit les liens entre les changements climatiques et la qualité de l'air. On y expose ensuite les effets attendus du réchauffement climatique sur les impacts sur la santé de la pollution atmosphérique au Canada, puisque les concentrations de polluants, les aéroallergènes et la qualité de l'air intérieur subissent l'influence d'un climat en évolution. Une attention particulière est accordée aux populations plus vulnérables à la pollution atmosphérique comme les enfants, les personnes âgées, les personnes ayant déjà des problèmes de santé et les peuples autochtones. L'incidence des feux de forêt futurs en situation de changements climatiques et les éventuels avantages accessoires pour la santé de l'atténuation des émissions de GES sont mis en évidence. Des stratégies possibles d'adaptation en vue d'aider les décideurs à planifier les impacts des changements climatiques sur la santé des Canadiens et des Canadiennes sont abordées.

5.2 Méthodes et approche

L'information livrée dans le présent chapitre porte sur les impacts au Canada et tient compte des données provinciales ou régionales disponibles. Les résultats des études réalisées aux États-Unis seront également examinés, puisqu'il faut constater que, souvent, les données propres au Canada sont restreintes, et que les deux pays se ressemblent généralement à de multiples égards (développement économique, démographie, mesures de réduction des émissions de polluants atmosphériques, etc.). Dans l'ensemble, les études parues de 2005 à 2019 ont été privilégiées. La majeure partie de la documentation examinée est tirée de revues scientifiques de langue anglaise évaluées par les pairs et trouvée à la suite de recherches dans les bases de données de citations et références (PubMed, Medline, Scopus, Google Scholar, etc.) avec en complément

une analyse manuelle des listes de références dans des études clés. Les études primaires et les articles de synthèse ont été consultés. De plus, les documents d'intérêt tirés de la documentation grise, notamment des rapports et du contenu Web des gouvernements et des organismes, ont été examinés.

Ce chapitre présente deux analyses nouvelles aux fins du présent rapport. La première est une étude des impacts sur la santé de la pollution atmosphérique au Canada dans le contexte des changements climatiques et, en matière de pollution atmosphérique, des avantages accessoires pour la santé de l'atténuation des GES. La seconde étude traite des impacts sur la santé ces dernières années de la fumée des feux de forêt, le but étant de mieux comprendre les conséquences d'un climat en évolution sur cette source de pollution atmosphérique.

5.3 Effets sur la santé de la pollution de l'air extérieur

La pollution atmosphérique compte parmi les grandes causes environnementales de la mortalité tant dans le monde qu'au Canada (Institute for Health Metrics and Evaluation [IHME], 2019). Elle est la onzième cause de décès en importance au Canada (Alam et coll., 2019). Selon les estimations, les concentrations actuelles de trois grands polluants atmosphériques, à savoir les matières particulaires ($PM_{2,5}$)¹, l'ozone et le dioxyde d'azote (NO_2), sont collectivement à l'origine d'environ 15 300 décès prématurés au Canada chaque année, ayant une valeur économique de 114 milliards de dollars (Santé Canada, 2021). De plus, selon les estimations, ces polluants causent aussi un grand nombre d'ennuis de santé non mortels, dont des milliers de visites à l'hôpital et des millions de jours de symptômes de l'asthme tous les ans au pays, ce qui représente un important problème de santé de la population. Les données scientifiques montrent qu'il n'y a pas de seuil d'exposition en deçà duquel nombre de ces effets sur la santé seraient sans risque. Toute augmentation progressive de la concentration d'un polluant atmosphérique, même une légère hausse, est associée à un risque accru d'effets nocifs sur la santé. Il faut donc dire que, même au Canada où les niveaux de pollution atmosphérique sont relativement faibles à comparer à ceux de bien d'autres pays, cette pollution représente un fardeau considérable de maladies.

Les effets sur la santé de la pollution atmosphérique ont suscité des études poussées et sont bien décrits dans la documentation scientifique examinée par les pairs. Ces effets ont été étudiés à fond par Santé Canada (Santé Canada, 2013; Santé Canada, 2016), l'Environmental Protection Agency aux États-Unis (EPA, 2019; EPA, 2020b) et des organismes internationaux comme l'Organisation mondiale de la Santé (OMS, 2020). Il est reconnu que l'action de grands polluants atmosphériques comme les $PM_{2,5}$ et l'ozone expose davantage la population à des effets nocifs sur la santé, qu'il s'agisse des symptômes respiratoires, de la morbidité ou de la mortalité précoce. La présente section donne un aperçu des effets sur la santé de l'ozone et des $PM_{2,5}$ afin de mieux comprendre les risques actuels et futurs que font peser les changements climatiques sur la santé des Canadiens et des Canadiennes.

1 Le terme $PM_{2,5}$ s'emploie pour décrire les particules d'un diamètre médian de masse de 2,5 microns ou moins. De telles particules peuvent pénétrer profondément dans les poumons humains (Santé Canada, 2013). Ces matières particulaires sont souvent appelées « aérosols » ou « particules d'aérosol », surtout lorsqu'il est question d'effets climatiques.

5.3.1 Matières particulaires

Les matières particulaires (PM) sont un mélange complexe de très petites particules à l'état solide et de gouttelettes à l'état liquide qui se composent d'un grand nombre de produits chimiques comme le carbone élémentaire, les composés organiques, les métaux, les sulfates et les nitrates. Ces particules sont assez fines pour rester pendant assez longtemps en suspension dans l'atmosphère. Les matières particulaires primaires émanent directement de sources comme le carbone suie, alors que les matières particulaires secondaires se forment dans l'atmosphère à partir de composés précurseurs qui subissent des réactions chimiques. Les précurseurs des matières particulaires primaires et ceux des matières particulaires secondaires ont eux-mêmes une grande diversité de sources naturelles et anthropiques comme les feux de forêt, les gaz d'échappement des véhicules automobiles et la combustion du charbon. Leurs effets sur la santé sont directement fonction de la taille des particules, puisque les particules plus fines pénètrent plus profondément dans les poumons. Les $PM_{2,5}$ sont largement préoccupantes pour la santé humaine, ont fait l'objet de vastes recherches et études et, parmi les principaux polluants atmosphériques, causent la plus grande diversité d'effets sur la santé.

Dans les évaluations de risques qu'ils ont publiées, Santé Canada (2013) et l'EPA américaine (2019) ont sopesé les preuves des effets sur la santé d'une exposition à court et à long terme aux matières particulaires $PM_{2,5}$ et leurs conclusions sont résumées ici. Elles indiquent qu'une exposition à court terme (de quelques heures à quelques jours) aux $PM_{2,5}$ ambiantes augmente le risque de mortalité précoce, et notamment de mortalité toutes causes confondues, d'origine cardiovasculaire et d'origine respiratoire. De plus, une telle exposition accroît le risque d'effets indésirables cardiovasculaires et respiratoires, notamment par aggravation des affections préexistantes du système cardiovasculaire et des voies respiratoires (asthme, maladie pulmonaire obstructive chronique [MPOC], etc.), dérèglement des fonctions cardiaque et pulmonaire, accentuation des symptômes respiratoires et détérioration des indicateurs de santé cardiovasculaire. L'exposition à court terme est également de nature à multiplier les interventions médicales. Ainsi, des études basées sur la population montrent qu'une plus grande exposition à court terme aux $PM_{2,5}$ détermine une montée des visites à la salle d'urgence et des hospitalisations à cause de problèmes respiratoires ou cardiovasculaires.

Dans l'ensemble, les données font voir qu'une exposition à long terme (en mois ou en années) aux $PM_{2,5}$ ambiantes augmente le risque de mortalité non accidentelle et cardiovasculaire. Une telle exposition peut également être associée à la mortalité respiratoire. À une exposition à long terme, il y a plus de risques d'effets respiratoires indésirables, y compris une augmentation des symptômes et des effets sur le développement pulmonaire des enfants, tout comme des effets cardiovasculaires, tels que les paramètres sanitaires liés à la progression de l'athérosclérose. L'exposition chronique aux $PM_{2,5}$ accroît le risque de cancer du poumon; le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a caractérisé les matières particulaires de l'air extérieur comme cancérigènes pour les humains (CIRC, 2016).

Il n'y a pas que les vastes données sur les résultats respiratoires et cardiovasculaires des $PM_{2,5}$, puisque de nouvelles données nous disent que l'exposition à long terme à ces matières particulaires peut produire des effets nocifs sur le système nerveux et provoquer notamment la démence (Fu et coll., 2019). L'exposition aux $PM_{2,5}$ est de plus en plus rattachée à d'autres effets sanitaires, aux affections du métabolisme comme le diabète (Chen et coll., 2013), et à des anomalies de la grossesse comme le faible poids à la naissance (Stieb et coll., 2016; Lavigne et coll., 2019), par exemple.

5.3.2 Ozone

L'ozone est un gaz qui n'est pas directement émis par les sources de pollution atmosphérique. Il se forme plutôt dans l'atmosphère à partir de réactions entre des composés précurseurs et le rayonnement solaire. Santé Canada (2013) et l'EPA américaine (2020a) ont soupesé la preuve des effets sanitaires d'une exposition à court et à long terme à l'ozone. Leurs conclusions sont résumées ici. L'exposition à court terme à cette substance augmente le risque de mortalité non accidentelle et cardiopulmonaire. Les données des études consacrées à l'exposition à court terme à l'ozone chez les humains démontrent aussi une diminution de la fonction pulmonaire, une accentuation des symptômes respiratoires (toux, essoufflement, etc.) et une hyperréactivité des voies aériennes. Les études épidémiologiques montrent une exacerbation de l'asthme et de la MPOC, une montée des infections respiratoires et une hausse des hospitalisations et des visites à la salle d'urgence pour des troubles respiratoires comme l'asthme. Il apparaît également que l'exposition à court terme à l'ozone provoque des effets sur le métabolisme et peut également nuire au système cardiovasculaire. Quant à l'exposition à long terme à l'ozone, elle a été rattachée à un déficit de croissance de la fonction pulmonaire chez les enfants (Gauderman et coll., 2000), à l'apparition de l'asthme dans des sous-groupes qui passent plus de temps à l'extérieur (enfants, travailleurs de plein air, etc.) et à l'accentuation des symptômes respiratoires chez les enfants asthmatiques. Certaines données démontrent qu'une exposition à long terme peut contribuer à la mortalité précoce, plus particulièrement d'origine respiratoire (Turner et coll., 2016).

5.3.3 Populations à risque plus élevé

Les données indiquent que diverses sous-populations ont un risque accru des effets sur la santé d'une piètre qualité de l'air (Santé Canada, 2013; EPA, 2019; EPA, 2020a). Un risque accru d'effets sanitaires associés aux matières particulaires a été constaté chez les adultes plus âgés et les jeunes enfants, ainsi que chez les personnes atteintes déjà d'affections cardiovasculaires ou pulmonaires ou porteuses de facteurs génétiques qui les exposent davantage aux effets des matières particulaires. De même, certaines personnes sont plus sensibles à l'exposition à l'ozone à cause de problèmes de santé sous-jacents, de l'âge, de leurs activités ou de leur patrimoine génétique. Plus précisément, cette exposition augmente les risques pour la santé chez les enfants, les adultes plus âgés, les sous-groupes qui passent plus de temps à l'extérieur, les asthmatiques ou les personnes atteintes de MPOC et les personnes chez qui on a détecté un polymorphisme génétique associé à la réaction au stress oxydatif et à l'inflammation. On estime dans l'ensemble qu'environ le tiers de la population canadienne présente au moins un facteur de risque la rendant plus vulnérable à la pollution atmosphérique (Stieb et coll., 2019).

Les populations vivant dans des régions où les niveaux de pollution atmosphérique sont plus élevés ont un risque accru des effets nocifs sur la santé. Les études des populations des grands centres urbains du Canada laissent voir que la privation matérielle et sociale est liée à une plus grande exposition à la pollution atmosphérique (Pinault et coll., 2016a, 2017). Il faut aussi dire que les enfants vivant dans des quartiers à faible revenu, les populations racialisées et les immigrants sont exposés à des niveaux plus élevés de pollution atmosphérique que les enfants des quartiers mieux nantis, les populations blanches et les non-immigrants respectivement (Pinault et coll., 2016b; Pinault et coll., 2017).

Les peuples autochtones² au Canada pourraient d'ailleurs s'exposer davantage aux effets nuisibles à la santé d'une piètre qualité de l'air extérieur. Dans l'ensemble, on a signalé que le fardeau des maladies respiratoires chroniques, dont l'asthme et la MPOC, est disproportionnée chez les membres des Premières Nations (Carrière et coll., 2017) et les Métis (Gershon et coll., 2014). De plus, des taux plus élevés d'infection des voies respiratoires inférieures ont été déclarés chez les enfants inuits et des Premières Nations (Kovesi, 2012; McCuskee et coll., 2014). Cela pourrait se traduire par une augmentation des risques pour la santé liés à la pollution atmosphérique. De plus, le risque d'exposition à de l'air de mauvaise qualité peut être élevé pour les peuples autochtones à cause de facteurs multiples comme les logements surpeuplés, la ventilation insuffisante, l'exposition à la fumée des poêles à bois et la proximité de nombreuses collectivités autochtones avec les forêts, et par conséquent, une augmentation des risques associés à la fumée des feux de forêt (Reading et Halseth, 2013; CCNSA, 2017). Les iniquités sociales et sanitaires dont sont victimes les populations autochtones peuvent élever les risques pour la santé liés à la mauvaise qualité de l'air extérieur et intérieur. Bon nombre de ces iniquités sont sous-tendues par le racisme systémique et la colonisation (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada et le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé).

5.4 Interactions entre les changements climatiques et la pollution de l'air extérieur

Nombreuses sont les activités humaines qui émettent non seulement du dioxyde de carbone (CO_2), qui est principalement à l'origine des changements climatiques, mais aussi des composés qui concourent à la pollution de l'air extérieur. La combustion de combustibles fossiles dégage, quant à elle, non seulement des polluants climatiques comme le CO_2 et le méthane, mais aussi des polluants atmosphériques comme les $\text{PM}_{2,5}$, les oxydes d'azote (le NO_x , notamment le NO_2), le dioxyde de soufre (SO_2), le monoxyde de carbone (CO) et les composés organiques volatils (COV). Les réactions entre ces polluants atmosphériques peuvent former des $\text{PM}_{2,5}$ supplémentaires et de l'ozone troposphérique. Certains de ces polluants atmosphériques peuvent modifier le bilan radiatif de la Terre et nuire au climat. Ils sont connus sous le nom des polluants climatiques de courte durée de vie (PCDV), car ces composés séjournent bien moins longtemps dans l'atmosphère que le CO_2 . Cette section fait le point sur les liens entre les différents PCDV, les changements climatiques et la qualité de l'air, en mettant l'accent sur les matières particulaires, le méthane et l'ozone. La figure 5.1 brosse un tableau sommaire de ces liens.

Les impacts des PCDV sur le climat est quantifiée grâce à des estimations de leur effet de « forçage radiatif », lequel se définit comme la « variation nette du bilan énergétique du système terrestre par suite d'une certaine perturbation imposée » [traduction] (Myhre et coll., 2013, p. 664). Un PCDV qui crée un forçage radiatif positif

2 Le terme « autochtone » est utilisé dans le présent chapitre pour désigner collectivement les premiers habitants du Canada et leurs descendants, y compris les Premières Nations, les Inuits et les Métis selon la définition de l'article 35 de la *Loi constitutionnelle de 1982*. Dans la mesure du possible, une distinction très nette est établie entre ces trois groupes distincts et reconnus par la Constitution.

a pour effet d'élever quelque peu la température près de la surface. En revanche, un forçage radiatif négatif produira un effet net de refroidissement. Toutefois, l'efficacité avec laquelle les PDCV changent la température près de la surface varie selon le forçage radiatif. De nombreux agents de forçage peuvent causer des modifications rapides à divers constituants du système climatique – effets des aérosols sur les nuages, par exemple – et les estimations de ce forçage que nous analyserons comportent normalement de telles modifications, sauf indication contraire.

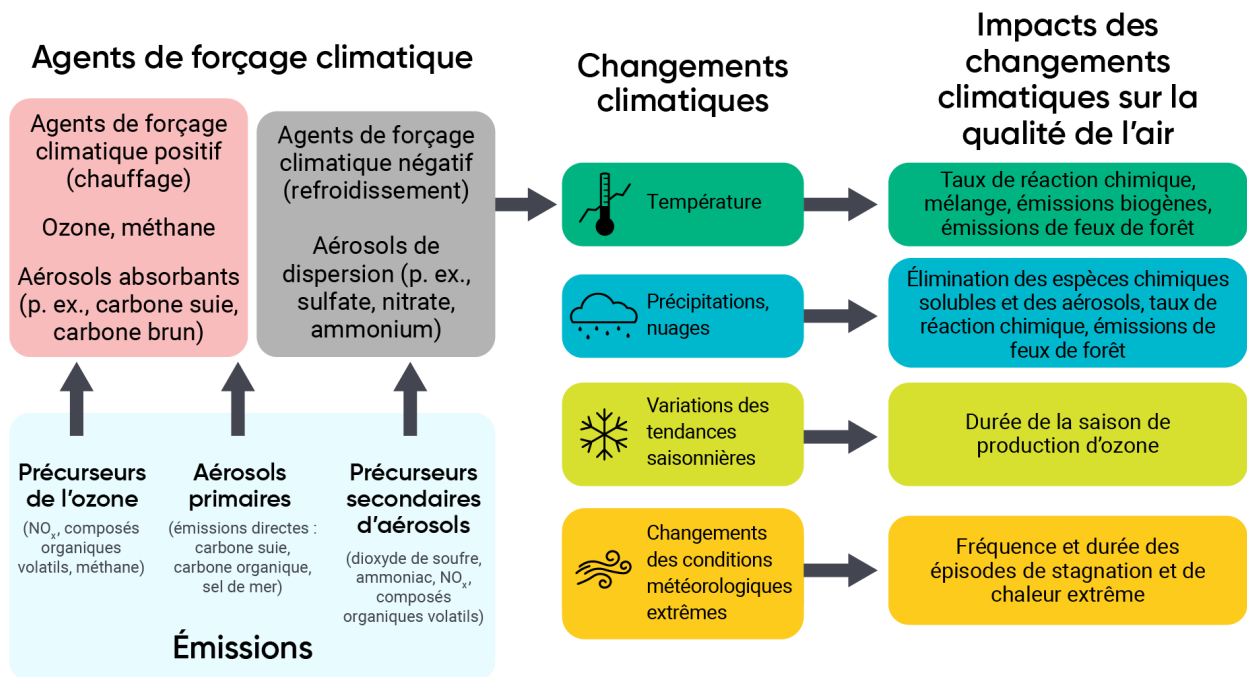


Figure 5.1 Liens entre la qualité de l'air et les changements climatiques. Les cases des PDCV indiquent un forçage radiatif positif net (rouge; réchauffement) ou un forçage radiatif négatif net (grise; refroidissement).
Source : d'après Ravishankara et coll., 2012.

5.4.1 Effets des matières particulaires sur le climat

Les matières particulaires peuvent influencer sur le climat par interaction directe avec le rayonnement, surtout par voie de dispersion ou d'absorption du rayonnement solaire incident. Les sulfates, les nitrates, l'ammonium et les matières organiques particulaires en aérosol secondaires ont principalement pour effet de disperser le rayonnement solaire incident, dont une partie est réfléchi et renvoyé dans l'espace; par conséquent, ces types de matières particulaires ont un net effet de refroidissement sur le climat (Boucher et coll., 2013). En revanche, les types de matières particulaires qui absorbent le rayonnement solaire incident comme le carbone suie et certaines catégories de matières organiques particulaires appelées carbone brun, ont un net effet de réchauffement (Bond et coll., 2013). La présence de nuages influe sur ces effets (Chand et coll., 2009), tout comme la nature de la surface de la Terre lorsque le ciel est clair. Les matières particulaires sur

des surfaces très réfléchissantes comme la neige ont un effet net de réchauffement plus marqué que sur des surfaces moins réfléchissantes, parce qu'une partie relativement supérieure du rayonnement solaire incident aurait été renvoyée dans l'espace sans ces matières particulaires (Haywood et Shine, 1995). De plus, le mélange de composés dans chacune des particules d'aérosol peut influencer sur les effets radiatifs directs des matières particulaires. Ainsi, l'absorption du rayonnement solaire par le carbone suie est augmentée lorsque les matières particulaires sont revêtues de composés plus faiblement absorbants, comme les sulfates (Jacobson, 2001; Liu et coll., 2017).

Les matières particulaires ont par ailleurs un effet sur le climat en agissant sur les nuages qu'elles « ensemencent », d'où la possibilité pour l'eau d'entrer en condensation liquide ou solide, agissant comme noyau de condensation des nuages et noyau glaçogène, respectivement. Outre la masse des particules dans l'atmosphère, leur nombre a une influence sur la formation des nuages, leur plus grande concentration numérique dans l'atmosphère (nombre total de particules par unité de volume d'air) ayant pour effet de former des nuages à l'état liquide où se multiplient les gouttelettes plus fines, ce qui rend les masses nuageuses plus réfléchissantes avec un effet de refroidissement sur le climat (Boucher et coll., 2013). Précisons cependant que les interactions des matières particulaires et des nuages sont régies par un grand nombre de boucles de rétroaction ayant pour effet de modifier l'ordre de grandeur et l'orientation des effets radiatifs de ces interactions à l'échelle locale, notamment par des variations de régime de production de précipitations pouvant changer le cycle de vie ou l'étendue des nuages dans l'espace, ainsi que par des changements comportant l'apparition de particules de glace au sein des formations nuageuses (Fan et coll., 2016). C'est pourquoi des incertitudes subsistent au sujet des effets des matières particulaires sur les nuages et le climat (Seinfeld et coll., 2016).

Le cinquième rapport d'évaluation³ du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a évalué le forçage radiatif net des matières particulaires d'origine anthropique dans le monde en tenant compte tant des effets radiatifs directs que des interactions aérosols-nuages; il a dégagé une valeur de $-0,90$ (intervalle de confiance [IC] de 5 % à 95 %, soit de $-1,9$ à $-0,1$) W/m^2 (ce qui représente un effet net de refroidissement). Cela vient probablement compenser une importante fraction estimée à $+2,83$ (IC de 5 % à 95 %, soit de $+2,54$ à $+3,12$) W/m^2 du forçage radiatif par variation de concentration des GES bien mélangés⁴ (CO_2 , méthane, oxyde nitreux et halocarbures) entre 1750 et 2011. Il reste que le forçage net par les matières particulaires se combine à un important forçage positif (réchauffement) par le carbone suie de la consommation de combustibles fossiles et de biocarburants et au forçage négatif (refroidissement) par les sulfates, les nitrates et les aérosols organiques primaires et secondaires. Le forçage net par les matières particulaires, dont il est mentionné plus haut, ne comprend pas le surcroît de forçage positif par le carbone suie qui se dépose sur la neige et qui est estimé à $+0,04$ W/m^2 . Celui-ci a un impact de deux à quatre fois plus marqué sur les températures de surface que le CO_2 par unité de forçage radiatif (Myhre et coll., 2013; Skiles et coll., 2018).

En raison de la brève durée de vie dans l'atmosphère (une semaine environ) et de la haute variabilité de la répartition spatiale des matières particulaires, les effets radiatifs peuvent être bien plus importants à l'échelle

3 Les incertitudes des estimations citées du forçage radiatif relèvent un intervalle de confiance variant de 5 % à 95 % selon le cinquième rapport d'évaluation du GIEC.

4 Les GES bien mélangés sont ceux qui séjournent longtemps dans l'atmosphère, ce qui leur confère une concentration relativement homogène dans la troposphère.

régionale que ce que font voir les estimations moyennes à l'échelle planétaire présentées ci-dessus. La composition chimique des matières particulaires influe sur la trajectoire et le sort du rayonnement solaire incident dans sa traversée de l'atmosphère. Les matières particulaires de forte dispersion ainsi que celles de forte absorption du rayonnement incident réduisent ensemble la quantité de rayonnement solaire qui atteint la surface de la Terre. Cependant, seules les matières particulaires de forte absorption réchaufferont la couche atmosphérique là où elles apparaissent. De tels effets peuvent avoir des impacts marqués sur les températures de surface et les chutes de pluie en diminuant la quantité d'énergie absorbée à la surface et, dans le cas des particules d'absorption, en chauffant l'atmosphère en hauteur (Ramanathan et coll., 2005; Liu et coll., 2012). Les études de modélisation montrent que, par réaction des régimes éoliens et météorologiques planétaires, les effets des PCDV sur le climat ne se limitent pas aux régions où ont lieu les émissions et peuvent même se révéler supérieurs dans des régions fort éloignées des sources des émissions (Shindell et coll., 2015; Kasoar et coll., 2016).

5.4.2 Effets du méthane et de l'ozone sur le climat

D'une durée de vie dans l'atmosphère d'environ 9,1 ans (Prather et coll., 2012), le méthane est un gaz relativement bien mélangé dans toute l'atmosphère. Il émane d'une grande diversité de sources (zones humides naturelles, zones géologiques de suintement, riziculture, ruminants, extraction et consommation de combustibles fossiles, etc.) avec des apports approximativement égaux des sources naturelles et anthropiques à l'échelle planétaire (Saunio et coll., 2016). Le méthane agit directement comme GES avec un forçage radiatif estimé à +0,48 (IC de 5 % à 95 %, soit de +0,43 à +0,53) W/m² par suite d'une hausse d'environ 150 % des concentrations de 1750 à 2011 (Myhre et coll., 2013). De plus, le méthane réagit chimiquement dans l'atmosphère, participant à la production photochimique d'ozone. Quant à l'ozone, il n'est pas seulement un polluant atmosphérique, mais agit aussi comme GES (Forster et Shine, 1997). Ainsi, le méthane aura un effet supplémentaire de forçage climatique par les mutations en ozone.

L'ozone est issu par voie photochimique de composés précurseurs dans la basse atmosphère, notamment du méthane, des autres COV et des NO_x. C'est un gaz hautement réactif, et il n'existe que peu de mesures fiables antérieures aux années 1950 à son sujet (Cooper et coll., 2014). Par conséquent, les estimations des variations de l'ozone troposphérique et des effets de cet ozone sur le climat sont fondées sur des modèles numériques plus incertains encore que pour les GES persistants (CO₂, par exemple). Les estimations en question montrent que l'accroissement de l'ozone depuis l'époque préindustrielle à cause des émissions de précurseurs (méthane, CO, COV non méthaniques et NO_x) a donné lieu à un forçage radiatif estimé à +0,50 (IC de 5 % à 95 %, soit de +0,30 à 0,70) W/m², dont +0,24 (IC de 5 % à 95 %, soit de +0,11 à +0,37) W/m² est rattaché à l'ozone d'origine méthanique (Myhre et coll., 2013).

5.4.3 Effets des changements climatiques sur la qualité de l'air

Les changements climatiques peuvent avoir d'importants effets sur la qualité de l'air. Les études montrent une forte corrélation entre la température et l'ozone troposphérique (Camalier et coll., 2007). Ce rapport tient à divers facteurs : effets directs de température sur les réactions chimiques génératrices d'ozone;

accroissement des émissions biogènes de précurseurs de l'ozone (COV émanant de la végétation, par exemple) avec la température; corrélation entre des températures plus élevées et des conditions météorologiques propices à la production d'ozone (Steiner et coll., 2006; Schnell et Prather, 2017). Si on s'attend à ce que l'ozone troposphérique augmente en certaines saisons au-dessus des régions industrielles avec l'élévation de la température, on s'attend aussi à ce que, à eux seuls, les changements climatiques viennent diminuer la concentration de fond de l'ozone à l'échelle planétaire⁵, parce que l'augmentation de la vapeur d'eau diminue les concentrations d'ozone par une plus grande destruction photochimique de cette substance dans les régions éloignées (Wu et coll., 2008a; Stevenson et coll., 2013).

Les impacts directs de l'élévation de la température sur les matières particulaires varient selon les saisons. Des températures plus clémentes l'hiver font qu'une plus grande fraction de certains constituants des matières particulaires demeure en phase gazeuse, ce qui diminuera les concentrations de ces matières particulaires. Par ailleurs, un temps estival plus doux aura pour effet d'augmenter la production de sulfates et les concentrations de matières particulaires (Dawson et coll., 2007). Les observations partout aux États-Unis font voir que d'autres facteurs liés à la température contribuent en plus aux concentrations de matières particulaires (Tai et coll., 2010). En outre, des émissions accrues de COV de sources biogènes comme les arbres avec l'élévation de la température influent fortement sur la formation des constituants organiques des matières particulaires (Day et Pandis, 2011).

Les changements climatiques comportent bien d'autres changements complexes que l'élévation des températures. En réchauffant plus rapidement l'Arctique, les changements climatiques pourraient rendre plus persistantes les conditions chaudes et sèches liées à des systèmes de haute pression qui se déplacent lentement (Coumou et coll., 2018). Les épisodes estivaux de dégradation de la qualité de l'air sur le sud-est du Canada et le nord-est des États-Unis ont fréquemment à voir avec ces importants systèmes de haute pression à déplacement lent et ne prennent fin qu'avec le passage de cyclones des latitudes moyennes et de leurs fronts froids. Des cyclones estivaux des latitudes moyennes ont été observés moins fréquemment ces derniers temps, ce qui mène à un effet négatif sur la qualité de l'air (Leibensperger et coll., 2008). Dans plusieurs études, on a établi des projections de fréquence plus faible des passages des cyclones des latitudes moyennes dans de futurs scénarios de changements climatiques (Mickley et coll., 2004; Wu et coll., 2008b). Toutefois, l'ordre de grandeur de ces effets particuliers sur les variations futures de la pollution atmosphérique est incertain. Tai et coll. (2012) ont constaté que les variations de fréquence du passage de cyclones des latitudes moyennes n'influaient que peu sur les matières particulaires. De leur côté, Horton et coll. (2014) se sont reportés à une analyse de 15 différents modèles climatiques pour relever des hausses relativement modestes des épisodes de stagnation, ce qui pourrait augmenter les concentrations de polluants de 2080 à 2099 le long du littoral ouest de l'Amérique du Nord, dans le nord-est des États-Unis et dans le sud-est du Canada.

5 La « concentration de fond » de l'ozone est la concentration d'ozone dans les régions éloignées, loin des sources anthropiques d'émissions abondantes. La concentration de fond varie en fonction de la latitude, de l'altitude et de la saison et demeure largement influencée par les sources anthropiques.

5.4.4 Prévisions liées à la qualité de l'air dans un climat en évolution

Un grand nombre d'études ont fait appel à des modèles de qualité de l'air à l'échelle régionale, joints à des projections du climat, en vue d'estimer les variations futures de l'ozone troposphérique et des matières particulaires en Amérique du Nord. Il convient de noter que les projections de la qualité future de l'air dépendent des projections par modélisation des changements du climat physique et que ceux-ci sont plus incertains aux échelles régionales (sur le plan sous-continentale et à moindre échelle encore) pour diverses raisons (Deser et coll., 2012; Mearns et coll., 2013; Giorgi et Gutowski, 2015). Les variations des émissions de polluants atmosphériques et de leurs précurseurs influenceront sur la qualité future de l'air. Maintes études estiment les effets des changements climatiques seulement par des projections dans l'avenir reposant sur des émissions constantes et actualisées de polluants atmosphériques. L'impact des changements climatiques à eux seuls sur la qualité de l'air, ce qui est l'objet de la présente section, est souvent ce qu'on appelle la « pénalité climatique » (Wu et coll., 2008b).

Si les différences d'hypothèses et de scénarios de modélisation rendent difficile toute comparaison détaillée, un certain nombre de conclusions générales s'imposent. Les études disponibles révèlent en général que, par rapport aux conditions actuelles, les changements climatiques feront que, sur de grandes parties de l'Amérique du Nord, la concentration moyenne diurne de l'ozone augmentera légèrement en volume (de 2 à 3 parties par milliard) pendant l'été (de juin à août) d'ici le milieu du siècle (Hogrefe et coll., 2004; Nolte et coll., 2008; Lam et coll., 2011; Kelly et coll., 2012). Différentes études par modélisation ont également relevé des hausses isolées d'environ 5 parties par milliard en volume. Les plus fortes augmentations étaient projetées au-dessus des régions industrialisées comme le nord-est des États-Unis et les régions adjacentes du sud-est du Canada. Ces études ont également relevé des signes d'impacts plus vastes des changements climatiques les jours où les concentrations d'ozone sont les plus fortes (Hogrefe et coll., 2004; Nolte et coll., 2008), ainsi que des indications selon lesquelles les changements climatiques pourraient allonger la saison de production d'ozone (Nolte et coll., 2008; Trail et coll., 2014).

Les estimations de l'impact des changements climatiques en soi sur les matières particulaires sont plus incertaines et les études se font aussi moins nombreuses; il faut préciser que les processus physicochimiques qui influent sur les matières particulaires sont plus complexes et plus sensibles aux mouvements des variables du climat physique que les modèles climatiques représentent mal, la fréquence des précipitations, par exemple. Tagaris et coll. (2007) ont prévu une diminution de 10 % à 20 % ($1 \text{ à } 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) des $\text{PM}_{2,5}$ sur le centre et le sud-est des États-Unis vers 2050 à cause de précipitations accrues, bien que la simulation ait porté sur trois étés uniquement. Par ailleurs, Kelly et coll. (2012) ont simulé les conditions de 10 étés à l'horizon 2050 pour constater que les effets des changements climatiques à eux seuls entraîneraient une augmentation estivale des concentrations de $\text{PM}_{2,5}$ de $0,5 \text{ à } 1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la majeure partie de l'est des États-Unis jusque dans le sud-ouest de l'Ontario. Ils projetaient des hausses de $0,3 \text{ à } 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la région plus étendue du sud de l'Ontario et du sud du Québec. Si les $\text{PM}_{2,5}$ s'accroissaient, c'était par l'effet net d'une augmentation des sulfates et des aérosols organiques secondaires et d'une diminution des nitrates. Ces variations peuvent être mises en comparaison avec les projections par Trail et coll. (2014) d'une diminution estivale des $\text{PM}_{2,5}$ de $1 \text{ à } 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans les périodes entourant 2050 sur la majeure partie du centre des États-Unis vers les Grands Lacs, phénomène attribuable à une plus grande dispersion des polluants dans l'atmosphère en raison des variations prévues de la vitesse des vents et des précipitations. Ces résultats montrent bien le degré d'incertitude de notre compréhension actuelle de certains aspects des changements

du climat physique et des projections liées de la qualité de l'air, comme le montrent les modèles existants. Les études disponibles font voir de très légères variations des moyennes annuelles régionales des $PM_{2,5}$ (Tagaris et coll., 2007; Lam et coll., 2011; Trail et coll., 2014).

Deux importantes mises en garde s'imposent au sujet de l'analyse qui précède. D'abord, les émissions de précurseurs de l'ozone et des matières particulaires ont été considérablement réduites au cours des dernières années aux États-Unis et au Canada grâce aux mesures de réduction des émissions adoptées en vue d'atténuer les impacts de la pollution atmosphérique sur l'environnement et la santé humaine (Amann et coll., 2013; Stieb et coll., 2015; Fann et coll., 2017; Jiang et coll., 2018; Zhang et coll., 2018). Selon les projections, les émissions de polluants atmosphériques devraient diminuer davantage dans les prochaines décennies en raison de la réglementation de la qualité de l'air, et les projections disponibles montrent que d'importants gains nets de qualité de l'air peuvent être réalisés compte tenu à la fois des baisses prévues des émissions de polluants atmosphériques et de l'impact négatif des changements climatiques (Tagaris et coll., 2007; Nolte et coll., 2008; Lam et coll., 2011; Kelly et coll., 2012; Pfister et coll., 2014; Trail et coll., 2014; Yahya et coll., 2017). Cependant, des réductions supplémentaires des émissions de polluants atmosphériques seraient nécessaires pour compenser l'effet de pénalité climatique. Il faut mentionner ensuite que les variations des concentrations planétaires de méthane influenceront sur les futures concentrations d'ozone en Amérique du Nord (Yahya et coll., 2017). L'augmentation des concentrations de méthane détermine une hausse des concentrations de fond de l'ozone à l'échelle planétaire (Stevenson et coll., 2013), ce qui influe sur les concentrations d'ozone en Amérique du Nord, puisque les épisodes de forte concentration d'ozone à l'échelle régionale ajoutent aux concentrations de fond à l'échelle mondiale.

Un autre impact des changements climatiques sur la qualité de l'air est l'augmentation prévue en durée et en gravité de la saison des feux de forêt (Flannigan et coll., 2013). L'estimation des effets des changements climatiques sur les émissions découlant des feux de forêt sous forme d'aérosols de carbone suie et de carbone organique fait voir des hausses de 80 % à 150 % d'ici 2050 (par rapport à la période de 1997 à 2001) sur l'ouest des États-Unis (Yue et coll., 2013) avec un accroissement de 20 % à 60 % des concentrations estivales moyennes de $PM_{2,5}$ (Val Martin et coll., 2015). Ces projections reposent sur des hausses de la superficie annuelle moyenne brûlée qui varient de 25 % à près de 170 % et qui se comparent aux estimations de hausse des superficies brûlées d'ici le milieu du siècle au Canada (Boulanger et coll., 2014). À noter que l'étude de Val Martin et coll. (2015) n'a trouvé aucune montée du phénomène des feux de forêt dans l'est des États-Unis; ces chercheurs estimaient en effet que tout effet des changements climatiques serait négligeable, alors que, selon les projections, les feux de forêt au Canada augmenteraient d'un océan à l'autre (Boulanger et coll., 2014; Wang et coll., 2017). Pour obtenir de plus amples renseignements au sujet de l'impact des changements climatiques sur les feux de forêt au Canada et des impacts de ces derniers sur la santé, voir la section 5.6 Changements climatiques et pollution atmosphérique par les feux de forêt.

5.4.5 Politiques de qualité de l'air et atténuation des changements climatiques

À cause du séjour relativement bref des polluants aériens dans l'atmosphère, la diminution de leurs émissions influe rapidement sur leurs concentrations atmosphériques et le forçage radiatif lié de ces composés. On

reconnaît, par conséquent, que les mesures de réduction de certains polluants atmosphériques dans la catégorie des PCDV, comme le carbone suie, sont un moyen de lutter contre le réchauffement climatique à court terme (CCAP, 2020). Cela donnerait plus de temps pour que les mesures internationales d'atténuation des émissions de CO₂ aient un impact avant que les seuils critiques de température ne soient dépassés, tout en allégeant le fardeau que lève la pollution atmosphérique sur la santé et l'environnement (GIEC, 2018). Shindell et coll. (2012) prévoient une diminution de 0,5 °C du réchauffement planétaire moyen d'ici 2050 par rapport à l'ère préindustrielle, en raison d'un ensemble de mesures de contrôle des émissions de méthane et de carbone suie avec d'autres avantages importants estimés pour la santé humaine et les rendements agricoles. Stohl et coll. (2015) ont dégagé un gain plus modeste en refroidissement de 0,22 °C d'ici 2050 grâce à des mesures de contrôle des émissions destinées à maximiser l'avantage climatique avec principalement pour cible le méthane et le carbone suie. Les auteurs ont en outre estimé que l'élimination totale des sources terrestres anthropiques de SO₂ empêcherait un réchauffement de près de 0,7 °C, ce qui illustre le grand effet de refroidissement des matières particulaires de sulfate en provenance des émissions de précurseurs du SO₂.

Ces résultats démontrent le besoin d'évaluer les politiques des changements climatiques et de la qualité de l'air de manière intégrée. Cibler les PCDV à effet net de réchauffement sur le climat, à savoir le méthane et le carbone suie, serait en même temps avantageux pour le climat et la qualité de l'air. En revanche, certaines mesures destinées à améliorer la qualité de l'air pourraient présenter des conséquences négatives imprévues sur les changements climatiques (Stohl et coll., 2015; Partanen et coll., 2018). Toutefois, l'application stratégique de mesures de réduction des émissions de polluants atmosphériques peut avoir des avantages accessoires de taille pour l'évolution du climat; des stratégies d'atténuation des GES bien conçues, comme celles qui visent à diminuer la consommation de combustibles fossiles, peuvent aussi nettement contribuer à la qualité de l'air et, de là, à la santé de la population (Vandyck et coll., 2018). Les avantages accessoires sur la santé associés à la réduction des GES sont examinés à la section 5.5 Impacts sur la santé de la pollution atmosphérique liés aux changements climatiques et avantages accessoires pour la santé de l'atténuation des gaz à effet de serre et également mis en évidence au chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé du présent rapport.

5.4.6 Principales incertitudes

Un des plus grands risques des changements climatiques pour la qualité dans l'ensemble du Canada est l'augmentation prévue des émissions découlant des feux de forêt. Une meilleure compréhension des effets des changements climatiques sur les feux de forêt nécessite de développer davantage la capacité à simuler les interactions du climat et des risques de feu en tenant compte d'influences anthropiques comme la gestion des feux par la suppression dans les modèles du cycle du carbone terrestre, par exemple. Un autre élément important d'incertitude des projections des effets des changements climatiques sur la qualité de l'air est l'impact des variations futures des émissions biogènes. Comme il a été indiqué, l'augmentation de ces émissions en raison de l'élévation des températures constitue un important mécanisme par lequel les changements climatiques nuisent à la qualité de l'air. Cependant, les effets probables des facteurs de stress accrus du CO₂ et de l'eau ne sont pas bien compris, pas plus que les changements de répartition des types de végétation sur ces mêmes émissions biogènes (Fiore et coll., 2015). Enfin, maintes études d'estimation

de l'impact des changements climatiques sur la qualité de l'air sont fondées sur quelques années seulement de simulation en raison du coût de calcul des modèles. Vu les courtes périodes en question, il est difficile de retrancher l'incidence de la variabilité aléatoire d'année en année des effets des changements climatiques (Barnes et coll., 2016) ou de soumettre à une analyse robuste les impacts des changements climatiques sur les événements climatiques plus extrêmes, mais moins fréquents.

5.5 Impacts sur la santé de la pollution atmosphérique liés aux changements climatiques et avantages accessoires pour la santé de l'atténuation des gaz à effet de serre

L'exposition aux polluants atmosphériques peut avoir divers effets nocifs sur la santé; même de légères hausses de l'exposition sont liées à une augmentation du risque (voir la section 5.3 Effets sur la santé de la pollution de l'air extérieur). On s'attend à ce que les changements climatiques détériorent la qualité de l'air dans le monde et au Canada en raison de la pénalité climatique (voir la section 5.4 Interactions entre les changements climatiques et la pollution de l'air extérieur). Des études se sont proposé d'estimer les effets de la pénalité climatique sur deux grands polluants atmosphériques qui ont des impacts marqués sur la santé, l'ozone et les $PM_{2,5}$, dans de futurs scénarios de changements climatiques possibles (Ebi et McGregor, 2008; Gao et coll., 2013; Turnock et coll., 2019). À l'inverse, nombre de stratégies qui visent à réduire les émissions de PCDV et de GES de longue durée – par une baisse de la consommation de combustibles fossiles, par exemple – devraient selon les prévisions diminuer les émissions de polluants atmosphériques et améliorer la qualité de l'air. Les bienfaits qui s'y rattachent sur la santé de la population est ce qu'on appelle les « avantages accessoires pour la santé en matière de pollution atmosphérique », parce qu'ils ne sont pas le motif premier à l'origine de l'élaboration de ces politiques. Ainsi, les efforts entrepris pour atténuer les changements climatiques au Canada pourraient être source d'importants avantages accessoires pour la santé en matière de pollution atmosphérique. De nombreuses initiatives visant à réduire les changements climatiques sont amorcées à l'échelle mondiale (p. ex., l'Accord de Paris [CCNUCC, 2015]), nationale (p. ex., *Un environnement sain et une économie saine* [ECCC, 2020]), provinciale (p. ex., *Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques* [ministère de l'Environnement et Lutte contre les changements climatiques, 2012]) et municipale (p. ex., *Climate 2050 Strategic Framework* [région métropolitaine de Vancouver, 2018]).

Les scientifiques peuvent quantifier les impacts sur la santé de la population (décès prématurés, épisodes d'asthme, etc.) qui sont attribuables à une hausse ou une baisse quelconque de la pollution atmosphérique. Les économistes estiment la valeur sociale de ces impacts sur la santé en tenant compte entre autres de l'alourdissement des frais médicaux, de la diminution de la productivité au travail et des effets d'un risque accru de mortalité. Les méthodes employées permettent d'estimer les impacts sur la santé et la valeur

monétaire qui en découle tant pour les coûts d'une plus grande pollution atmosphérique dans un climat en réchauffement que pour les avantages accessoires pour la santé en matière de pollution atmosphérique par l'atténuation des polluants climatiques. Il convient de noter que les impacts modélisés sur la santé de la pollution atmosphérique ou les avantages des différents scénarios sont probablement sous-estimés, car ce ne sont pas tous les effets nocifs sur la santé de l'exposition à la pollution atmosphérique qui peuvent être quantifiés et évalués de cette manière.

Cette section du chapitre passe en revue les études publiées qui, en matière de pollution atmosphérique, ont évalué les impacts sur la santé de la pénalité climatique et les éventuels avantages accessoires pour la santé en matière de pollution atmosphérique de l'atténuation des changements climatiques avec la valeur économique de ces résultats. Il présente en outre des renseignements au sujet des impacts sur la santé de la pénalité climatique et des éventuels avantages accessoires pour la santé de l'atténuation des GES au Canada et, entre autres, ceux associés à l'élimination de la production d'électricité à partir du charbon au pays.

5.5.1 Impacts sur la santé de la pollution atmosphérique liés aux changements climatiques

Les chercheurs ont étudié comment un climat en évolution pourrait influencer les futurs impacts de la pollution atmosphérique sur la santé de la population. Ils ont procédé à l'évaluation de ces impacts sur la santé sur les plans tant régional que mondial selon divers scénarios de projections du climat, y compris les profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP)⁶ et le Rapport spécial sur les scénarios d'émissions (SRES)⁷ du GIEC, et pour plusieurs périodes futures. La plupart des études ont examiné l'influence des changements climatiques sur l'ozone, et certaines se sont aussi intéressées aux PM_{2,5}. Les résultats ont été pris en considération sur le double plan de la mortalité précoce et de la morbidité. Dans les études ici recensées, les auteurs ont estimé, en matière de pollution atmosphérique, les impacts supplémentaires sur la santé des changements climatiques (impact du réchauffement climatique sur les concentrations de polluants atmosphériques) en maintenant la constance des autres facteurs.

Des études plus récentes se sont reportées aux RCP décrits dans le cinquième rapport d'évaluation du GIEC (2014) et d'autres publications (van Vuuren et coll., 2011; van Vuuren et Carter, 2014) pour établir par modélisation des projections sur les futurs changements climatiques. Les RCP, à savoir les RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 et RCP 8.5 (qui traitent de divers niveaux de forçage radiatif en watts au mètre carré), présentent des scénarios de politique climatique mondiale de la plus rigoureuse (RCP 2.6) à la moins rigoureuse (RCP 8.5) pour ce qui est des trajectoires des concentrations et des réductions de GES. Ils comportent aussi des politiques envisagées pour limiter la pollution atmosphérique. Les scénarios RCP plus rigoureux sont aussi rattachés à de moindres émissions de polluants atmosphériques dans le monde et au Canada, étant donné

6 Les profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP) sont quatre différentes conséquences vraisemblables de scénarios de politiques climatiques futurs (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 et RCP 8.5) avec des trajectoires d'émissions et de concentrations de GES et d'autres polluants atmosphériques et des voies d'aménagement du territoire (GIEC, 2014).

7 Le SRES décrit des scénarios de projection des émissions en quatre scénarios : A1 (sous-groupe A1B), A2, B1 et B2, décrivant des futurs vraisemblables en fonction d'hypothèses sur différentes forces motrices comme le développement social et économique, l'innovation technologique et les changements environnementaux (Nakicenovic et coll., 2000).

que de nombreux changements d'activités sectorielles visant à réduire les émissions de GES (par exemple, la transition vers des sources d'énergie plus propres) amèneraient une diminution des émissions de polluants atmosphériques. Les quatre scénarios RCP prévoient une élévation moyenne des températures dans le monde de 2081 à 2100 (par rapport à la période de 1986 à 2005) pour des valeurs respectives de 1,0 °C, 1,8 °C, 2,2 °C et 3,7 °C. Les RCP offrent un examen plus approfondi des impacts des stratégies possibles d'atténuation des émissions de GES. Ils constituent un prolongement et un développement des projections du SRES des émissions de GES qui étaient employées dans les rapports d'évaluation antérieurs du GIEC (GIEC, 2014).

Il n'y a pas d'analyses qu'ait récemment publiées le Canada à l'aide des scénarios RCP, mais des résultats ont été diffusés dans le cadre des analyses faites aux États-Unis et dans le monde. Dans une analyse nationale, Fann et coll. (2015) ont estimé que les concentrations maximales d'ozone sur une période quotidienne moyenne de 8 heures pendant l'été augmenteraient approximativement de 1 à 5 parties par milliard dans certaines régions des États-Unis dans un proche avenir (2030) à cause des changements climatiques, selon les scénarios RCP 6.0 et RCP 8.5. Cette analyse a mis en comparaison les impacts en fonction du climat de 2030 sur la qualité de l'air selon les projections des RCP et les impacts correspondants en l'an 2000. Le tableau 5.1 présente les effets de l'ozone sur la santé en 2030. Les plages de valeurs de projection traduisent les estimations des effets de l'ozone sur la santé dans de multiples études épidémiologiques. Dans l'ensemble, les impacts sur la santé et les coûts liés pour la société seront plus élevés d'un ordre de grandeur dans le scénario RCP 8.5 que dans le scénario RCP 6.0.

Tableau 5.1 Hausses projetées des impacts annuels sur la santé liés à l'ozone (dénombrement) en 2030 aux États-Unis dans deux scénarios climatiques

PROJECTION DU CLIMAT	DÉCÈS PRÉMATURÉS	HOSPITALISATIONS	VISITES À LA SALLE D'URGENCE	SYMPTÔMES RESPIRATOIRES AIGUS	JOURS D'ÉCOLE MANQUÉS	VALEUR ÉCONOMIQUE TOTALE (EN DOLLARS AMÉRICAINS DE 2010)
RCP 6.0	De 37 à 170	360	89	210 000	67 000	De 0,32 à 1,4 milliard
RCP 8.5	De 420 à 1 900	3 900	1 200	1 900 000	650 000	De 3,6 à 15 milliards

Source : Fann et coll., 2015

Des impacts bien moindres sur la santé aux États-Unis dans l'année 2050 (moins de 100 décès prématurés imputables à l'ozone) ont été déclarés dans une analyse distincte de la pénalité climatique selon les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5 (Stowell et coll., 2017).

Les impacts des changements climatiques sur les effets sanitaires de l'ozone et des $PM_{2,5}$ selon le scénario RCP 8.5 ont aussi été évalués à l'échelle mondiale avec des estimations respectives de 43 600 et 215 000 décès supplémentaires chaque année d'ici 2100 attribuables aux concentrations supérieures d'ozone et de $PM_{2,5}$, dont presque 10 000 décès en Amérique du Nord. Selon les estimations, les impacts à plus court terme (2030) dans le monde seraient de presque 60 000 décès de plus chaque année à cause de ces deux polluants en combinaison (Silva et coll., 2017). De multiples modèles évoquent une hausse des risques sanitaires liés aux $PM_{2,5}$ à cause de la pénalité climatique dans neuf des dix régions du globe, dont l'Amérique du Nord (Park et coll., 2020).

Plusieurs chercheurs ont appliqué le scénario SRES A1B plus ancien, lequel se compare en gros au RCP 6.0 et présente une hausse estimée à 1,59 °C de la température planétaire en 2050, en vue d'établir des projections des impacts sur la santé de la pollution atmosphérique liés aux changements climatiques. Ces études estiment qu'il y aura des centaines de décès liés à l'ozone et plusieurs milliers liés aux $PM_{2,5}$ au cours de l'année 2050 aux États-Unis à cause du réchauffement climatique, tout comme des milliers de visites à l'hôpital, d'incidents de bronchite et de crises d'asthme (Selin et coll., 2009; Tagaris et coll., 2009). Les auteurs ont présenté pour l'année 2090 des estimations plus élevées de décès liés à l'ozone et aux $PM_{2,5}$ sous l'effet des changements climatiques, soit 13 000 décès en Amérique du Nord et plus de 100 000 dans le monde (Fang et coll., 2013). Une étude de 50 villes américaines selon le scénario SRES A2 pour les années 2050, lequel prévoit une élévation de la température moyenne estivale de 1,6 °C à 3,2 °C dans l'est des États-Unis, laisse voir des hausses de la mortalité (de 0,11 % à 0,27 %) et des hospitalisations pour cause d'asthme (2,1 %) et de MPOC (de 0,2 % à 1,6 %) en raison de concentrations supérieures d'ozone dans un scénario futur de changements climatiques (Bell et coll., 2007).

Une analyse canadienne a estimé les impacts sur la santé de la pollution atmosphérique pour une élévation hypothétique de 4 °C des températures ambiantes en 2002 et pour des émissions anthropiques de polluants atmosphériques constantes aux niveaux de 2002 (Séguin, 2008). Sur le plan national, la hausse des concentrations estivales d'ozone attribuable à l'élévation des températures était liée à 156 décès prématurés de plus et à une valeur économique totale de 750 millions de dollars en raison des cas de mortalité et de morbidité. Ce chiffre a augmenté, pour passer à 658 décès prématurés (3,2 milliards de dollars) lorsque les hausses d'émissions biogènes attendues sous un climat plus doux étaient prises en compte. Toutefois, la même étude projetait, avec une incertitude considérable, une diminution nette des concentrations de $PM_{2,5}$ dans un climat plus doux, si bien que, selon les estimations, l'effet net des deux polluants pour une élévation de température de 4 °C était de 300 décès prématurés de plus approximativement à un coût social de 1,4 milliard de dollars.

Dans l'ensemble, ces études démontrent que les changements climatiques devraient diminuer la qualité de l'air et causer une mortalité et une morbidité considérables en raison de la pollution atmosphérique avec ce qui serait des centaines ou des milliers de décès de plus chaque année en Amérique du Nord au cours de ce siècle et 100 000 décès de plus chaque année dans le monde d'ici 2100 selon les estimations. Les études consacrées tant à l'ozone qu'aux $PM_{2,5}$ ont généralement estimé que les effets des changements climatiques sur les problèmes de santé liés aux $PM_{2,5}$ sont supérieurs d'un ordre de grandeur environ aux problèmes correspondants liés à l'ozone.

5.5.2 Avantages accessoires pour la santé en matière de pollution atmosphérique de l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre

Les mesures d'atténuation des GES et des PCDV aident à stabiliser le climat en diminuant les polluants ayant pour effet d'élever les températures dans le monde et d'accélérer les changements climatiques. Par ailleurs, les stratégies d'atténuation des changements climatiques peuvent présenter un éventail d'avantages accessoires indirects pour la santé (Markandya et coll., 2018). Les plus importants sont les avantages accessoires pour la santé liés à la diminution de la pollution atmosphérique par les facteurs suivants : l'atténuation des changements climatiques qui limite la pénalité climatique; certains polluants climatiques (carbone suie, ozone, etc.) qui contribuent à la pollution atmosphérique soit directement, soit comme précurseurs; des changements dans les activités de l'industrie et des transports qui diminuent les émissions de PCDV et de GES de longue durée et qui peuvent aussi réduire les polluants atmosphériques ordinaires qui sont émis en même temps (Smith et coll., 2014). L'usage répandu des véhicules électriques propulsés par une énergie à faibles émissions de carbone peut, par exemple, constituer une stratégie d'atténuation des GES qui pourrait avoir pour autre effet d'accroître la qualité de l'air. Ainsi, les mesures d'atténuation des changements climatiques sont l'occasion d'intégrer les objectifs de stabilisation du climat aux objectifs de réduction des impacts sur la santé de la pollution atmosphérique, ce qui pourrait compenser les coûts de mise en œuvre de ces mesures (Thompson et coll., 2016).

Dans les études portant sur les avantages accessoires pour la santé en matière de pollution atmosphérique des stratégies d'atténuation des GES, un scénario de politique prévoyant une forte atténuation des GES et des baisses concomitantes des émissions de polluants atmosphériques est comparé à un scénario d'atténuation limitée des GES et d'accroissement concomitant des émissions de polluants atmosphériques. La valeur économique des avantages accessoires pour la santé en matière de pollution atmosphérique permet d'intégrer les avantages accessoires à un cadre de lutte contre les changements climatiques plus général, et la rentabilité et l'optimisation possible de diverses mesures d'atténuation des GES, qui peuvent imposer un fardeau économique à la société, peuvent être examinées. Des études font état des avantages accessoires pour la santé en valeur monétaire totale en dollars ou en avantage marginal par tonne d'équivalent CO₂ qui est réduite. Sauf indication contraire, les avantages accessoires pour la santé liés tant aux PM_{2,5} qu'à l'ozone sont évalués dans les études qui seront passées en revue plus loin.

Dans une analyse mondiale des mesures d'atténuation des GES selon le scénario RCP 4.5, il a été estimé que les avantages accessoires pour la santé en matière de pollution atmosphérique au Canada pourraient varier de 4 500 à 6 500 décès prématurés évités chaque année entre 2030 et 2100 par rapport au scénario de référence lié aux projections des RCP (West et coll., 2013) (tableau 5.2). Selon les estimations, les avantages accessoires aux États-Unis seraient supérieurs d'environ un ordre de grandeur (West et coll., 2013; Zhang et coll., 2017). Il a été estimé que, dans le monde, l'évolution des émissions permettrait d'éviter 0,5 million, 1,3 million et 2,2 millions de décès par exposition combinée à l'ozone et aux PM_{2,5} en 2030, 2050 et 2100 respectivement. Selon les estimations, les avantages accessoires marginaux pour la santé moyens à l'échelle mondiale seraient d'une valeur monétaire de 50 \$ à 380 \$ la tonne de CO₂ (tCO₂) (en dollars américains de 2005), ce qui dépasse les coûts marginaux de réduction des GES en 2030 et 2050 dans cette analyse et compense en partie ces mêmes coûts en 2100 (West et coll., 2013). Pour les États-Unis, la valeur marginale

des décès évités liés à l'ozone et aux $PM_{2,5}$ variait selon les estimations de 45 \$ à 137 \$/tCO₂ (en dollars américains de 2005) (Zhang et coll., 2017).

Tableau 5.2 Avantages accessoires pour la santé en matière de pollution atmosphérique liés au scénario projeté RCP 4.5 (décès prématurés évités chaque année)

ÉTUDE	2030		2050		2100	
	OZONE	$PM_{2,5}$	OZONE	$PM_{2,5}$	OZONE	$PM_{2,5}$
Canada (West et coll., 2013)	368	4 270	792	5 750	1 180	2 880
États-Unis (West et coll., 2013)	2 440	19 300	7 550	29 500	24 800	35 400
États-Unis (Zhang et coll., 2017)			8 000	16 000		
Échelle mondiale (West et coll., 2013)	0,5 million		1,3 million		2,2 millions	

D'autres études ont évalué les décès liés à la pollution atmosphérique qui ont été évités dans le contexte des voies d'atténuation des changements climatiques en fonction de cibles précises d'élévation future de la température moyenne à la surface du globe par rapport à un scénario de référence. Les avantages accessoires de la réduction de la pénalité climatique en matière de pollution atmosphérique aux États-Unis ont fait l'objet d'une estimation pour deux scénarios d'atténuation des changements climatiques faisant intervenir des hausses respectives de 2,5 °C et 2,0 °C de la température moyenne à la surface du globe (Saari et coll., 2019). Les deux scénarios en question ont retranché aux impacts combinés de l'ozone et des $PM_{2,5}$ sur la santé des milliers et des dizaines de milliers de décès pour 2050 et 2100 respectivement et ont fait voir à l'horizon 2100 pour les $PM_{2,5}$ des avantages supérieurs de 40 % au titre de la politique la plus rigoureuse

en comparaison avec la politique la moins rigoureuse. En 2100, les risques de pollution atmosphérique (par l'ozone et les $PM_{2,5}$) tenant aux changements climatiques auront diminué de 70 % à 88 % dans les scénarios de politique. De même, l'estimation des avantages accessoires pour la santé aux États-Unis d'une limitation du réchauffement planétaire en 2100 à une hausse de 1,5 °C fait voir 11 000 et 52 000 décès prématurés évités respectivement en 2050 et 2100 sur tout le territoire américain par rapport à un scénario de référence où l'élévation de la température moyenne à la surface du globe est de 6 °C. Ces avantages accessoires pour la santé sont respectivement évalués à 150 milliards et 1,3 billion de dollars américains (en dollars américains de 2005) respectivement, ce qui équivaut à un taux de 25 \$ (IC à 95 %, soit de 9 \$ à 42 \$) par tonne d'équivalent CO_2 (tCO_2e) et de 122 \$ (IC à 95 %, soit de 45 \$ à 207 \$) par tCO_2e (Garcia-Menendez et coll., 2015).

Dans une analyse à l'échelle planétaire, Vandyck et coll. (2018) ont examiné les conséquences sur la qualité de l'air en 2100 de l'application de deux scénarios d'atténuation des GES, en fonction des baisses d'émissions découlant des contributions déterminées au niveau national⁸, ce qui donne des valeurs respectives dans le premier cas de 2,5 °C à 3,2 °C et dans le deuxième de 2,0 °C d'élévation de la température moyenne mondiale à l'horizon 2100. À l'échelle mondiale, les décès liés à la pollution atmosphérique qui ont été évités en 2050 sont estimés entre 0,3 et 0,5 million pour le scénario des contributions déterminées au niveau national et entre 0,7 à 1,5 million pour le scénario de 2 °C, y compris environ 20 000 à 25 000 décès évités aux États-Unis. Le moment choisi pour l'adoption des mesures est susceptible d'influer sur l'ordre de grandeur des avantages accessoires accumulés pour la santé. Il est estimé, par exemple, qu'environ 150 millions de décès liés à la pollution atmosphérique dans le monde pourraient être évités au cours de ce siècle si des mesures de réduction des émissions de carbone visant à limiter le réchauffement à 2 °C étaient appliquées plus tôt que tard dans ce laps de temps (Shindell et coll., 2018).

Une autre étude à l'échelle mondiale a expressément porté sur les avantages accessoires possibles pour la santé en matière de pollution atmosphérique si les cibles de 1,5 °C et 2 °C de variation des températures de l'Accord de Paris étaient atteintes, et les a comparées avec les coûts d'atténuation correspondants des scénarios de politique climatique (Markandya et coll., 2018). À l'échelle mondiale, il a été estimé que la valeur économique des avantages accessoires pour la santé l'emportait sur les coûts d'atténuation dans tous les scénarios en question; le rapport entre les avantages accessoires pour la santé et les coûts d'atténuation des changements climatiques variant dans ce cas de 1,4 à 2,45. En ce qui a trait aux éventuels avantages accessoires pour la santé, le meilleur potentiel appartenait à la Chine et à l'Inde, mais des avantages accessoires importants étaient également estimés tant pour l'Union européenne que pour les États-Unis. Dans l'ensemble, les mesures d'atténuation des changements climatiques dans le respect des objectifs de l'Accord de Paris peuvent être rentables dans les scénarios modélisés et, selon les régions, lorsque les avantages accessoires pour la santé par la qualité de l'air sont pris en compte.

Dans d'autres études, on a estimé que des milliers de décès liés à l'ozone seront évités en Amérique du Nord et que des centaines de milliers le seront à l'échelle mondiale selon les divers scénarios d'atténuation des changements climatiques, y compris ceux ciblant le méthane (West et coll., 2007, 2012). Dans ce dernier cas,

8 Les contributions déterminées au niveau national sont des engagements de réduction des émissions pris par les divers pays en vue de respecter l'Accord de Paris sous le régime de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC, 2015).

la réduction était estimée à une valeur de 13 \$ à 17 \$/tCO₂e (en dollars américains de 2005) en 2030, ce qui excédait les coûts des mesures visant à réduire les émissions de méthane (West et coll., 2012).

Certaines études ont examiné les avantages accessoires de stratégies d'atténuation des changements climatiques visant des agents PCDV ou des secteurs d'émissions bien précis. Selon les estimations, les avantages accessoires par an pour la santé d'une électrification intégrale des parcs de véhicules du Grand Toronto et de Hamilton (Canada) seraient de 260 et 330 décès évités, en tenant compte d'une électricité tirée respectivement du gaz naturel et des énergies renouvelables (Gai et coll., 2020). Les avantages accessoires pour la santé en Amérique du Nord de l'adoption de scénarios ambitieux d'énergie et de transports propres aux États-Unis ont permis d'estimer à 175 000 et 120 000 les décès liés à la pollution atmosphérique qui seront évités pour la période de 2015 à 2030, respectivement, avec d'autres avantages annuels par la suite (Shindell et coll., 2016). La majorité des avantages tenaient à des réductions des PM_{2,5} et une fraction moindre, aux réductions de l'ozone; l'estimation pour le Canada était de 3 % à 4 % de l'ensemble des avantages (en milliers de décès évités pour la période de 2015 à 2030). La valeur estimée des avantages découlant de politiques à court terme aux États-Unis était de 250 milliards de dollars américains (IC de 95 %, soit de 140 milliards à 1,05 billion de dollars américains) chaque année.

Une analyse à l'échelle planétaire des stratégies de réduction du méthane et du carbone suie fait voir que l'application des mesures permettrait d'éviter de 0,7 à 4,7 millions de décès par an dans le monde, le plus grand impact étant attribuable aux réductions de carbone suie et un avantage marginal de 700 \$ à 5 000 \$ américains par tonne de réduction du méthane (Shindell et coll., 2012). Selon les estimations, les politiques du carbone pour les États-Unis concernant la production d'électricité et le transport routier propres et un système de plafonnement et d'échange à l'échelle de l'économie offriraient des avantages accessoires pour la santé en matière de pollution atmosphérique par des réductions des PM_{2,5} et d'ozone qui compenseraient les coûts d'atténuation des GES dans une proportion approximative de 26 % à 1 050 % (Thompson et coll., 2014). Les avantages accessoires marginaux pour la santé des réductions de PM_{2,5} dans un scénario de plafonnement et d'échange ont été estimés à 6 \$/tCO₂, ce qui excédait les coûts de mise en œuvre, et à 8 \$/tCO₂ (en dollars américains de 2005) dans un scénario d'énergie propre, qui ont partiellement compensé les coûts de mise en œuvre (Saari et coll., 2015). Dans le cas d'une politique infranationale sur le carbone dans le nord-est des États-Unis, des avantages accessoires marginaux pour la santé de 148 \$/tCO₂ (en dollars américains de 2006) ont été comparés aux coûts d'atténuation des GES de 126 \$/tCO₂ dans un scénario d'énergie propre, et des avantages accessoires marginaux pour la santé de 80 \$/tCO₂ ont été comparés aux coûts de 15 \$/tCO₂ dans un scénario de plafonnement et d'échange. Il est apparu que les coûts variaient amplement en fonction des différences régionales de consommation d'énergie (Thompson et coll., 2016).

Il importe de tenir compte de tous les aspects des variations d'émissions lorsqu'on évalue les avantages accessoires pour la santé des stratégies d'atténuation des changements climatiques. On a constaté que, en matière de pollution atmosphérique, les avantages accessoires pour la santé aux États-Unis de l'adoption des véhicules électriques (VE) variaient selon la combinaison de sources de production d'électricité (Peters et coll., 2020). Selon les estimations, que 25 % des VE s'alimentent par la combinaison de réseaux électriques en place aux États-Unis permettrait d'éviter 437 (IC à 95 %, soit de 295 à 578) et 98 (IC à 95 %, soit de 33 à 162) décès prématurés par an grâce aux réductions respectives des PM_{2,5} et de l'ozone, et ce, pour une valeur totale d'environ 16,8 milliards de dollars américains. On a estimé que les avantages accessoires pour la santé seraient environ le double pour le même taux d'adoption des VE si la fraction des sources d'énergie

sans émissions doublait dans le réseau électrique, mais que la réduction concomitante des émissions de CO₂ n'augmentait que de 10 % environ.

Dans l'ensemble, les études des avantages accessoires possibles pour la santé en matière de pollution atmosphérique grâce aux scénarios d'atténuation des changements climatiques visant à une élévation maximale des températures moyennes mondiales de 1,5 °C à 3 °C indiquent invariablement que des avantages appréciables pour la santé s'ensuivraient. En valeur annuelle, le fardeau de la maladie serait réduit jusqu'à des dizaines de milliers de décès prématurés liés aux PM 2,5 et à l'ozone aux États-Unis en 2050 et 2100, et jusqu'à 1 million à 2 millions dans le monde. Si on les compare directement dans une étude, les politiques d'atténuation plus rigoureuses confèrent de plus grands avantages accessoires, et on sait que ceux-ci seront plus importants si les politiques sont mises en œuvre plus tôt que tard. En matière de pollution atmosphérique, les avantages accessoires pour la santé représentent un gain appréciable du point de vue de la santé publique pour les divers pays et à l'échelle mondiale et la valeur socioéconomique dégagée peut contribuer à la prise en charge des coûts d'atténuation, voire les compenser. Il convient d'ajouter que l'examen mixte des options d'atténuation des changements climatiques et de la pollution atmosphérique procure un cadre pour optimiser les avantages généraux en santé publique et reconnaître les conséquences imprévues comme les risques non voulus pour la santé. C'est ce qui ressort de la promotion des véhicules alimentés au diesel dans certains pays en raison de leurs émissions réduites de GES, ce qui a entraîné une augmentation des émissions de polluants atmosphériques (Cames et Helmers, 2013; Haines, 2017).

Encadré 5.1 Élimination des centrales au charbon au Canada : une étude de cas sur les avantages accessoires pour la santé en matière de pollution atmosphérique

En 2012, le gouvernement du Canada a rendu public le *Règlement sur la réduction des émissions de dioxyde de carbone – secteur de l'électricité thermique au charbon* (gouvernement du Canada, 2012). Ce règlement établit une norme de rendement en matière d'émissions de CO₂ pour les nouvelles unités de production d'électricité à partir du charbon et celles qui ont atteint la fin de leur vie utile de 50 ans. Le but est de ménager une transition permanente vers des options de production d'électricité à émissions faibles ou nulles de CO₂, par exemple grâce aux énergies renouvelables ou au gaz naturel à haut rendement énergétique, de sorte qu'aucune nouvelle centrale fortement émettrice ne voie le jour au Canada. En 2010, l'Alberta, l'Ontario, la Saskatchewan, la Nouvelle-Écosse, le Nouveau-Brunswick et le Manitoba avaient une capacité de production d'électricité à partir du charbon, par ordre décroissant de grandeur.

Selon les estimations, le Règlement permettrait de 2015 à 2035 d'éviter 6 820 mégawatts de production d'électricité à partir du charbon, dont 74 % en Alberta, 14 % en Nouvelle-Écosse et 11 % en Saskatchewan. Il en résulterait une baisse des émissions de 219 Mt d'équivalent CO₂ d'une valeur de 5,6 milliards de dollars (en dollars canadiens de 2010) en coût social du carbone⁹ (gouvernement du Canada, 2012).

9 Le coût social du carbone est une mesure pécuniaire des dommages mondiaux prévus découlant d'une tonne supplémentaire d'émissions de CO₂ pour une année donnée.

En plus d'émettre des GES, la production d'électricité au charbon est une source d'émissions de polluants atmosphériques. Les avantages accessoires pour la qualité de l'air et la santé des réductions d'émissions de polluants atmosphériques permises par le Règlement ont été estimés par le gouvernement du Canada. Voici ce qui est estimé comme baisses cumulatives d'émissions de polluants atmosphériques de 2015 à 2035 : 1 156 kt de SO_x, 546 kt de NO_x, 9 kt de PM_{2,5} et 48 kt de CO. Le gouvernement a procédé à une modélisation de la qualité de l'air pour voir en quoi ces variations des émissions influeraient sur les concentrations de polluants atmosphériques.

On a estimé que, de 2015 à 2035, l'amélioration supplémentaire de la qualité de l'air grâce au Règlement permettra d'éviter 900 décès prématurés, 800 visites à l'hôpital, 120 000 épisodes d'asthme et 2,7 millions d'épisodes-jours de difficultés respiratoires ou d'activité réduite chez les gens. De ces impacts cumulatifs, 590, 140, 80 et 57 décès évités concernaient l'Alberta, la Saskatchewan, le Manitoba et l'Ontario respectivement, selon ces mêmes estimations. On a évalué que les avantages accessoires pour la santé en 2015 seraient sur le plan national d'une valeur de 4,2 milliards de dollars (en dollars de 2010), dont environ 70 % étaient attribuables aux réductions de PM_{2,5} ambiantes et environ 26 % aux réductions d'ozone ambiant. En matière de pollution atmosphérique, des avantages accessoires pour la santé de 4,2 milliards de dollars ont largement contribué à la valeur estimée de l'ensemble des avantages accessoires du Règlement (23,3 milliards de dollars), qui se trouvaient à dépasser les coûts correspondants estimés à 16,1 milliards de dollars (gouvernement du Canada, 2012). Le Règlement a par la suite été modifié en vue d'accélérer au pays l'élimination progressive des centrales au charbon classiques d'ici 2030. Selon les estimations, l'amélioration de la qualité de l'air qui en découle de 2019 à 2055 permettrait d'éviter 260 décès prématurés et 40 000 épisodes d'asthme de plus, pour une valeur socioéconomique totale de 1,2 milliards de dollars (gouvernement du Canada, 2018).

Cette étude de cas illustre que, en matière de pollution atmosphérique, les avantages accessoires pour la santé des stratégies d'atténuation des GES pourraient être d'une valeur appréciable pour les Canadiens et les Canadiennes, bien que la réduction de la pollution atmosphérique puisse ne pas être l'objet premier des dispositions réglementaires ou de la politique en question. Il convient d'ajouter que si, dans la lutte contre les changements climatiques, certains des avantages d'une diminution des GES ne peuvent s'obtenir qu'à moyen ou à long terme (Zickfeld et Herrington, 2015), les avantages accessoires pour la santé en matière de pollution atmosphérique se font sentir immédiatement à la suite de la baisse des émissions; ils s'accumulent avec le temps et se réalisent dans la région où les mesures d'atténuation sont mises en œuvre.

5.5.3 Faits saillants de la recherche au Canada : Quantification des impacts du réchauffement climatique sur la santé en matière de pollution atmosphérique au Canada et éventuels avantages accessoires pour la santé de la voie d'atténuation des gaz à effet de serre

Aux fins du présent rapport d'évaluation, Santé Canada a soumis à une analyse les impacts possibles sur la santé de la pollution atmosphérique au Canada à cause de la pénalité climatique, ainsi que les éventuels avantages accessoires pour la santé d'une voie donnée d'atténuation des GES. Dans une étude antérieure,

les scientifiques d'Environnement et Changement climatique Canada avaient modélisé la qualité de l'air au milieu du siècle en Amérique du Nord pour examiner les effets du réchauffement climatique et des mesures de réduction des émissions de GES (Kelly et coll., 2012). Ils ont estimé la qualité de l'air à l'aide d'un système régional unifié de modélisation de la qualité de l'air (AURAMS), qui est un système canadien de modélisation intégrale de la qualité de l'air au niveau régional. Plus précisément, ils ont modélisé les concentrations de polluants atmosphériques pendant la période de juin à août en fonction du climat actuel (données météorologiques de 1997 à 2006) et en fonction du climat projeté de 2041 à 2050 (données météorologiques du scénario SRES A2). Ils ont gardé constantes les émissions de polluants atmosphériques tirées de l'inventaire canadien des émissions de 2002 entre les deux scénarios de manière à cerner l'impact de l'évolution des conditions climatiques seules. Ils ont pris en compte les émissions biogènes et l'effet de la température sur ces émissions, mais non les variations des émissions découlant des feux de forêt liées aux changements climatiques. Ils ont en outre estimé les concentrations de polluants atmosphériques en fonction du même climat projeté de 2041 à 2050 à l'aide d'un inventaire des émissions en 2050 selon le scénario RCP 6.0 (scénario modéré d'atténuation des GES), lequel a servi à mettre à l'échelle les émissions de polluants atmosphériques en Amérique du Nord de 2002 à 2050 (Kelly et coll., 2012). S'ils ont choisi le RCP 6.0, c'est parce qu'il détaille largement les variations d'activités émettrices concomitantes, permettant d'obtenir un calcul plus précis des réductions de polluants atmosphériques liées à la baisse des activités émettrices de GES. Cette mise à l'échelle est le reflet à la fois des réductions d'émissions de polluants atmosphériques avec l'atténuation des GES et des mesures de réduction supposées de la pollution atmosphérique. Ces chercheurs ont estimé pour chaque scénario les concentrations de polluants atmosphériques sur une grille nationale à résolution de 45 km et pris en considération les effets tant sur l'ozone que sur les $PM_{2,5}$. Comme il est mentionné à la section 5.4 Interactions entre les changements climatiques et la pollution de l'air extérieur, les effets d'un climat en évolution sur les $PM_{2,5}$ sont plus complexes et moins bien étudiés que les effets sur l'ozone. De ce fait, les projections d'évolution des $PM_{2,5}$ sont plus incertaines.

Aux fins de la présente analyse, les scientifiques se sont reportés aux résultats pour la qualité de l'air des trois scénarios modélisés par Kelly et coll. (2012) comme données d'entrée pour l'Outil d'évaluation des bénéfices liés à la qualité de l'air (OEBQA, version 3) de Santé Canada. L'OEBQA est un modèle national d'estimation des avantages ou des dommages pour la santé humaine (mortalité et morbidité) et le bien-être associés aux variations supplémentaires des concentrations ambiantes de polluants atmosphériques, dont les $PM_{2,5}$ et l'ozone, au Canada (Santé Canada, 2019). Il analyse les relations concentrations-réponses (RCR) qui caractérisent l'augmentation du risque par habitant d'un effet négatif sur la santé par unité de hausse de la concentration des polluants atmosphériques ambiants d'après les études scientifiques publiées. Il estime les impacts sur la santé en combinant divers paramètres : le risque de base des effets nocifs pour la population, les chiffres de population, la RCR et la variation des concentrations de polluants atmosphériques entre les scénarios. De plus, l'OEBQA livre des estimations de la valeur économique des résultats sur la santé; ces estimations tiennent compte des conséquences possibles sur le bien-être social des résultats sur la santé, ce qui comprend l'alourdissement des frais médicaux, la diminution de la productivité au travail, la douleur et la souffrance et les effets d'un risque accru de mortalité.

Les estimations de concentrations de polluants atmosphériques selon ces trois scénarios ont permis de répondre aux questions suivantes.

Quels seraient les impacts différentiels sur la santé de la pollution atmosphérique au Canada en 2050 dans les cas suivants :

- climat en évolution, si les émissions de précurseurs de la pollution atmosphérique demeurent inchangées (pénalité climatique);
- diminution des émissions de ces précurseurs selon les projections du RCP 6.0 dans les conditions climatiques futures;
- climat en évolution et diminution des émissions de polluants atmosphériques selon les projections du RCP 6.0 comparativement aux conditions climatiques et aux émissions récentes?

Les tableaux 5.3 et 5.4 présentent les impacts sur la santé de la population canadienne calculés pour 2050 (de juin à août) et les estimations correspondantes de la valeur économique.

Tableau 5.3 Décès prématurés liés à l’ozone et aux PM_{2,5} et valeur économique de juin à août à l’échelle nationale, provinciale et territoriale^a

RÉGION	VARIATION DU NOMBRE DE DÉCÈS PRÉMATURÉS (VALEUR ÉCONOMIQUE)		
	IMPACT DU CLIMAT EN ÉVOLUTION EN 2050 ^b	IMPACT DE LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES SELON LE RCP 6.0 EN 2050 ^c	IMPACT DU CLIMAT EN ÉVOLUTION ET DE LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES SELON LE RCP 6.0 EN 2050 ^d
Canada	850 (2 700 000 000 \$)	-5 200 (-16 000 000 000 \$)	-4 400 (-14 000 000 000 \$)
Colombie-Britannique	-56 (-170 000 000 \$)	-81 (-250 000 000 \$)	-140 (-420 000 000 \$)
Alberta	-9 (-27 000 000 \$)	-220 (-680 000 000 \$)	-230 (-710 000 000 \$)
Saskatchewan	9 (29 000 000 \$)	-58 (-180 000 000 \$)	-49 (-150 000 000 \$)
Manitoba	15 (48 000 000 \$)	-62 (-190 000 000 \$)	-47 (-150 000 000 \$)
Ontario	620 (1 900 000 000 \$)	-2 900 (-9 100 000 000 \$)	-2 300 (-7 300 000 000 \$)
Québec	270 (830 000 000 \$)	-1 500 (-4 700 000 000 \$)	-1 200 (-3 900 000 000 \$)

RÉGION	VARIATION DU NOMBRE DE DÉCÈS PRÉMATURÉS (VALEUR ÉCONOMIQUE)		
	IMPACT DU CLIMAT EN ÉVOLUTION EN 2050 ^b	IMPACT DE LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES SELON LE RCP 6.0 EN 2050 ^c	IMPACT DU CLIMAT EN ÉVOLUTION ET DE LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES SELON LE RCP 6.0 EN 2050 ^d
Nouveau-Brunswick	18 (56 000 000 \$)	-120 (-380 000 000 \$)	-110 (-330 000 000 \$)
Nouvelle-Écosse	-5 (-16 000 000 \$)	-160 (-500 000 000 \$)	-170 (-520 000 000 \$)
Île-du-Prince-Édouard	4 (12 000 000 \$)	-30 (-94 000 000 \$)	-26 (-82 000 000 \$)
Terre-Neuve-et-Labrador	-9 (-28 000 000 \$)	-50 (-150 000 000 \$)	-59 (-180 000 000 \$)
Yukon	< 1	< 1	< 1
Territoires du Nord-Ouest	< 1	< 1	< 1
Nunavut	< 1	< 1	< 1

a. Les chiffres et les valeurs représentent les estimations moyennes de la mortalité précoce. Les chiffres et les valeurs sont arrondis au nombre entier le plus proche, avec un maximum de deux chiffres significatifs. Les valeurs sont exprimées en dollars canadiens de 2018 avec actualisation de 2050 à 2019 à un taux de 3 %. Les chiffres et valeurs étant arrondis, la somme des nombres peut ne pas correspondre aux totaux.

b. Impact du climat en évolution : (climat de 2045 aux émissions de 2002) – (climat de 2002 aux émissions de 2002)

c. Impact de la réduction des émissions de polluants atmosphériques selon le RCP 6.0 : (climat de 2045 aux émissions de 2002) – (climat de 2045 aux émissions de 2045 du RCP 6.0)

d. Impact du climat en évolution et de la réduction des émissions de polluants atmosphériques selon le RCP 6.0 : (climat de 2045 aux émissions de 2045 du RCP 6.0) – (climat de 2002 aux émissions de 2002)

Cette analyse permet d'estimer que l'impact du réchauffement climatique en 2050 se traduirait par 850 décès de plus au pays pendant l'été avec de nettes différences entre les régions. La plupart des décès se produiraient en Ontario (620) et au Québec (270), et certaines régions connaîtraient de modestes baisses de la pollution atmosphérique et des impacts sur la santé (Colombie-Britannique, par exemple). Ce tableau s'accorde avec les variations de la qualité de l'air projetées par Kelly et coll. (2012). Ces auteurs estiment que, en Amérique du Nord, les hausses les plus marquées de l'ozone et des $PM_{2,5}$ se produiraient dans les régions industrialisées comme le nord-est des États-Unis et les régions adjacentes du sud-est du Canada. Selon des projections conformes au scénario RCP 6.0, la diminution des émissions de polluants atmosphériques aurait comme avantage national pour la santé de la population environ 5 200 décès prématurés évités au cours de l'année 2050; il y aurait des retombées dans toutes les provinces, surtout en Ontario (2 900 décès prématurés évités) et au Québec (1 500). En matière de pollution atmosphérique, il s'agit là des avantages accessoires pour la santé des stratégies d'atténuation des GES selon le scénario RCP 6.0 avec ses hypothèses quant à l'adoption au fil des ans de mesures plus rigoureuses de réduction de la pollution atmosphérique dans le monde. Le dernier scénario examiné a pris en compte les effets tant du réchauffement planétaire que des réductions d'émissions de polluants atmosphériques. Les résultats indiquent que les avantages procurés par l'atténuation de la pollution atmosphérique sont amoindris par les effets négatifs du réchauffement climatique. Comme il a été indiqué plus haut, les projections par modélisation des variations des concentrations de $PM_{2,5}$ sont considérées comme plus incertaines que les projections correspondantes pour l'ozone, ce qui vaut aussi pour les impacts sur la santé découlant de ces projections.

Tableau 5.4 Impacts (dénombrement) sur la morbidité et la mortalité au Canada et valeur économique par l'ozone et les $PM_{2,5}$ pour la période de juin à août^a

RÉSULTAT DE SANTÉ	POLLUANT	IMPACT DU CLIMAT EN ÉVOLUTION EN 2050 ^b	IMPACT DE LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES SELON LE RCP 6.0 EN 2050 ^c	IMPACT DU CLIMAT EN ÉVOLUTION ET DE LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES SELON LE RCP 6.0 EN 2050 ^d
Mortalité				
Mortalité	Ozone	610	-3 500	-3 000
Mortalité	$PM_{2,5}$	250	-1 700	-1 400
Mortalité	Ozone + $PM_{2,5}$	850	-5 200	-4 400



RÉSULTAT DE SANTÉ	POLLUANT	IMPACT DU CLIMAT EN ÉVOLUTION EN 2050 ^b	IMPACT DE LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES SELON LE RCP 6.0 EN 2050 ^c	IMPACT DU CLIMAT EN ÉVOLUTION ET DE LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES SELON LE RCP 6.0 EN 2050 ^d
Morbidité				
Jours de symptômes respiratoires aigus	Ozone, PM _{2,5}	1 900 000	-12 000 000	-9 600 000
Cas de bronchite chronique chez les adultes	PM _{2,5}	160	-1 100	-900
Jours de symptômes de l'asthme	Ozone, PM _{2,5}	160 000	-920 000	-770 000
Épisodes de bronchite aiguë chez les enfants	PM _{2,5}	670	-4 400	-3 700
Visites à la salle d'urgence pour troubles respiratoires ou cardiaques	Ozone, PM _{2,5}	970	-6 000	-5 000
Hospitalisations pour troubles respiratoires ou cardiaques	Ozone, PM _{2,5}	210	-1 300	-1 100
Jours d'activité restreinte	PM _{2,5}	210 000	-1 500 000	-1 200 000

RÉSULTAT DE SANTÉ	POLLUANT	IMPACT DU CLIMAT EN ÉVOLUTION EN 2050 ^b	IMPACT DE LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES SELON LE RCP 6.0 EN 2050 ^c	IMPACT DU CLIMAT EN ÉVOLUTION ET DE LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES SELON LE RCP 6.0 EN 2050 ^d
Jours d'activité restreinte mineure	Ozone	340 000	-2 000 000	-1 600 000
Valeur (moyenne [2,5^e percentile, 97,5^e percentile])				
Ensemble des décès prématurés	Ozone, PM _{2,5}	2,7 G\$ [0,92 G\$, 5,1 G\$]	-16 G\$ [-5,7 G\$, -31 G\$]	-14 G\$ [-4,8 G\$, -26 G\$]
Ensemble des résultats	Ozone, PM _{2,5}	2,7 G\$ [0,97 G\$, 5,2 G\$]	-17 G\$ [-6,0 G\$, -32 G\$]	-14 G\$ [-5,0 G\$, -27 G\$]

G\$: milliards de dollars

a. Les chiffres représentent les estimations moyennes des résultats sur la santé. Les chiffres et les valeurs sont arrondis au nombre entier le plus proche, avec un maximum de deux chiffres significatifs. Les valeurs sont exprimées en dollars canadiens de 2018 avec actualisation de 2050 à 2019 à un taux de 3 %. Les chiffres et valeurs étant arrondis, la somme des nombres peut ne pas correspondre aux totaux.

b. Impact du climat en évolution : (climat de 2045 aux émissions de 2002) – (climat de 2002 aux émissions de 2002)

c. Impact de la réduction des émissions de polluants atmosphériques selon le RCP 6.0 : (climat de 2045 aux émissions de 2002) – (climat de 2045 aux émissions de 2045 du RCP 6.0)

d. Impact du climat en évolution et de la réduction des émissions de polluants atmosphériques selon le RCP 6.0 : (climat de 2045 aux émissions de 2045 du RCP 6.0) – (climat de 2002 aux émissions de 2002)

L'exposition à l'ozone et aux PM_{2,5} accroît aussi le risque de troubles multiples non mortels, qu'il s'agisse de symptômes de l'asthme ou de problèmes cardiorespiratoires entraînant l'hospitalisation. Ce sont là d'importants aspects de la santé de la population. Dans cette analyse, il est estimé que l'effet de la pénalité climatique sur la diminution de la qualité de l'air se traduit par 1,9 million de jours de symptômes respiratoires

aigus et des dizaines de milliers de jours de symptômes de l'asthme et d'activité restreinte, ce qui représente un fardeau appréciable pour la santé publique. Ce fardeau contraste avec les avantages accessoires accrus sur le plan de la santé qu'apporteraient chaque année les réductions de pollution atmosphérique prévues par le scénario RCP 6.0, dont des milliers de visites évitées à l'hôpital pour troubles cardiorespiratoires, sans compter les affections respiratoires. Dans une proportion approximative de 70 %, les impacts sur la mortalité sont attribuables aux variations estimées de concentrations ambiantes d'ozone, la proportion restante étant attribuable aux $PM_{2,5}$.

Selon les estimations, la valeur économique des dommages causés à la santé par la pollution atmosphérique au Canada et un climat qui se réchauffe serait de 2,7 milliards de dollars d'après une analyse visant la période estivale de 2050 avec des valeurs respectives de 0,97 à 5,2 milliards de dollars pour le 2,5^e et le 97,5^e percentiles. Il faut y voir surtout le reflet de la valeur liée à un risque accru de mortalité précoce. Fait important, cette analyse montre aussi les grands avantages accessoires d'ordre socioéconomique qui pourraient découler des améliorations de la qualité de l'air selon les projections du RCP 6.0, lesquels ont été estimés à 17 milliards de dollars avec des valeurs respectives de 6,0 à 32 milliards de dollars pour le 2,5^e et le 97,5^e percentiles en 2050.

5.5.4 Conclusion

Dans l'ensemble, les données scientifiques indiquent que les changements climatiques influenceront sur les processus atmosphériques et, de ce fait, sur la qualité de l'air. Plusieurs études estiment que, aux États-Unis, le réchauffement climatique pourrait causer chaque année des centaines ou des milliers de décès imputables à l'ozone au cours de ce siècle. Moins d'études se sont attachées aux impacts sur la santé des $PM_{2,5}$, mais celles qui l'ont fait semblent indiquer que ces $PM_{2,5}$ auront sur la santé des impacts supérieurs d'environ un ordre de grandeur à ceux de l'ozone (Tagaris et coll., 2009; Fang et coll., 2013; Silva et coll., 2017). Une seule étude a été relevée où les impacts sur la santé au Canada étaient analysés. Cette étude ne portait que sur les impacts sur la santé de l'ozone. On y estimait que la pénalité climatique selon le scénario SRES A1B causerait 45 décès de plus au Canada au cours de l'année 2050 (Selin et coll., 2009). Dans une nouvelle analyse pour le Canada aux fins du présent rapport national d'évaluation, les impacts nets de la pénalité climatique sur la santé pendant l'été en 2050 ont été estimés à 850 décès de plus liés à la pollution atmosphérique (valeur totale des impacts de 2,7 milliards de dollars), dont environ 70 % seraient imputables à l'ozone et le reste aux $PM_{2,5}$, avec la vaste majorité des impacts sanitaires en Ontario et au Québec. À noter que cette analyse ne tient pas compte des impacts sur la qualité de l'air et la santé de la fumée des feux de forêt, dont il sera question plus loin dans ce chapitre.

Les stratégies d'atténuation des émissions de GES peuvent, en matière de pollution atmosphérique, apporter de grands avantages accessoires pour la santé; leur valeur pour la société est de nature à compenser les coûts des mesures d'atténuation des GES. Là encore, les études scientifiques estiment généralement que les avantages accessoires procurés par les réductions des $PM_{2,5}$ seront supérieurs d'environ un ordre de grandeur que ceux des réductions de l'ozone. La nouvelle analyse pour le Canada, présentée ci-dessus, permet, suivant le scénario RCP 6.0, d'estimer les avantages nets à environ 5 200 décès évités pendant l'été en une seule année en 2050, surtout en Ontario et au Québec, avec une valeur totale des avantages de 17 milliards de dollars. En matière de pollution atmosphérique, nous prévoyons des avantages accessoires

chaque année à cause de la diminution des émissions de GES, et les avantages cumulatifs sont bien plus imposants sur des décennies.

Les avantages accessoires pour la santé en matière de pollution atmosphérique en raison de l'atténuation des changements climatiques représentent d'importants gains éventuels à court terme et s'obtiennent localement là où les mesures d'atténuation sont mises en œuvre. L'intégration des avantages accessoires pour la santé dans un cadre de lutte contre les changements climatiques peut justifier l'adoption de mesures plus rigoureuses ou plus rapides d'atténuation de ces changements ou d'encouragement à la mise en œuvre d'interventions contre les changements climatiques (Shindell et coll., 2018). Des analyses appropriées pourraient permettre un choix stratégique de voies d'atténuation des changements climatiques au Canada qui viseraient de façon optimale aussi à réduire les impacts de la pollution atmosphérique sur la santé de la population compte tenu du fardeau sanitaire et économique que les changements climatiques et la pollution atmosphérique font peser sur la société. Elles permettraient également de reconnaître les effets indésirables sur la santé.

5.5.5 Principales incertitudes

La modélisation de la qualité de l'air dans des scénarios prospectifs sous l'effet des changements climatiques présente un défi à cause des incertitudes inhérentes de la dynamique et de la chimie de l'atmosphère planétaire, de la réduction de l'échelle des scénarios du niveau mondial au niveau régional, des interactions chimiques-climatiques, des projections d'émissions et des conditions météorologiques (Tagaris et coll., 2009; Fang et coll., 2013; Silva et coll., 2016; Zhang et coll., 2017). Pour la plupart, les études d'intérêt pour le Canada ont été consacrées uniquement à l'ozone et moins d'analyses ont appréhendé les impacts des $PM_{2,5}$. Il est probable que les impacts modélisés sur la santé de la population soient sous-estimés, puisqu'il est actuellement impossible de quantifier tous les résultats sur la santé de l'exposition à la pollution atmosphérique (résultats neurologiques, par exemple). La variabilité des relations concentrations-réponses (RCR) et de la monétisation des résultats sur la santé dans les diverses études peut influencer sur les résultats (West et coll., 2013; Thompson et coll., 2014; Silva et coll., 2017). Qui plus est, les études entreprises à ce jour ont largement adopté des approches, des hypothèses et des méthodes de modélisation différentes pour étudier des questions elles-mêmes différentes, ce qui limite la capacité de faire la synthèse de l'information.

5.6 Changements climatiques et pollution atmosphérique par les feux de forêt

5.6.1 Feux de forêt au Canada dans un climat en évolution

En moyenne, 7 000 feux de forêt dévorent environ 2,5 millions d'hectares – soit environ la moitié de la superficie de la Nouvelle-Écosse – chaque année au Canada. Les superficies consumées au pays ont doublé depuis le début des années 1970, ce qui a été mis au compte des changements climatiques causés par des humains (Gillett et coll., 2004). Ainsi, on a constaté que l'influence humaine sur le climat avait largement concouru à la gravité des feux de forêt de la saison 2017 au Canada (Kirchmeier-Young et coll., 2019). L'accroissement des superficies brûlées augmente les émissions de polluants atmosphériques découlant des feux de forêt et élève les risques liés pour la santé des humains (Reisen et coll., 2015; Matz et coll., 2020). Voici les quatre facteurs qui influent sur les émissions provenant des feux de forêt : superficie brûlée, combustible consumé, intégralité de la combustion (efficacité) et facteur d'émission (qui est la quantité de matière polluante rejetée qui se mesure en grammes par kilogramme).

Le climat canadien se réchauffe et cela a des impacts profonds et immédiats sur les feux de forêt au Canada. L'accroissement des feux de forêt en raison de l'élévation des températures a une triple explication. Premièrement, le réchauffement des températures allonge la saison des feux de forêt; ce qui a déjà été observé dans certaines parties du territoire canadien. Cette saison est plus longue aujourd'hui que dans la période de 1959 à 2000 à l'intérieur de la Colombie-Britannique, en Alberta et dans le nord de l'Ontario (Albert-Green et coll., 2013; Hanes et coll., 2019). Deuxièmement, le réchauffement avive la foudre et, toutes choses égales, plus il y a d'éclairs, plus il y a de feux (Romps et coll., 2014). Troisièmement, le réchauffement rend les combustibles plus secs, à moins d'une augmentation considérable des précipitations (Flannigan et coll., 2016). Dans tous les scénarios futurs de changements climatiques pour le Canada, l'augmentation des précipitations ne suffit pas à compenser l'effet asséchant des températures plus chaudes. Si les combustibles sont plus secs, le feu s'amorce, se propage et produit ses effets avec plus d'intensité, ce qui rend les feux plus difficiles à maîtriser ou à éteindre et engendre de plus grandes émissions de polluants atmosphériques.

Les feux de forêt accusent des variations spatiotemporelles. De 1959 à 2015, le nombre d'importants feux et les superficies brûlées ont augmenté dans l'Ouest canadien (Hanes et coll., 2019). Cette tendance devrait se maintenir et les feux de forêt et leurs émissions de fumée devraient s'accroître le plus dans l'ouest du pays jusqu'en 2050. On s'attend à une intensification de ces feux sur tout le territoire canadien dans la première moitié de ce siècle (Flannigan et coll., 2005; Flannigan et coll., 2009).

Les scientifiques cherchent à établir si la montée récente des feux de forêt au Canada est directement le résultat des changements climatiques. Les hausses observées des grands feux de forêt s'accordent avec ce que laissent prévoir les changements climatiques (Flannigan et coll., 2009; Hanes et coll., 2019). Des recherches récentes semblent indiquer que, dans la dernière décennie, le risque de feu extrême dans l'ouest du pays s'est accru de 1,5 à 6 fois à cause des changements climatiques provoqués par les humains (Kirchmeier-Young et coll., 2017). Tan et coll. (2019) ont fait voir que les conditions météorologiques

extrêmes liées aux feux de forêt au printemps dans l'Ouest canadien en 2016 étaient fort probablement le résultat d'un réchauffement du climat causé par l'activité humaine qui rendait plus fréquentes des conditions météorologiques plus chaudes et plus sèches. Kirchmeier-Young et coll. (2019) ont évoqué pour leur part que les changements climatiques causés par les humains augmentaient la superficie consumée de 7 à 11 fois dans une saison de feux extrêmes comme celle de 2017 en Colombie-Britannique.

Amiro et coll. (2009) ont laissé entrevoir, à l'aide du modèle climatique global canadien, que les émissions découlant des feux de forêt doubleraient au Canada d'ici la fin du siècle. Cette hausse s'expliquait dans une large mesure par une extension de la superficie brûlée plutôt que par une augmentation du carburant consommé par unité de superficie (ce qu'on appelle la profondeur de brûlage). Des recherches récentes à l'aide de trois modèles climatiques globaux (HadGEM2, CanESM2 et CSIRO-Mk3.6.0) et de trois scénarios RCP (2.6, 4.5 et 8.5) semblent indiquer que la proportion de jours de la saison des feux de forêt au potentiel de forte consommation de carburant (profondeur de brûlage) par feu de forêt augmentera dans toutes les forêts canadiennes; elle ferait plus que doubler pour la forêt en Colombie-Britannique et le reste de la forêt boréale d'ici 2100 (Wotton et coll., 2017). Il se pourrait que, en Colombie-Britannique, la consommation de carburant double dès les années 2030 en raison uniquement de la profondeur de brûlage. Wotton et coll. (2017) font voir que la proportion de jours où les feux de forêt seront d'une intensité telle qu'il deviendra difficile sinon impossible de les éteindre augmentera de deux à trois fois pour la forêt en Colombie-Britannique et la forêt boréale d'ici 2100.

La fumée des feux de forêt peut franchir de grandes distances et influencer nettement sur des collectivités à 1 000 kilomètres ou plus de distance des feux. Ainsi, les grands centres de population ne sont pas à l'abri des impacts négatifs sur la santé de la fumée des feux de forêt, bien qu'ils puissent se trouver dans une région à faible risque de feu de forêt (Matz et coll., 2020). Il convient d'ajouter que les collectivités autochtones, qui peuvent avoisiner les forêts, peuvent être plus touchées par les feux de forêt et par les besoins et les effets d'évacuation (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada).

Vu l'intensification à prévoir des feux de forêt, le potentiel d'interaction société-incendies au Canada (avec plus d'évacuations dans les collectivités, par exemple) est de nature à s'accroître. Dans l'ensemble, les Canadiens et les Canadiennes doivent se préparer à un avenir où les feux de forêt seront plus nombreux et à l'augmentation de la pollution atmosphérique que causent ces derniers en raison du climat en évolution.

5.6.2 Effets sur la santé de la pollution atmosphérique par les feux de forêt

Les émissions découlant des feux de forêt comportent un grand nombre de polluants atmosphériques : matière particulaire, CO, NO_x, méthane, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), COV, etc. Elles concourent à la formation d'ozone et de matières particulaires secondaires (Naeher et coll., 2007). Les effets sur la santé de certains de ces polluants atmosphériques sont abordés dans la section 5.3 Effets sur la santé de la pollution de l'air extérieur. La composition précise de la fumée de chaque feu en milieu forestier est hautement variable et déterminée par de nombreux facteurs, dont le type de végétation (humide ou verte ou encore morte ou sèche), le type de combustion (vive ou lente) et les conditions météorologiques (Adetona et coll., 2016; Black et coll., 2017).

Les effets sur la santé de la fumée des feux de forêt représentent un domaine dynamique de recherche qui a fait l'objet d'examen approfondis en raison de l'importance de ces effets à l'échelle mondiale (Benmarhnia et coll., 2013; Youssouf et coll., 2014; Liu et coll., 2015; Adetona et coll., 2016; Reid et coll., 2016; Black et coll., 2017; Cascio, 2018). Ces examens se sont attachés aux études réalisées dans le monde, notamment en Amérique du Nord et du Sud, en Europe, en Australie et en Asie. Les méthodes d'évaluation de l'exposition à la fumée des feux de forêt varient selon les études et comprennent les appareils terrestres de surveillance des matières particulaires, l'imagerie satellitaire, la modélisation de la qualité de l'air, la comparaison des périodes avec et sans feu de forêt et les autodéclarations. D'après ces examens, les auteurs d'études épidémiologiques ont constaté que l'exposition à cette fumée est liée à une augmentation de la mortalité toutes causes confondues, mais il faudra multiplier les études pour voir quelles causes de mortalité entrent précisément le plus en jeu. De plus, les études spécialisées dégagent une association étroite entre l'exposition à la fumée des feux de forêt et la morbidité respiratoire, en particulier l'exacerbation de l'asthme et de la MPOC et la montée des infections respiratoires. Nombreuses sont les études qui font voir une hausse importante de l'utilisation des services de santé (hospitalisations, visites à la salle d'urgence, consultations médicales, consommation de médicaments, etc.) à cause des troubles respiratoires liés à l'intensification de la fumée des feux de forêt. Dans le cas de la morbidité cardiovasculaire et notamment de résultats sur la santé comme l'infarctus du myocarde, l'accident vasculaire cérébral, l'insuffisance cardiaque et les perturbations du rythme du cœur, le lien à faire avec la fumée des feux de forêt demeure non concluant en raison du petit nombre d'études constatant un effet et des nombreuses études sans conclusion. Maintes études nient quelque lien que ce soit avec les maladies cardiovasculaires comme groupe et les résultats ne concordent pas dans les études évaluant des résultats déterminés. Dans un petit nombre d'études, on a évalué d'autres effets sur la santé comme les issues des grossesses, la santé mentale et le diabète, mais il faudra pousser la recherche pour jauger l'impact de la fumée des feux de forêt sur ces effets de santé et d'autres encore.

Les études menées au Canada au sujet des effets sanitaires de l'exposition à la fumée des feux de forêt appuient les conclusions des examens dont nous avons parlé. Plus particulièrement, elles ont fait voir une montée des consultations médicales liées à l'asthme (Henderson et coll., 2011; McLean et coll., 2015; Dodd et coll., 2018a), des médicaments prescrits contre l'asthme (Henderson et coll., 2011; Elliot et coll., 2013; McLean et coll., 2015), ainsi que des consultations médicales et des hospitalisations liées aux troubles respiratoires (Henderson et coll., 2011; Dodd et coll., 2018a) par suite d'une exposition à la fumée des feux de forêt. Aucune association n'a cependant été dégagée dans le cas des consultations médicales ou des hospitalisations pour troubles cardiovasculaires (Henderson et coll., 2011; Dodd et coll., 2018a).

On ne comprend pas tout à fait comment la fumée des feux de forêt a des effets sur la santé, bien que les données probantes disponibles semblent indiquer que les mécanismes pourraient ressembler à ceux qui ont été observés pour les matières particulaires ambiantes. Les études sur les humains et les animaux exposés à la fumée des feux de forêt ou à la fumée de bois révèlent que les effets sur la santé tiennent à une intensification du stress oxydatif et des réactions inflammatoires, tout comme à une interaction possible des matières particulaires avec le système nerveux autonome et à un éventuel affaiblissement des réactions immunitaires (Adetona et coll., 2016; Reid et coll., 2016; Black et coll., 2017; Cascio, 2018).

5.6.3 Fardeau pour la santé de la fumée des feux de forêt ces dernières années

Les analyses d'impact sur la santé ont permis d'estimer le fardeau que font peser les feux de forêt pour la santé à cause de leur fumée qui accroît les concentrations de polluants atmosphériques. À l'échelle mondiale, de 1997 à 2006, la mortalité annuelle moyenne attribuable aux $PM_{2,5}$ provenant de la fumée des feux à l'échelle du paysage a été estimée à 339 000 décès (écart interquartile de 260 000 à 600 000) (Johnston et coll., 2012). Dans cette étude, les feux à l'échelle du paysage comprenaient les feux de forêt, de brousse et de tourbe et ils étaient liés à une concentration annuelle estimée de l'exposition pour les $PM_{2,5}$ de 0 à $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et à une concentration moyenne pondérée en fonction de la population de $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les impacts les plus marqués étaient relevés en Afrique subsaharienne (157 000 décès prématurés) et en Asie du Sud-Est (110 000 décès prématurés). Une analyse de sensibilité des années où les épisodes La Niña et El Niño ont été forts a aussi mis en évidence l'importance de la variabilité du climat dans les feux de forêt. Lors des épisodes El Niño avec des conditions sèches et une recrudescence des feux de forêt, la mortalité annuelle dans le monde attribuable aux $PM_{2,5}$ provenant de la fumée des feux à l'échelle du paysage était estimée à 532 000 décès comparativement à 262 000 lors des épisodes La Niña.

Dans une évaluation nationale pour la partie continentale des États-Unis, les épisodes de feux de forêt de 2008 à 2012 étaient liés à une exposition annuelle moyenne aux $PM_{2,5}$ provenant des feux de forêt pondérée en fonction de la population de 0,6 à $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ selon le nombre de feux de forêt dans l'année (Fann et coll., 2018). Ces expositions annuelles aux $PM_{2,5}$ provenant des feux de forêt étaient liées aux estimations suivantes des conséquences : 1 500 à 2 500 décès prématurés par exposition à court terme et 8 700 à 32 000 par exposition à long terme; 3 900 à 8 500 hospitalisations pour troubles respiratoires; 1 700 à 2 800 hospitalisations pour troubles cardiovasculaires. La valeur économique sur la période visée de cinq ans était de 63 milliards de dollars (en dollars américains de 2010) pour les décès prématurés et les hospitalisations combinées en raison de l'exposition à court terme. Pour les décès prématurés en raison de l'exposition à long terme, la valeur dégagée était de 450 milliards de dollars (en dollars américains de 2010) dans la même période de cinq ans. On observe une variation régionale considérable de l'exposition à la fumée des feux de forêt et des impacts consécutifs sur la santé, dont une recrudescence des feux de forêt dans les États de l'ouest et du sud-est.

Les études publiées livrent seulement une information limitée pour que nous puissions quantifier les impacts sur la santé et leur valeur monétaire imputables à la pollution atmosphérique causée par les feux de forêt au Canada. Un feu qui s'est produit en 2001 à Chisholm, en Alberta, a servi dans une étude de cas à estimer les impacts aigus sur la santé associés aux hausses à court terme des $PM_{2,5}$ (Rittmaster et coll., 2006; Rittmaster et coll., 2008). Ce feu qui a duré sept jours a ravagé quelque 116 000 hectares et largement influé sur la qualité de l'air à Edmonton (à 160 km au sud de Chisholm), à Red Deer (à 125 km au sud d'Edmonton) et aux environs. Les dommages causés à la santé par des concentrations de $PM_{2,5}$ supérieures à la norme pancanadienne de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ appliquée à l'époque ont été estimés à une valeur de 2 à 3 millions de dollars canadiens (en dollars canadiens de 1996).

5.6.4 Quantification des impacts récents sur la santé de la pollution atmosphérique au Canada par la fumée des feux de forêt

Comme il a été indiqué à la section 5.6.1 Feux de forêt au Canada dans un climat en évolution, les feux de forêt devraient s'intensifier au Canada avec le réchauffement climatique. À l'heure actuelle, l'incertitude est trop grande pour qu'on puisse prévoir avec suffisamment de précision où les feux de forêt se produiront au Canada d'ici le milieu du siècle et donc estimer les impacts sur la santé de la population de ces feux dans le cadre de changements climatiques éventuels futurs. Il est cependant instructif d'évaluer les impacts sur la santé de la pollution atmosphérique imputable aux feux de forêt pour mieux comprendre l'ordre de grandeur de ce problème de santé de la population. Santé Canada et Environnement et Changement climatique Canada ont soumis à une analyse les impacts sur la qualité de l'air et la santé humaine au Canada de la pollution atmosphérique causée ces dernières années par les feux de forêt, dont les résultats sont présentés dans cette section (Matz et coll., 2020).

Bien que de nature intermittente, la fumée des feux de forêt est reconnue comme tenant une grande place dans les problèmes de qualité de l'air en Amérique du Nord. Pour guider les alertes sur la qualité de l'air qui pourraient réduire l'exposition à la pollution atmosphérique et à protéger la santé humaine en cas de fumée de feux de forêt, Environnement et Changement climatique Canada a mis au point FireWork, qui est un système opérationnel intégral de prévision de la qualité de l'air reposant sur des données en temps quasi réel sur les émissions de combustion de biomasse. Ce système livre des prévisions opérationnelles par modélisation des concentrations de polluants atmosphériques émanant de la combustion de biomasse, notamment de $PM_{2,5}$, et ce, quotidiennement pour toute l'Amérique du Nord (Pavlovic et coll., 2016).

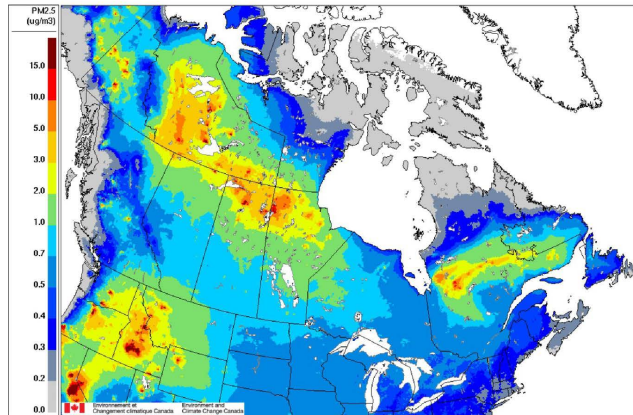
Une analyse rétrospective sur plusieurs années des prévisions de $PM_{2,5}$ provenant des feux de forêt, accessible par le biais du système FireWork, a permis d'estimer l'exposition de la population canadienne aux $PM_{2,5}$ émanant de feux de forêt (Munoz-Alpizar et coll., 2017). Les émissions découlant des feux de forêt de toute l'Amérique du Nord ont été incluses dans cette modélisation limitée à une période de cinq mois, de mai à septembre, pour les années civiles 2013 à 2018. En raison des changements importants apportés à la grille de modélisation utilisée pour 2016, les résultats du modèle sont entachés d'une grande incertitude. C'est pourquoi les résultats de 2016 n'ont pas fait l'objet d'une analyse plus poussée.

Les comparaisons en moyenne mensuelle des concentrations prévues de $PM_{2,5}$ à la surface émanant des feux de forêt accusent pour la période de 2013 à 2018 d'amples variations d'année en année tant pour le moment que pour les emplacements spatiaux des impacts (voir la figure 5.2). De plus, les feux de forêt peuvent parfois sévir à maintes reprises dans un même lieu et dans une même saison. La présence fréquente de $PM_{2,5}$ émanant de feux de forêt, plus particulièrement dans l'ouest de l'Amérique du Nord, influe sur l'atteinte régionale des normes de qualité de l'air en ce qui concerne les $PM_{2,5}$. La figure 5.3 présente le pourcentage de la masse terrestre du Canada où l'on retrouve des $PM_{2,5}$ provenant des feux de forêt et le pourcentage de la population canadienne touchée par les concentrations supérieures aux niveaux seuils indiqués de ces $PM_{2,5}$. De 2013 à 2017, plus de 60 % de la masse terrestre du Canada présentait des concentrations moyennes (de mai à septembre) de ces $PM_{2,5}$ qui étaient supérieures ou égales à $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$; plus de 90 % de la population était touché, ce qui démontre l'ampleur de la fumée des feux de forêt. Il faut aussi dire que, de 2013 à 2018, de 25 % à 40 % de la masse terrestre canadienne présentait des concentrations moyennes de $PM_{2,5}$ émanant des feux de forêt égales ou supérieures à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lesquelles touchaient de 20 % à 30 % de la population. À des niveaux seuils de concentration plus élevés, on a constaté une diminution plus grande des pourcentages de la masse terrestre et de la population qui étaient

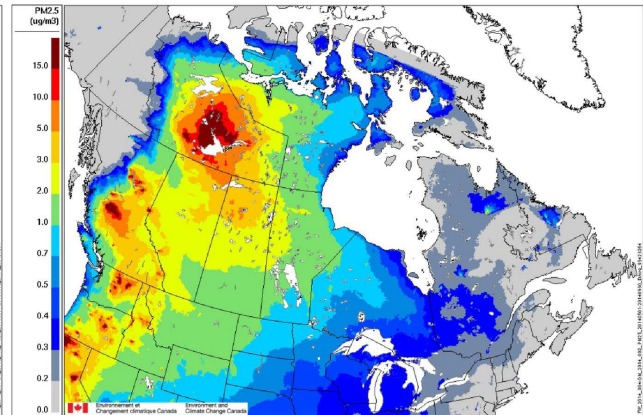


touchées. Comme la population canadienne n'est pas d'une répartition égale sur le large territoire, la proximité entre les centres de population et les feux de forêt détermine au plus haut point la population qui sera touchée par des concentrations supérieures de $PM_{2,5}$ émanant des feux de forêt. En 2017 par exemple, les feux de forêt et les panaches de fumée ont touché de grands centres de population en Colombie-Britannique et la proportion de la population touchée a été supérieure à la proportion de la masse terrestre. La figure 5.4 présente des données pour les provinces et les territoires où des concentrations égales ou supérieures à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $PM_{2,5}$ émanant des feux de forêt concernent plus de 5 % de la masse terrestre et plus de 5 % de la population pour la période de 2013 à 2018. Plusieurs années entre 2013 et 2018, de 60 % à 100 % de la masse terrestre et plus de 80 % de la population dans les quatre provinces de l'Ouest et les Territoires du Nord-Ouest ont connu des concentrations moyennes (de mai à septembre) de $PM_{2,5}$ émanant des feux de forêt d'au moins $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

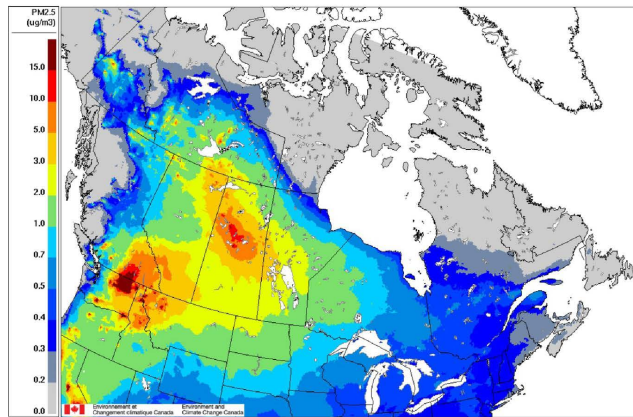
2013



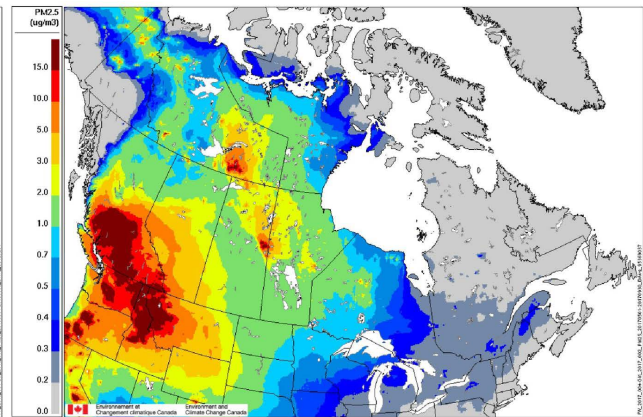
2014



2015



2017



2018

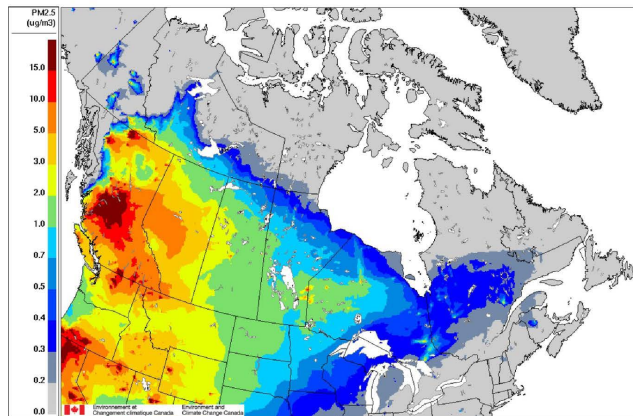


Figure 5.2 Concentrations de PM 2,5 émanant des feux de forêt (de mai à septembre) de 2013 à 2018 au Canada. Les couleurs des cartes vont du gris au rouge foncé dénotant des concentrations de PM_{2,5} émanant des feux de forêt variant de 0,0 à 15,0 µg/m³. Source : Matz et coll., 2020.

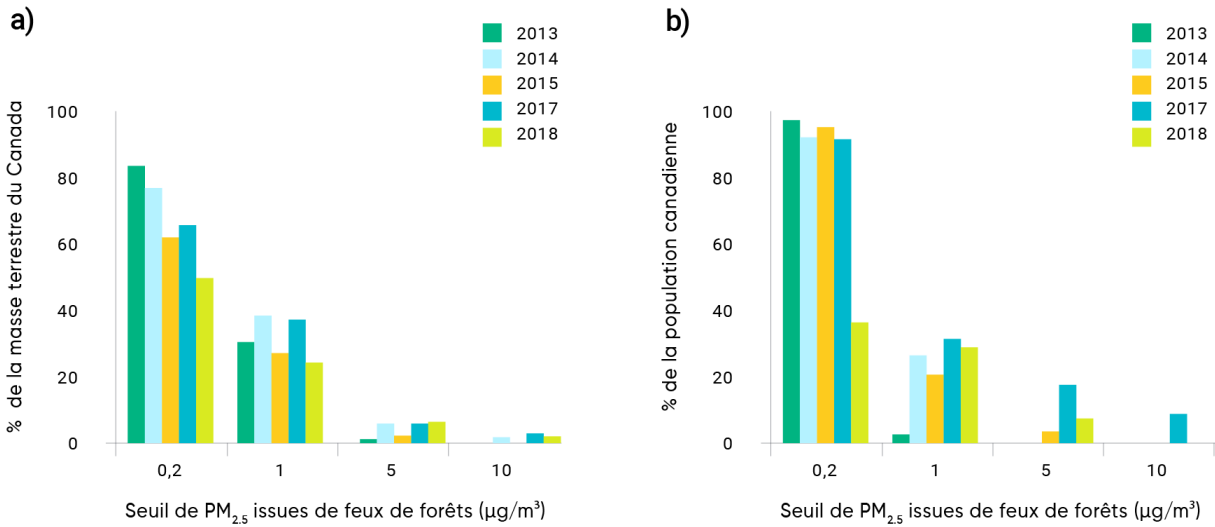


Figure 5.3 Pourcentages de la masse terrestre et de la population du Canada connaissant des concentrations moyennes (de mai à septembre) de PM_{2,5} émanant des feux de forêt dépassant les valeurs seuils données. Le tableau A montre le pourcentage de la masse terrestre canadienne connaissant des concentrations moyennes de PM_{2,5} émanant des feux de forêt supérieures aux seuils donnés, de mai à septembre, et le tableau B indique le pourcentage de la population connaissant des concentrations semblables les mêmes mois. Source : Matz et coll., 2020.

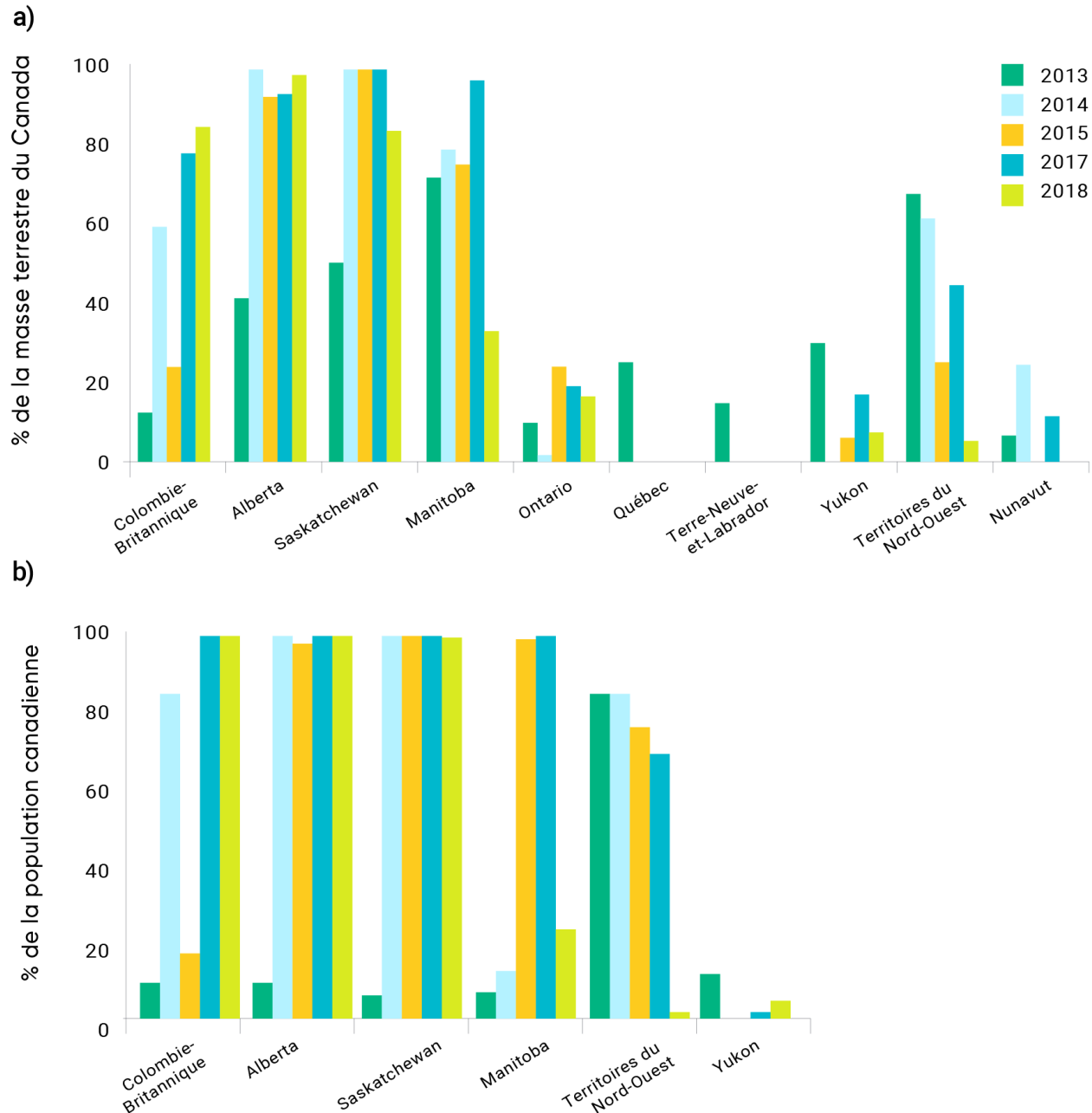


Figure 5.4 Pourcentages de la masse terrestre et de la population par province et territoire connaissant des concentrations moyennes (de mai à septembre) de $PM_{2.5}$ émanant des feux de forêt égales ou supérieures à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au cours de la période de 2013 à 2018. Le tableau A présente le pourcentage de la masse terrestre canadienne où les concentrations moyennes (de mai à septembre) de $PM_{2.5}$ émanant des feux de forêt sont supérieures ou égales à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de 2013 à 2018. Le tableau B fait de même pour le pourcentage de la population connaissant des concentrations moyennes semblables, de mai à septembre, de 2013 à 2018. Les tableaux A et B ne font état que des provinces et des territoires dont plus de 5 % de la masse terrestre ou de la population est touché. Source : Matz et coll., 2020.

Les impacts sur la santé de la population canadienne qui étaient attribuables aux $PM_{2,5}$ émanant des feux de forêt dans les périodes de 2013 à 2015 et de 2017 à 2018 ont fait l'objet d'une estimation à l'aide de l'OEBQA, version 3 de Santé Canada. Les résultats de mortalité et de morbidité et leur valeur économique sont présentés aux tableaux 5.5 et 5.6. À l'échelle nationale, de 54 à 240 décès prématurés par exposition à court terme et de 570 à 2 500 par exposition à long terme étaient attribuables en valeur annuelle aux $PM_{2,5}$ émanant des feux de forêt, tout comme de nombreux problèmes non mortels sur le plan de la santé cardiorespiratoire. Les effets les plus fréquents de morbidité étaient les jours de symptômes respiratoires aigus et les jours d'activité restreinte. La variation appréciable d'année en année des feux de forêt se reflète dans l'analyse des impacts sanitaires, les impacts les plus grands étant estimés pour 2017 et des impacts bien moindres pour 2013. La variabilité est également fonction de la dispersion des panaches de pollution atmosphérique provenant des feux sur les zones très peuplées. Pour les cinq années civiles visées, la valeur économique des impacts sur la santé de la population a été estimée à 410 millions à 1,8 milliards de dollars par an pour les impacts aigus sur la santé et à 4,3 milliards à 19 milliards de dollars pour les impacts chroniques sur la santé.

Tableau 5.5 Impacts aigus sur la santé et valeur économique^a des $PM_{2,5}$ émanant des feux de forêt dans les périodes de 2013 à 2015 et de 2017 à 2018

	2013	2014	2015	2017	2018
Mortalité aiguë	54	70	97	240	131
Valeur de la mortalité aiguë ^b	410 M\$ [120 M\$ à 830 M\$]	520 M\$ [160 M\$ à 1,1 G\$]	730 M\$ [220 M\$ à 1,5 G\$]	1,8 G\$ [530 M\$ à 3,7 G\$]	980 M\$ [280 M\$ à 2,0 G\$]
Jours de symptômes respiratoires aigus	100 000	140 000	190 000	420 000	240 000
Jours de symptômes de l'asthme ^c	2 600	3 400	4 600	10 000	6 000
Épisodes de bronchite aiguë chez les enfants	170	230	310	710	420



	2013	2014	2015	2017	2018
Visites à l'urgence en raison de problèmes respiratoires	34	45	61	140	83
Hospitalisations en raison de problèmes respiratoires	60	75	110	250	140
Visites à l'urgence en raison de troubles cardiaques	46	57	80	190	110
Hospitalisations en raison de troubles cardiaques	750 000	1 000 000	1 400 000	3 200 000	1 800 000
Jours d'activité restreinte	750,000	1,000,000	1,400,000	3,200,000	1,800,000
Valeur de la morbidité aiguë ^b	73 M\$ [13 M\$ à 177 M\$]	97 M\$ [17 M\$ à 240 M\$]	131 M\$ [24 M\$ à 320 M\$]	310 M\$ [58 M\$ à 750 M\$]	170 M\$ [33 M\$ à 420 M\$]

M\$: millions de dollars; G\$: milliards de dollars

a. Les chiffres en dollars au tableau 5.5 sont les valeurs socioéconomiques liées à de petites variations du risque d'obtention de divers résultats sur la santé. L'OEBQA estime la valeur économique de ces impacts sur la santé en tenant compte des conséquences possibles sur le bien-être social, économique et public des résultats sur la santé, ce qui comprend l'alourdissement des frais médicaux, la diminution de la productivité au travail, la douleur et la souffrance et les impacts d'un risque accru de mortalité.

b. Il s'agit d'une évaluation en moyenne d'itérations multiples [variation du 2,5^e au 97,5^e percentiles].

c. Les jours de symptômes de l'asthme sont estimés seulement pour les enfants (de 5 à 19 ans).

Tableau 5.6 Impacts chroniques sur la santé et valeur économique^a des PM_{2,5} émanant des feux de forêt dans les périodes de 2013 à 2015 et de 2017 à 2018

	2013	2014	2015	2017	2018
Mortalité chronique	570	730	1 000	2 500	1 400
Valeur de la mortalité chronique ^b	4,3 G\$ [1,5 G\$ à 8,2 G\$]	5,5 G\$ [2,0 G\$ à 11 G\$]	7,6 G\$ [2,7 G\$ à 15 G\$]	19 G\$ [6,7 G\$ à 35 G\$]	10 G\$ [3,8 G\$ à 20 G\$]
Cas de bronchite chronique chez les adultes	530	710	960	2 300	1 300
Valeur de la morbidité chronique ^b	230 M\$ [0 \$ à 620 M\$]	320 M\$ [0 \$ à 830 M\$]	420 M\$ [0 \$ à 1,1 G\$]	1,0 G\$ [0 \$ à 2,6 G\$]	560 M\$ [0 \$ à 1,5 G\$]

M\$: millions de dollars; G\$: milliards de dollars

a. Les chiffres en dollars au tableau 5.6 sont les valeurs socioéconomiques liées à de petites variations du risque d'obtention de divers résultats sur la santé. L'OEBQA estime la valeur économique de ces impacts sur la santé en tenant compte des conséquences possibles sur le bien-être social, économique et public des résultats sur la santé, ce qui comprend l'alourdissement des frais médicaux, la diminution de la productivité au travail, la douleur et la souffrance et les impacts d'un risque accru de mortalité.

b. Il s'agit d'une évaluation en moyenne d'itérations multiples [variation du 2,5^e au 97,5^e percentiles].

Le tableau 5.7 présente une ventilation par province et territoire des décès prématurés estimés à l'échelle nationale. En 2013, les impacts les plus importants ont été estimés pour l'Ontario et le Québec, reflet des feux de forêt dans le nord-ouest du Québec cette année-là. Les autres années (2014 à 2018), les effets impacts les plus marqués appartenaient à la Colombie-Britannique et à l'Alberta, ce qui témoignait du nombre élevé de feux de forêt dans l'Ouest canadien et aux États-Unis dans ces périodes. Au cours de ces années, on a aussi relevé des impacts sur la santé pour la Saskatchewan, le Manitoba, l'Ontario et le Québec, indice que le transport à grande distance des PM_{2,5} émanant des feux de forêt peut nuire à la santé des populations loin des endroits où éclatent les feux de forêt.

Tableau 5.7 Estimation des décès prématurés par exposition aiguë et chronique aux PM_{2,5} émanant des feux de forêt par province et territoire dans les périodes de 2013 à 2015 et de 2017 à 2018

	2013		2014		2015		2017		2018	
	AIGUË	CHRONIQUE	AIGUË	CHRONIQUE	AIGUË	CHRONIQUE	AIGUË	CHRONIQUE	AIGUË	CHRONIQUE
Canada	54	570	70	730	97	1 000	240	2 500	131	1 400
Colombie-Britannique	6	59	23	240	25	260	170	1 700	69	720
Alberta	7	71	19	200	28	290	42	440	42	430
Saskatchewan	3	30	6	60	9	96	6	62	5	53
Manitoba	3	35	4	37	7	74	4	45	4	40
Ontario	19	200	11	110	17	180	10	110	6	66
Québec	15	150	7	69	10	100	7	71	5	49
Nouveau-Brunswick	1	9	0	4	1	6	0	5	0	4
Île-du-Prince-Édouard	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
Nouvelle-Écosse	1	8	0	3	1	5	0	5	0	3
Terre-Neuve-et-Labrador	1	6	0	1	0	2	0	1	0	1

	2013		2014		2015		2017		2018	
	AIGUË	CHRONIQUE	AIGUË	CHRONIQUE	AIGUË	CHRONIQUE	AIGUË	CHRONIQUE	AIGUË	CHRONIQUE
Yukon	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Territoires du Nord-Ouest	0	2	1	5	0	1	0	1	0	0
Nunavut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5.6.5 Impacts sur la santé de la pollution atmosphérique par la fumée des feux de forêt en raison des changements climatiques

Dans de récentes études, la recrudescence à prévoir des feux de forêt selon les scénarios de changements climatiques a servi à estimer l'exposition de la population à la fumée des feux de forêt et les futurs impacts sur la santé. Mills et coll. (2018) ont établi des projections d'exposition à cette fumée dans l'ensemble des États continentaux des États-Unis selon les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5 pour 2050 et 2090. En 2050 selon les projections, il y aurait trois millions de gens de plus qui seraient exposés à la fumée des feux de forêt selon le RCP 8.5 comparativement au RCP 4.5 et la différence s'élèverait à 10 millions en 2090. Des variations régionales importantes s'observent dans tout le pays avec les impacts les plus grands sur la qualité de l'air dans le nord-est et le sud-ouest. Pour les méthodes de l'étude, on a fait preuve de prudence et n'a pas tenu compte du transport à grande distance de la fumée des feux de forêt. Ford et coll. (2018) se sont aussi reportés aux scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5 pour modéliser les feux de forêt et la combustion de biomasse ainsi que les émissions de $PM_{2,5}$ pour les États continentaux des États-Unis. Selon leurs estimations, les émissions annuelles moyennes de $PM_{2,5}$ émanant des feux de forêt augmenteraient aux deux horizons 2050 et 2100, parce qu'elles s'amplifieraient pendant la saison de pointe des feux et que la saison des feux s'allongerait. Les hausses projetées les plus importantes des émissions s'observaient dans le sud-est des États-Unis et le long de la frontière canadienne. De plus, en raison de la diminution prévue des sources anthropiques de $PM_{2,5}$ selon les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5, la contribution relative des $PM_{2,5}$ émanant des feux de forêt monterait approximativement de 25 % en 2000 à 50 % en 2050 et 2100. Selon les projections, des 17 000 décès prématurés attribuables aux $PM_{2,5}$ émanant des feux de forêt en 2000 qui servent de référence modélisée, on passerait à 42 000 (RCP 4.5) ou 32 000 (RCP 8.5) d'ici 2050 et à 32 000 (RCP 4.5) ou 44 000 (RCP 8.5) d'ici 2100.

Liu et coll. (2016) ont estimé ce que seraient les hospitalisations pour troubles respiratoires chez les personnes âgées de tout l'ouest des États-Unis en se reportant aux projections de $PM_{2,5}$ émanant des feux de forêt selon le scénario climatique SRES A1B. Les hausses à court terme des $PM_{2,5}$ en question étaient liées à une augmentation de 178 hospitalisations pour troubles respiratoires de personnes de 65 ans et plus de 2046 à 2051 par rapport à la période de 2004 à 2009. Les estimations étaient les plus élevées pour les centres de population du sud et du centre de la Californie, de l'ouest de l'État de Washington et du centre du Colorado et de l'Utah.

5.6.6 Populations à risque plus élevé

Pour certains des polluants atmosphériques associés à la fumée des feux de forêt comme les matières particulaires, de nombreuses études épidémiologiques ont cherché à établir quelles populations pouvaient être plus à risque (voir la section 5.3 Effets sur la santé de la pollution de l'air extérieur). En comparaison, moins d'études ont porté sur les populations ou les conditions susceptibles d'accroître le risque d'effets nocifs sur la santé de l'exposition à la fumée des feux de forêt. Des données probantes limitées semblent indiquer que les jeunes enfants, les personnes âgées, les personnes déjà atteintes d'affections comme l'asthme ou la MPOC et la population moins favorisée sur le plan socioéconomique seraient plus à risque (Liu et coll., 2015; Reid et coll., 2016). Un examen récent des études nord-américaines fait voir un plus grand effet de la fumée des feux de forêt chez les femmes que chez les hommes dans le cas de l'utilisation des services de santé en raison de troubles respiratoires chez les adultes en santé et chez ceux qui souffrent de MPOC (Kondo et coll., 2019). Cet examen signalait aussi un risque relatif un peu moindre dans le cas de l'utilisation des services de santé pour troubles respiratoires chez les jeunes par rapport aux adultes, mais les données étaient insuffisantes pour qu'on puisse juger de la modulation des effets selon le revenu, l'éducation, l'accès aux soins ou d'autres caractéristiques personnelles. Il faudra pousser la recherche pour mieux distinguer les sous-populations les plus exposées aux effets sur la santé de la fumée des feux de forêt.

Les populations autochtones pourraient être plus sensibles aux effets sur la santé de la pollution atmosphérique causée par les feux de forêt (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). Au Canada, le fardeau des affections respiratoires chroniques comme l'asthme et la MPOC est plus lourd pour les membres des Premières Nations et les Métis (Gershon et coll., 2014; Carrière et coll., 2017), ce qui les expose davantage aux effets nocifs de la pollution atmosphérique dans l'ensemble. Une étude canadienne indique une montée des problèmes respiratoires, des visites à la salle d'urgence et des consultations pour la toux, l'asthme et la pneumonie pendant la saison prolongée des feux de forêt en 2014 dans les Territoires du Nord-Ouest comparativement aux deux années précédentes, bien que l'étude en question n'ait pas directement porté sur les peuples autochtones (Dodd et coll., 2018a). Il faut aussi dire que les populations autochtones en région éloignée sont davantage exposées aux risques de la fumée des feux de forêt en raison de la proximité.

Du fait de leur profession, les pompiers luttant contre les feux de végétation s'exposent plus fréquemment et plus abondamment à la fumée des feux de forêt que le grand public. Des études menées auprès de pompiers ont révélé des effets aigus sur la santé de l'exposition à la fumée des feux de forêt, notamment une fonction pulmonaire diminuée, l'inflammation des poumons, le stress oxydatif pulmonaire et systémique et les symptômes respiratoires (Youssof et coll., 2014; Adetona et coll., 2016; Black et coll., 2017; Groot et

coll., 2019). En revanche, on n'a pas encore dégagé les effets à long terme d'une exposition professionnelle cumulative à cette même fumée.

5.6.7 Conclusion

Des études scientifiques ont relevé de nombreux effets nocifs sur la santé de la fumée des feux de forêt, et notamment une mortalité précoce et des effets sur la santé respiratoire. De plus, de nouvelles recherches jaugent les liens possibles avec les effets sur la santé cardiovasculaire, tout comme sur les issues de la grossesse, la santé mentale et le diabète. En outre, d'importants impacts sur la santé de la population en raison des $PM_{2,5}$ émanant des feux de forêt ont été estimés pour le Canada et les États-Unis et dans le monde. Pour la population canadienne en particulier pour la période de 2013 à 2018, de 620 à 2 700 décès par an ont été attribués aux $PM_{2,5}$ émanant des feux de forêt, tout comme un grand nombre d'effets nocifs non mortels sur la santé. Les changements climatiques devraient accroître le nombre et la gravité des feux de forêt au Canada et dans le monde à cause de l'intensification des feux de forêt et de l'allongement de la saison des feux. La montée des émissions découlant des feux de forêt alourdira le fardeau sur la santé publique de la pollution atmosphérique et exigera des services de santé publique et des autres organismes gouvernementaux qu'ils redoublent d'efforts d'adaptation.

5.6.8 Principales incertitudes

Bien qu'on s'attende au Canada à une intensification des feux de forêt au cours de ce siècle, il est difficile d'estimer les impacts sur la santé de la population dans les scénarios prospectifs des changements climatiques, car l'exposition de la population dépendra du lieu et de l'importance des divers feux et des conditions météorologiques, autant de facteurs difficiles à prévoir avec la résolution spatiale requise. La modélisation de la qualité de l'air accuse foncièrement des incertitudes tenant à la complexité des processus atmosphériques. De plus, les impacts modélisés sur la santé de la population sont sans doute sous-estimés, car ce ne sont pas tous les effets sur la santé de l'exposition à la pollution atmosphérique qui peuvent être quantifiés et analysés. Il faut aussi dire que les études épidémiologiques des effets sanitaires de la pollution atmosphérique causée par les feux de forêt en particulier demeurent limitées et que les effets sur la santé pourraient différer de ceux d'une exposition à la pollution atmosphérique ambiante. On reconnaît dans le monde l'importance croissante de la fumée des feux de forêt comme source d'exposition à la pollution atmosphérique; la recherche sur les effets sanitaires de cette fumée constitue un domaine dynamique de recherche. Cela pourrait entraîner l'élaboration de relations concentrations-réponses (RCR) propres à cette source aux fins des évaluations des impacts sur la santé.

5.7 Adaptation et atténuation des risques des effets sur la santé de la pollution de l'air extérieur

Outre les stratégies visant à diminuer les émissions de polluants atmosphériques, de multiples initiatives aident à réduire l'exposition à la pollution de l'air extérieur et aux risques sanitaires de cette pollution au Canada. Elles visent la pollution de l'air extérieur en général et, plus récemment, comportent des mesures portant précisément sur la fumée des feux de forêt. On peut noter une diminution du nombre d'avis de smog ces dernières années au Canada et aux États-Unis grâce aux réductions des émissions de polluants atmosphériques, mais les épisodes de fumée des feux de forêt se sont faits plus fréquents. Comme les changements climatiques peuvent concourir à la détérioration de la qualité de l'air et à l'augmentation des feux de forêt, de telles mesures sont d'autant plus importantes pour la protection de la santé publique.

5.7.1 Pollution de l'air extérieur

Le Canada a mis au point la Cote air santé (CAS) pour faire connaître quotidiennement au public les risques pour la santé de la pollution atmosphérique et éclairer les décisions de protection de la santé. Les prévisions de la CAS sont conçues pour aider les Canadiens et les Canadiennes à savoir quand surveiller leurs symptômes, limiter leur exposition à la pollution atmosphérique et apporter d'autres changements de comportement comme l'adaptation des activités entourant l'exercice. Cette cote représente les impacts combinés du mélange de polluants atmosphériques et décrit les risques pour la santé en valeur relative. Plutôt que d'asseoir la cote sur des valeurs seuils tirées de normes de qualité de l'air, la CAS calcule les risques à partir de l'analyse épidémiologique des impacts sur la santé de la population d'une exposition à court terme (quotidienne) aux polluants atmosphériques avec une valeur de 10 pour le jour de risque le plus élevé qui ait été observé pendant la période de 1998 à 2001. La formule tient compte des concentrations de NO_2 , d'ozone et de $\text{PM}_{2,5}$ dans leurs contributions respectives à l'accroissement du risque de mortalité de causes non accidentelles (Stieb et coll., 2008). La CAS se présente sur une échelle de 1 à 10+. Plus le chiffre s'élève, plus s'accroît le risque pour la santé (voir la figure 5.5). La CAS est donc une initiative visant à réduire les risques de la pollution atmosphérique qui favorise l'adaptation par la réforme des comportements; elle a attiré l'attention internationale par son efficacité et sa clarté (Chen et coll., 2013b; Oakes et coll., 2014; Du et coll., 2020).

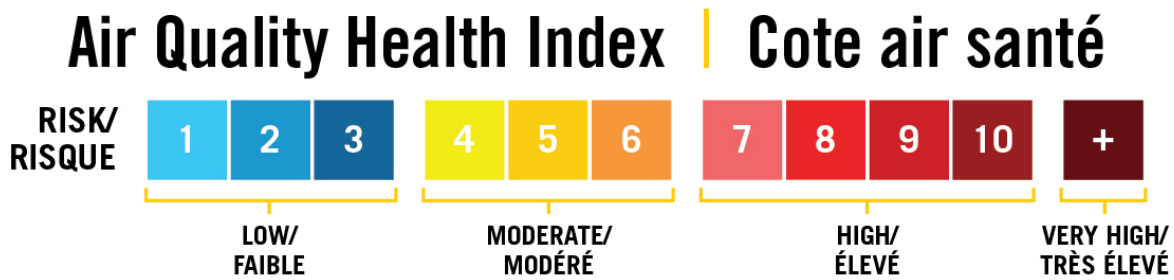


Figure 5.5 Échelle de la Cote air santé. Source : Gouvernement du Canada, 2019b.

L'utilité de la Cote air santé comme instrument d'adaptation dépend de la capacité de prévoir la qualité de l'air. Environnement et Changement climatique Canada établit les prévisions de la CAS pour tout le pays (gouvernement du Canada, 2019a); la cote est déclarée avec les prévisions météorologiques dans toutes les régions sauf au Québec, seule province à ne pas avoir adopté ce système. Avec son programme Info-Smog, le Québec a un indice de la qualité de l'air qui calcule un sous-indice pour chaque polluant relativement à une norme provinciale de la qualité de l'air (gouvernement du Canada, 2019b).

Les messages sanitaires et les conseils de protection de la santé communiqués par la CAS font la distinction entre la population en général et les populations qui peuvent être plus à risque (tableau 5.8). Les personnes atteintes de troubles cardiaques ou pulmonaires sont décrites comme étant les plus touchées par la pollution atmosphérique; d'autres populations plus à risque sont les personnes atteintes de diabète, les jeunes enfants, les personnes âgées et les personnes actives à l'extérieur. Les conseils de réduction de l'exposition visent principalement à prévenir les fortes expositions à la pollution atmosphérique par la modification des horaires et le déplacement des activités (à l'intérieur ou à l'extérieur et loin de la circulation, par exemple) et, en même temps, par l'encouragement à se livrer à des activités appropriées. Les personnes sont invitées à consulter les prévisions de la CAS et à apprendre à voir en quoi leur santé peut être touchée à différentes valeurs de cette cote (à reconnaître, par exemple, quand ils présentent des symptômes). Les personnes qui pourraient être plus à risque sont priées de contrôler leurs symptômes et de limiter les activités en plein air lorsque la CAS prend des valeurs plus élevées. En plus de l'information qui accompagne les prévisions de la CAS, un certain nombre de provinces, de municipalités et de médias publient des guides et des renseignements sur la CAS sur des pages Web et donnent des conseils d'adaptation au public. La campagne de sensibilisation Info air santé, qui a eu lieu de 2015 à 2019, a diffusé des renseignements supplémentaires sur les facteurs de vulnérabilité, les symptômes et les mesures de protection (Scout Environmental, 2019).

Des arrangements bilatéraux entre les autorités fédérales et locales régissent les alertes locales sur la qualité de l'air, aussi appelées avis, avertissements ou bulletins spéciaux sur la qualité de l'air. Les alertes peuvent être fondées sur une Cote air santé prévue de sept ou plus (risque élevé) ou intervenir là où un polluant particulier dépasse une concentration choisie par la province. Les messages de protection de la santé pour les avis s'accordent généralement avec les messages de la CAS en cas de risque élevé ou très élevé. Ils



peuvent toutefois être plus détaillés, avec des conseils pour éviter les endroits où circulent les voitures, rester à l'intérieur, dans un endroit muni de climatisation centrale, garder suffisamment de médicaments sous la main ou réduire la production de polluants de l'air intérieur, sans oublier les messages visant à l'adoption de mesures personnelles pour réduire la pollution, qu'il s'agisse de limiter l'utilisation de véhicules ou de s'abstenir de faire des feux à l'extérieur (ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario, 2010). Au Québec, le programme Info-Smog diffuse des avis lorsqu'on constate ou prévoit qu'un polluant atteindra la catégorie « mauvaise » et il emploie des messages semblables de réduction des risques (Santé Montréal, 2017).

Tableau 5.8 Messages de santé de la CAS

NIVEAU DE RISQUE POUR LA SANTÉ	COTE AIR SANTÉ	MESSAGES RELATIFS À LA SANTÉ	
		MESSAGE DESTINÉ À LA POPULATION TOUCHÉE*	MESSAGE DESTINÉ À LA POPULATION EN GÉNÉRAL
Risque faible	1 à 3	Profitez de vos activités habituelles en plein air.	Qualité de l'air idéale pour les activités de plein air.
Risque modéré	4 à 6	Envisagez de réduire ou de réorganiser les activités exténuantes en plein air si vous éprouvez des symptômes.	Aucun besoin de modifier vos activités habituelles en plein air à moins d'éprouver des symptômes comme la toux et une irritation de la gorge.
Risque élevé	7 à 10	Réduisez ou réorganisez les activités exténuantes en plein air. Les enfants et les personnes âgées devraient également modérer leurs activités.	Envisagez de réduire ou de réorganiser les activités exténuantes en plein air si vous éprouvez des symptômes comme la toux et une irritation de la gorge.
Risque très élevé	Plus de 10	Évitez les activités exténuantes en plein air. Les enfants et les personnes âgées devraient également éviter de se fatiguer en plein air.	Réduisez ou réorganisez les activités exténuantes en plein air, particulièrement si vous éprouvez des symptômes comme la toux et une irritation de la gorge.

* Les personnes qui souffrent de maladies cardiaques ou respiratoires sont plus à risque. Suivez les conseils de votre médecin en ce qui concerne l'activité physique et la gestion de votre maladie.

Source : gouvernement du Canada, 2015.

La CAS ne mesure pas les effets des odeurs, de la poussière de pollen, de la chaleur, ni de l'humidité sur la santé humaine. D'autres effets de santé ont été observés entre la chaleur et la pollution atmosphérique avec des hausses de la mortalité et des hospitalisations pour troubles cardiovasculaires ou respiratoires (EASAC [Conseil scientifique des académies des sciences européennes], 2019). Toutefois, les variations saisonnières et régionales des réactions à la chaleur, jointes à d'autres facteurs, ont empêché jusqu'à

maintenant d'envisager une cote combinée de la chaleur et de la qualité de l'air ou l'intégration d'un indicateur de chaleur à la CAS. On trouvera peu d'information dans les fiches d'information de la CAS sur le risque combiné de pollution atmosphérique et de chaleur. Lorsque des avertissements de chaleur et de qualité de l'air sont publiés simultanément, les messages reconnaissent les risques combinés des deux aléas, mais des messages intégrés d'adaptation n'ont pas été établis. Certaines administrations locales ont recouru à des combinaisons spéciales de données tirées des travaux de Santé Canada traitant des formes extrêmes de la chaleur et de la pollution atmosphérique (Anderson, 2016), mais il y a lieu d'élaborer des messages communs.

Il n'existe aucune preuve expérimentale directe de l'efficacité des programmes de prévision de la qualité de l'air comme la CAS dans la réduction des risques pour la santé de la population. Nombreuses sont néanmoins les études qui associent la hausse des risques pour la santé à celle de l'exposition aux polluants atmosphériques; par conséquent, des mesures propres à réduire efficacement l'exposition abaisseront ces risques (Abelsohn et Stieb, 2011). Plusieurs études ont traité de l'efficacité des programmes d'avis sur la qualité de l'air pour la réforme des comportements (Wen et coll., 2009; Spurr et coll., 2014; Radisic et coll., 2016). Elles constatent que les personnes plus vulnérables à la pollution atmosphérique (personnes atteintes de l'asthme, par exemple) ou ayant une meilleure connaissance de cette pollution étaient plus susceptibles de réagir à l'information véhiculée. Il reste que peu d'études ont pu répondre à la question de savoir si l'incidence de la maladie diminue. Une étude de l'influence des messages téléphoniques d'alerte aux patients sensibles avec des entrevues de suivi sur les mesures et les symptômes n'a pas révélé d'effet sur la santé (Mehiriz et Gosselin, 2019). Une autre étude a examiné l'impact des avis sur la qualité de l'air à Toronto et a permis de constater que la diffusion d'alertes était liée à une diminution de 25 % du nombre de visites à la salle d'urgence pour troubles asthmatiques, mais sans faire voir un effet pour d'autres résultats sur la santé (Chen et coll., 2018).

L'amélioration des espaces verts urbains peut jouer un rôle en tant que mesure d'adaptation pour faire face aux changements climatiques, tout en pouvant présenter des avantages accessoires sanitaires et sociaux. De nombreuses recherches font voir un rapport positif entre l'exposition aux espaces verts et l'amélioration de résultats sanitaires (hypertension, résultats cardiovasculaires, etc.) (Twohig-Bennett et Jones, 2018). Plus récemment, des chercheurs ont tenté d'éclaircir en quoi le manque d'espaces verts et la pollution atmosphérique, deux éléments clés du milieu urbain, se conjuguent pour compromettre la santé. De nouvelles données font voir qu'une extension des espaces verts est de nature à atténuer les effets de la pollution atmosphérique (Crouse et coll., 2019). Ainsi, les espaces verts urbains peuvent faire naître un environnement où les gens pourront aller, notamment pour faire de l'exercice, loin de microenvironnements plus polluants comme les abords des routes. Les infrastructures vertes comme les murs végétaux le long des routes passantes peuvent réduire le passage des polluants atmosphériques dans les milieux avoisinants (Baldauf, 2016). Les espaces verts peuvent aussi avoir un effet de refroidissement qui aide à atténuer l'effet d'îlot de chaleur en milieu urbain (voir le chapitre 3 : Aléas naturels) et jouer un rôle de puits de carbone.

5.7.2 Fumée des feux de forêt

La fumée des feux de forêt est devenue une caractéristique fréquente pendant l'été de l'état de la qualité de l'air sur de vastes régions au Canada, plus particulièrement dans l'ouest du pays, attirant l'attention sur les impacts sur la santé publique et les mesures d'adaptation en santé publique. Les modèles font voir

que les incendies de forêt continueront d'augmenter en gravité et en fréquence à cause des changements climatiques (voir la section 5.6 Changements climatiques et pollution atmosphérique par les feux de forêt). Les mesures d'adaptation que commande la fumée des feux de forêt consistent principalement à alerter la population et à lui donner les moyens de réduire son exposition, surtout s'il s'agit de personnes plus à risque d'impacts connexes sur la santé. Une étude qualitative des impacts sanitaires des feux de forêt en 2014 dans les Territoires du Nord-Ouest a permis d'observer un déclin de la santé mentale et émotionnelle chez la majorité des personnes interrogées, ainsi que de recommander une planification et une éducation complètes pour abaisser les risques dans les collectivités autochtones et autres (Dodd et coll., 2018b).

Ces dernières années, des progrès ont été réalisés dans la modélisation de la qualité de l'air afin d'intégrer la fumée des feux de forêt dans les prévisions de la qualité de l'air. Environnement et Changement climatique Canada a conçu son modèle FireWork dans le cadre de son système opérationnel de prévision de la qualité de l'air. Il produit deux fois par jour des prévisions de $PM_{2,5}$ émanant des feux de forêt pour les 48 prochaines heures. Les données du modèle sont incorporées aux prévisions de la qualité de l'air. Le système produit des cartes et des animations des trajectoires prévues de la fumée et lance au besoin des alertes sur la qualité de l'air (gouvernement du Canada, 2019c). La cohésion relative d'un panache de fumée sur de grandes distances montre bien que les épisodes de feux de forêt présentent des défis particuliers pour les prévisions et la prise de mesures d'adaptation adéquates.

À l'heure actuelle, la formule de la CAS fait l'objet d'une évaluation d'efficacité dans le contexte des feux de forêt. Il est préoccupant de constater que, lors des épisodes de fumée, les relevés de la CAS ne correspondent pas aux expériences sensorielles du public sur place. Une analyse a été réalisée avec des données de la Colombie-Britannique; une version de l'indice CAS+ avec une formule pour les $PM_{2,5}$ sur une heure seulement a été considérée comme convenant mieux à l'analyse des effets sur l'asthme et des consultations médicales pour troubles respiratoires, mais non des résultats de mortalité et de troubles cardiovasculaires. La nouvelle version est maintenant utilisée toute l'année en Colombie-Britannique conjointement avec la CAS (Yao et coll., 2019). Les Territoires du Nord-Ouest ont élaboré un guide d'autoévaluation pour la fumée des feux de forêt et la santé sous l'angle de la visibilité (Santé et Services sociaux, T.N.O., 2016a).

Des concentrations ambiantes extrêmes de $PM_{2,5}$ peuvent être observées, auquel cas des mesures d'adaptation qui vont au-delà des conseils de réduction des risques de la CAS pourraient devoir être prises. En Colombie-Britannique, le Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique a procédé à une analyse des interventions de santé publique en cas de feu de forêt et a dégagé 13 priorités d'action. Toutes ces priorités ont de l'intérêt pour l'adaptation aux épisodes de fumée, mais trois présentent un intérêt particulier, soit l'élaboration de lignes directrices sur les abris d'air pur en cas d'incident de fumée, la participation des professionnels de la santé publique aux interventions d'urgence en cas de feu de forêt et la sensibilisation du public aux mesures de protection (Maguet, 2018). La province a aussi passé en revue les données sur la filtration de l'air dans les établissements (Keefe, 2014), l'utilisation d'abris à air pur (Barn, 2014), les conseils d'activités extérieures et le port de masques protecteurs (Centre de contrôle des maladies de la C.-B., 2014). Un ensemble de fiches d'information publique a vu le jour en 2019 (Centre de contrôle des maladies de la C.-B., 2019). Au Manitoba, le Bureau de gestion des opérations en cas de catastrophe a conçu des lignes directrices pour la protection de la santé et du bien-être des collectivités en cas de feu de forêt (Santé Manitoba, 2019), tout comme ont pu le faire les Territoires du Nord-Ouest (Santé et Services sociaux, T.N.O., 2016b). Le gouvernement fédéral et un certain nombre de provinces et de territoires ont des rapports, des

pages Web et des fiches d'information qui renseignent le public sur les questions de protection de la santé et de réduction des risques (ministère de la Santé et des Soins de longue durée de l'Ontario, sans date; ministère de l'Environnement et de la Santé et la Sécurité publique de la Saskatchewan, sans date; ministère de la Santé et du Bien-être de la Nouvelle-Écosse, 2018; Santé et Services sociaux, Territoires du Nord-Ouest, 2018; Alberta Health Services, 2019; gouvernement du Canada, 2019d; Environnement et Lutte contre les changements climatiques Québec, 2019; ministère de la Santé et des Affaires sociales du Yukon, 2020; Santé Canada, 2020).

5.8 Impacts des changements climatiques sur la qualité de l'air intérieur et la santé

Les Canadiens et les Canadiennes passent environ 90 % de leur temps à l'intérieur (Leech et coll., 2002; Matz et coll., 2014). Il a été démontré que l'exposition à une piètre qualité de l'air intérieur cause ou aggrave une grande diversité d'effets sur la santé, qu'il s'agisse de l'asthme, des allergies, de la MPOC ou d'autres affections respiratoires. Un certain nombre de polluants couramment mesurés dans l'air intérieur sont des cancérogènes reconnus (Zhang et Smith, 2003; Dales et coll., 2008a; Hulin et coll., 2012). Les changements climatiques et les efforts en vue d'atténuer les émissions de GES peuvent agir sur la qualité de l'air intérieur de diverses manières susceptibles de nuire grandement à la santé humaine au Canada.

5.8.1 Étanchéité à l'air des bâtiments

L'étanchéité à l'air des bâtiments (aussi appelée étanchéité des enveloppes), qui se définit comme la résistance aux dégagements vers l'intérieur ou l'extérieur par des points de fuite accidentelle ou des failles de l'enveloppe des bâtiments, constitue une importante considération en matière de qualité de l'air intérieur. Près des deux tiers de la consommation d'énergie des bâtiments résidentiels et commerciaux au Canada sont destinés au chauffage et au refroidissement (RNCAN, 2018). Depuis le début des années 1980, l'efficacité énergétique des maisons au Canada s'est radicalement améliorée grâce à la mise à jour des codes du bâtiment et à des programmes de certification d'efficacité énergétique comme le Programme R-2000 et Energy Star (Hamlin et Gusdorf, 1997; Parekh et coll., 2007). Toutefois, augmenter l'étanchéité à l'air, c'est nuire à la ventilation naturelle. Qui plus est, l'utilisation en hausse de la climatisation (RNCAN, 2016), qui pourrait encore s'accroître avec l'élévation des températures liées aux changements climatiques, peut avoir pour effet de réduire la ventilation naturelle, d'où une accumulation possible de polluants produits à l'intérieur des bâtiments comme les COV et les PM_{2,5}. Une plus grande étanchéité à l'air est également de nature à emprisonner l'humidité dans les habitations, ce qui crée de la moisissure et fait proliférer les acariens de la poussière (Bone et coll., 2010). Les ventilateurs-récupérateurs de chaleur offrent un moyen éconergétique de bonne ventilation du foyer (Société canadienne des hypothèques et de logement [SCHL], 1998; Santé Canada, 2018) et leur emploi est lié à de meilleurs résultats de santé (diminution, par exemple, des symptômes de

troubles respiratoires) pour les occupants selon des études canadiennes et étrangères (Leech et coll., 2004; Kovesi et coll., 2009; Maidment et coll., 2014). Pendant que se poursuivent les efforts au Canada en vue d'accroître l'efficacité énergétique résidentielle à des fins d'atténuation des GES, il importe de veiller à ce que les maisons demeurent suffisamment ventilées pour éviter toute piètre qualité de l'air intérieur et prévenir les effets nocifs sur la santé que cause une aération insuffisante (Hernberg et coll., 2014; Sharpe et coll., 2015). Une ventilation qui laisse à désirer peut tout autant se répercuter sur la transmission de maladies respiratoires infectieuses comme la tuberculose, ce qui représente un problème majeur pour les collectivités des Premières Nations (à l'intérieur et à l'extérieur des réserves) et des Inuits (Beggs et coll., 2003).

5.8.2 Impact des conditions ambiantes changeantes sur le milieu intérieur

Les changements apportés au milieu extérieur en raison des changements climatiques sont susceptibles d'agir sur la qualité de l'air intérieur. Ainsi, les concentrations extérieures d'ozone peuvent entraîner une hausse des concentrations de polluants de l'air intérieur comme le formaldéhyde, l'acroléine, d'autres aldéhydes, les acides et les particules ultrafines, car on sait que l'ozone réagit avec d'autres composés quand il gagne le milieu intérieur (Nazaroff et Weschler, 2004; Weschler, 2006). Les conditions ambiantes de température, d'humidité relative et de vitesse du vent, par exemple, peuvent influencer tout autant sur la qualité de l'air intérieur. Ainsi, des températures extérieures hivernales plus élevées abaissent les débits de ventilation en diminuant l'infiltration résultant de la montée de l'air chaud dans un bâtiment; de fortes rafales de vent élèvent en revanche les débits de ventilation en créant une différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment (Santé Canada, 2018). L'élévation des températures intérieures due à l'élévation des températures extérieures a aussi à voir avec une hausse des débits d'émission de polluants atmosphériques provenant des matériaux de construction, ainsi que des concentrations intérieures de COV dans les habitations (Wallace et coll., 1996; Heroux et coll., 2010; Xiong et coll., 2013). À l'inverse, des mesures d'adaptation comme l'augmentation de l'étanchéité à l'air des maisons et de l'utilisation de la climatisation sont de nature à diminuer l'impact de conditions ambiantes médiocres sur la qualité de l'air intérieur, bien que la rétention des polluants de sources intérieures puisse poser un problème en cas d'insuffisance de la ventilation. Dans l'ensemble, ces interactions sont complexes et variables et subissent l'influence des paramètres de construction et des facteurs locaux.

5.8.3 Événements météorologiques extrêmes et feux de forêt

Les changements climatiques au Canada ont rendu plus fréquents certains événements météorologiques extrêmes (événements de chaleur extrême, fortes précipitations, etc.) et continueront à le faire selon les prévisions (Bush et Lemmen, 2019) (voir le chapitre 3 : Aléas naturels). Ces incidents peuvent engendrer une diversité d'impacts sur la qualité de l'air intérieur et nuire ainsi à la santé humaine. Les pannes d'électricité causées par des événements météorologiques extrêmes comme les crues ou les tempêtes de vent ou de glace peuvent amener les personnes à utiliser des génératrices portatives à essence, des appareils de chauffage au pétrole et au gaz, des foyers ou des chandelles à l'intérieur des maisons (Warren et Lemmen, 2014). Ces dispositifs peuvent créer de fortes concentrations de polluants dans l'air intérieur (CO, PM_{2,5},

carbone suie, particules ultrafines, NO₂, hydrocarbures aromatiques polycycliques, etc.) que l'on associe à toutes sortes d'effets nocifs sur la santé, dont le risque accru de décès. Par exemple, en 1998, 28 décès signalés pendant une tempête de verglas qui a entraîné d'importantes pannes de courant dans une grande partie de l'Est du Canada ont été largement attribuables à une intoxication au monoxyde de carbone (Hartling et coll., 1998; Berry et coll., 2008). Les pannes d'électricité peuvent aussi entraîner des défaillances des systèmes de ventilation mécanique avec pour conséquence une sous-ventilation des maisons et autres bâtiments et, de ce fait, une accumulation de polluants atmosphériques produits dans le milieu intérieur (Institute of Medicine [IOM], 2011). Avec la transformation du climat, les événements météorologiques extrêmes devraient accroître le risque d'impacts sur les infrastructures énergétiques partout au Canada (Association canadienne de l'électricité [ACÉ], 2018), d'où le besoin d'adopter des mesures d'adaptation pour atténuer les effets nocifs sur la santé de la détérioration de l'air intérieur à la suite des pannes d'électricité.

On prévoit en outre que les changements climatiques rendront plus fréquentes les fortes précipitations, ainsi que les ondes de tempête et les inondations en zone littorale au pays (Bush et Lemmen, 2019) (voir le chapitre 3 : Aléas naturels et le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau). De tels événements peuvent créer des inondations et des pénétrations d'eau dans le milieu intérieur et susciter des conditions propices à la prolifération des bactéries et de champignons comme la moisissure (Santé Canada, 2007). Pour prendre un exemple, l'ouragan Katrina en 2005 a entraîné une prolifération importante de moisissure à l'intérieur de nombreuses maisons des régions sinistrées de la Louisiane (Solomon et coll., 2005). L'exposition à la moisissure a été associée à l'irritation des yeux, du nez et de la gorge, à la toux et l'accumulation de mucosités, à la respiration sifflante et à l'essoufflement, ainsi qu'à une plus grande prévalence des symptômes de l'asthme (Santé Canada, 2007). De plus, la pénétration de l'eau dans le milieu intérieur peut abîmer les matériaux de construction et faire monter les débits d'émission de polluants atmosphériques à cause de matériaux humides (Korpi et coll., 1998; Wolkoff, 1998; Huang et coll., 2016). En 2013, une inondation majeure en Alberta a forcé l'évacuation de 100 000 résidences et causé des dommages aux biens assurés qui se sont élevés à plus de 1,74 milliard de dollars (Bureau d'assurance du Canada, 2013). Signalons enfin que les travaux de rénovation ou de réparation effectués à la suite de dommages causés par l'eau dans le milieu intérieur exposent davantage les occupants aux COV à cause des émissions des matériaux de construction neufs (Weschler, 2009; ECA, 2013).

Les feux de forêt risquent également de gagner en gravité et en fréquence dans un climat en évolution, ce qui pourrait aggraver la pollution de l'air tant intérieur qu'extérieur dans les zones touchées (voir section 5.6 Changements climatiques et pollution atmosphérique par les feux de forêt). L'impact de la fumée des feux de forêt sur le milieu intérieur dépend de diverses caractéristiques de l'habitation; par conséquent, certaines maisons peuvent être plus touchées que d'autres. Compte tenu de l'augmentation de la fréquence des feux de forêt, des moyens d'adaptation de l'habitation comme les climatiseurs et les purificateurs d'air autonomes devraient être employés pour protéger les occupants contre les effets sanitaires néfastes de la fumée des feux de forêt. On a démontré, par exemple, que les matières particulaires s'infiltrent davantage dans les régions canadiennes au climat modéré où la climatisation est moins répandue et où les maisons sont souvent moins étanches à l'air (Clark et coll., 2010). Il convient d'ajouter que les particules fines s'infiltrent moins dans les maisons de construction plus récente et celles qui sont dotées de purificateurs d'air (Barn et coll., 2008; Hystad et coll., 2009; Clark et coll., 2010; MacNeill et coll., 2012; Kearney et coll., 2014; MacNeill et coll., 2014; Wheeler et coll., 2014).

Lors d'une situation d'urgence, les gens peuvent avoir besoin de se rassembler dans un abri d'air pur. Cependant, en raison de leur taux d'occupation élevé, ces abris peuvent poser des défis particuliers en matière de qualité de l'air intérieur relativement aux niveaux élevés de CO₂, aux températures intérieures et à l'humidité relative (Barn, 2014; Keefe, 2014; US EPA, 2016). Le maintien de la qualité de l'air dans un abri en période de pollution importante de l'air ambiant peut demander des moyens stratégiques particuliers comme la filtration, la purification et le conditionnement de l'air (Santé Canada, 2020). Les risques de santé publique liés aux maladies infectieuses sont également problématiques lorsque des gens sont hébergés en cas d'urgence. La protection de la santé publique pendant la pandémie de COVID-19 en 2020 a nécessité une adaptation des approches quant aux abris d'air pur, avec des directives sur le dépistage des personnes symptomatiques, la distanciation physique et les fournitures de prévention (CDC des États-Unis, 2020).

5.8.4 Populations à risque plus élevé

Les gens ayant des problèmes de santé préexistants sont particulièrement vulnérables aux impacts sanitaires d'une mauvaise qualité de l'air intérieur (Dales et coll., 2008a; To et coll., 2009; Potera, 2011; Fann et coll., 2016). Il a également été démontré que les enfants sont plus vulnérables aux polluants de l'environnement (Faustman et coll., 2000) et que le vieillissement peut dégrader les défenses immunitaires et la fonction pulmonaire et créer une prédisposition aux infections respiratoires (Viegi et coll., 2009).

D'autres facteurs, comme la capacité individuelle de s'adapter ou d'atténuer les effets nocifs des changements climatiques sur le milieu intérieur, peuvent tout autant influencer sur la vulnérabilité des personnes face aux impacts connexes sur la santé. Les occupants de logements multifamiliaux et les locataires pourraient ne pas être en mesure de régler la température ou l'humidité, ce qui peut altérer la qualité de l'air intérieur en augmentant les émissions polluantes des matériaux de construction ou en favorisant la prolifération de la moisissure, respectivement. Les locataires peuvent être incapables de réaménager leur logement pour se garder de problèmes comme la pénétration de l'eau et l'infiltration de la fumée des feux de forêt (IOM, 2011; Romero-Lamkao et coll., 2014). De plus, les gens qui manquent de moyens financiers ou de connaissances peuvent ne pas être à même de prendre les mesures de protection nécessaires lorsque les changements climatiques altèrent la qualité de l'air intérieur de leur domicile (IOM, 2011). Des logements mal conçus et mal entretenus peuvent entraîner une exposition accrue aux produits chimiques, aux moisissures et aux agents pathogènes; les appareils de combustion mal ventilés contribuent aux maladies aiguës et chroniques; et l'exposition à la fumée de tabac ambiante est un risque important pour la santé des adultes et des enfants (Sequel et coll., 2017). L'emplacement géographique peut aussi rendre vulnérable aux impacts sanitaires, car certaines régions seront davantage exposées aux événements climatiques extrêmes, comme les crues ou les feux de forêt (voir le chapitre 3 : Aléas naturels).

Les Premières Nations, les Inuits et les Métis pourraient subir des impacts sanitaires disproportionnés en raison de la mauvaise qualité de l'air intérieur, compte tenu du fardeau de la maladie actuellement inégal dans certaines collectivités autochtones. On sait, par exemple, que les enfants inuits et des Premières Nations présentent des taux supérieurs d'infection grave des voies respiratoires inférieures exigeant une hospitalisation (Kovesi, 2012; McCuskee et coll., 2014) et qu'une plus grande prévalence de la bronchectasie a été signalée chez les enfants inuits (Das et Kovesi, 2015). Le tabagisme est plus répandu chez les populations autochtones, 27 % des Premières Nations vivant hors réserve, 26 % des Métis et 49 % des Inuits

âgés de 12 ans et plus fumant quotidiennement, comparativement à 15 % des non-Autochtones (Statistique Canada, 2015). Il est important de noter que même si les comportements à risque élevé tels que le tabagisme ont des impacts négatifs sur la santé, leur prévalence est symptomatique de « problèmes sociaux et économiques plus profonds, ainsi que de l'héritage du colonialisme » (ITK, 2014).

Au Canada, les taux de tuberculose sont quatre fois plus élevés chez les Métis, 57 et 24 fois chez les membres des Premières Nations à l'intérieur et à l'extérieur des réserves respectivement et 284 fois chez les Inuits par rapport aux non-Autochtones nés au Canada (ASPC, 2018; Vachon et coll., 2018). De plus, les cardiopathies sont 1,5 fois plus fréquentes chez les adultes des Premières Nations dans les réserves que chez les Canadiens et Canadiennes en général (Services aux Autochtones Canada, 2018). Ces iniquités en santé existantes peuvent aggraver les risques sanitaires liés aux impacts des changements climatiques sur la qualité de l'air intérieur.

Les Premières Nations, les Inuits et les Métis connaissent habituellement des taux supérieurs de pauvreté, de surpeuplement des logements et de mauvaise qualité des logements habitation (Adelson, 2005; CCNSA, 2017; Statistique Canada, 2017) qui sont de nature à accroître le risque d'impacts sanitaires tenant à une mauvaise qualité de l'air intérieur. Ainsi, 27 % des membres des Premières Nations qui sont des Indiens inscrits ou « visés par un traité » et 26 % des Inuits occupaient un logement nécessitant d'importantes réparations en 2016 (Statistique Canada, 2017); plus de la moitié des adultes des Premières Nations signalaient la présence de moisissure ou de mildiou dans leur maison (Santé Canada, 2014). De même, le Recensement de 2011 a indiqué que, chez les Inuits, le tiers des logements exigeait d'importantes réparations comparativement à 14 % des maisons des Métis et 7 % des habitations de la population canadienne en général (CCNSA, 2017). On s'attend à ce que les impacts des changements climatiques sur la qualité de l'air intérieur aggravent les risques sanitaires en lien avec la mauvaise qualité et le surpeuplement des habitations.

5.8.5 Adaptation

Les stratégies d'adaptation en matière de qualité de l'air intérieur au Canada exigent une approche de gestion des risques à volets multiples qui réunit la maîtrise des sources de pollution, la ventilation et la filtration (Poulin et coll., 2016). L'augmentation de l'étanchéité à l'air des enveloppes des bâtiments peut contribuer à l'accumulation de polluants de l'air intérieur si la ventilation n'est pas adéquate. Il est possible d'y remédier par l'installation et l'entretien adéquat de systèmes de ventilation mécanique (IOM, 2011; Poulin et coll., 2016; Santé Canada, 2018) ainsi que par la réduction ou l'élimination des sources intérieures de polluants de l'air, par exemple, par l'utilisation de produits à faible teneur en COV (Poulin et coll., 2016). Il est en outre possible de diminuer l'effet de la détérioration des conditions ambiantes en créant une enveloppe de bâtiment étanche à l'air, en employant des climatiseurs et des purificateurs d'air autonomes et en posant des filtres à haut rendement sur les chaudières. Nombre de ces mesures peuvent ne pas être à la portée d'un certain nombre de personnes et de sous-populations au pays, notamment les collectivités autochtones, en raison des iniquités sociales qui entraînent des logements inadéquats, de faible statut socioéconomique et de ressources insuffisantes pour la mise en œuvre de mesures de protection. Les interventions gouvernementales d'amélioration de la qualité de l'air ambiant viseront aussi à optimiser la qualité de l'air intérieur (Poulin et coll., 2016).

Les mesures de prévention des crues sont également là pour combattre ou réduire les dommages causés aux habitations par les inondations et d'autres voies d'infiltration de l'eau (Warren et Lemmen, 2014). De plus, l'installation d'avertisseurs de CO dans tous les foyers pourra aider à prévenir les décès par intoxication au monoxyde de carbone pendant les pannes d'électricité. Enfin, des mesures ciblées comme de meilleurs services antipoison et autres services médicaux ainsi que le soutien à l'amélioration des bâtiments et des infrastructures pour les collectivités rurales, exposées géographiquement ou à faible revenu pourront aider à protéger les gens qui pourraient être plus à risque.

5.8.6 Principales incertitudes

Il existe plusieurs incertitudes de taille en ce qui concerne l'ampleur des impacts des changements climatiques sur la qualité de l'air intérieur au Canada. Ainsi, les changements climatiques peuvent influencer les habitudes en matière d'activité et faire en sorte que les gens passent plus de temps à l'intérieur dans certaines conditions et à l'extérieur dans d'autres. Le parc immobilier canadien pourrait évoluer dans la mesure où la durabilité environnementale et la résilience climatique entreraient de plus en plus en jeu comme facteurs. On peut penser à une multiplication des constructions conformes aux normes comme les maisons à émission zéro (bâtiments qui produisent sur place toute l'énergie renouvelable qu'ils consomment [Singh et coll., 2019]) ou passives (conception de bâtiments à très faible dépense d'énergie [Wright et Klingenberg, 2015]), ou encore à la mise au point de nouveaux matériaux de construction conçus techniquement pour subir l'épreuve de l'eau ou mieux résister au feu. On ne sait pas encore au juste si les nouvelles stratégies d'adaptation qui s'offrent aux propriétaires seront adoptées et mises en œuvre, quelles forces les façonneront (coûts, besoins en assurance, etc.) et si elles suffiront à atténuer les problèmes de qualité de l'air intérieur qu'engendrent les changements climatiques.

5.9 Impacts des changements climatiques sur les aéroallergènes

5.9.1 Impact des changements climatiques sur les concentrations, la répartition et la durée saisonnière du pollen au Canada

Les concentrations d'aéroallergènes (pollen des arbres, des graminées et de l'herbe à poux, spores fongiques, etc.) s'accroissent dans certaines régions du monde et au Canada et une partie de ce phénomène a été liée aux changements climatiques (Ariano et coll., 2010; Sierra-Heredia et coll., 2018; Ziska et coll., 2019). Le moment et la durée saisonnière des aéroallergènes, tout comme la production et la teneur en allergènes des grains polliniques, continueront à subir l'influence des changements climatiques (voir la figure 5.6) (Ariano et coll., 2010; Bonofiglio et coll., 2013; Ziska et Beggs, 2012).

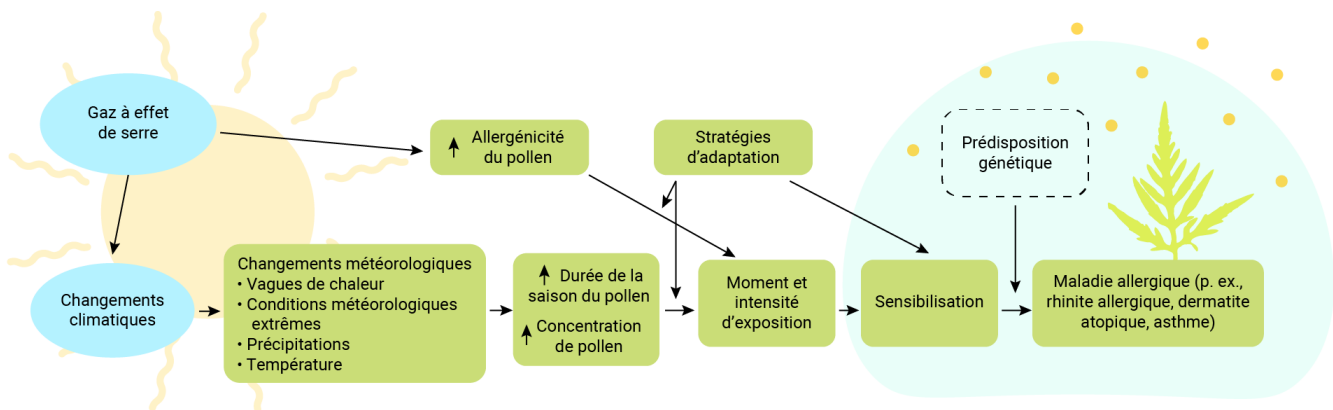


Figure 5.6 Incidence des changements climatiques sur les aéroallergènes au Canada.

Avec les changements climatiques et les hausses consécutives des émissions de CO₂, les températures s'élèveront et, par conséquent, la saison des aéroallergènes débutera plus tôt et finira plus tard (Traidl-Hoffmann et coll., 2003; D'Amato et coll., 2014; Rice et coll., 2014; D'Amato et coll., 2016). On a constaté en Amérique du Nord que la saison du pollen d'herbe à poux s'était allongée de 27 jours entre 1995 et 2009 à cause de l'adoucissement des températures (Takaro et coll., 2013). De plus, la hausse des concentrations atmosphériques de CO₂ peut agir sur les processus de reproduction des plantes, ce qui augmentera la production de pollen (Taylor et coll., 2007; Shea et coll., 2008; Ariano et coll., 2010, 2015; Bjerg et coll., 2016). Des données indiquent que l'élévation des températures de culture et la hausse des émissions de CO₂ peuvent augmenter l'allergénicité (c'est-à-dire augmenter la capacité du pollen à déclencher une réaction allergique) et que les changements climatiques renforceront cet effet (Beggs, 2004; Stach et coll., 2007). Les changements climatiques conditionneront aussi les changements régionaux des variables météorologiques (humidité, précipitations, température, etc.) liées à la dispersion et au dépôt du pollen (D'Amato et coll., 2015). Ces changements climatiques régionaux auront également une incidence sur la répartition végétale, puisque les espèces qui ne pouvaient survivre dans un milieu auparavant hostile pourraient se développer en raison des variations de température et de précipitations (Stach et coll., 2007). L'évolution des régimes de dispersion des aéroallergènes, l'allongement de la saison du pollen, la production accrue de grains polliniques et l'allergénicité accrue viendront modifier l'exposition humaine et peut-être la sensibilité des gens aux allergènes (Bonofiglio et coll., 2013; Breton et coll., 2006; Reid et Gamble, 2009). L'ampleur de l'impact sur les aéroallergènes et les effets sanitaires connexes dépend en partie de l'efficacité des mesures d'adaptation. Des stratégies d'adaptation peuvent aider à diminuer l'exposition aux allergènes aériens. Ainsi, des recherches menées au Québec démontrent qu'une réduction des plantes génératrices de pollen dans une région peut diminuer l'exposition aux aéroallergènes (Demers et Gosselin, 2019).

5.9.2 Impacts sanitaires de l'évolution des aéroallergènes selon les scénarios de changements climatiques

De 20 % à 25 % de la population canadienne est atteinte de rhinite allergique le plus souvent imputable au pollen (Vaitla et Drewe, 2011; Keith et coll., 2012). L'asthme sévit chez 12 % à 25 % des enfants au Canada et, selon les estimations, touche environ 3 millions de Canadiens et de Canadiennes dans l'ensemble (Asher et coll., 2006; Gershon et coll., 2010; Ismaila et coll., 2013; Sierra-Heredia et coll., 2018). Environ les deux tiers des asthmatiques sont allergiques aux aéroallergènes qui déclenchent chez eux des exacerbations de l'asthme (Lafeuille et coll., 2013). Un certain nombre d'études au Canada ont évalué les effets sur la santé des variations quotidiennes des aéroallergènes. Les allergènes de l'air ambiant (pollen des arbres, des graminées et de l'herbe à poux, spores fongiques, etc.) ont été associés à un risque accru de visites aux services d'urgences ou d'hospitalisation pour cause d'asthme ou de rhinite allergique dans des villes de tout le territoire canadien (Dales et coll., 2000; Cakmak et coll., 2002; Dales et coll., 2004, 2008b; Heguy et coll., 2008), ainsi qu'à un risque supérieur d'infarctus du myocarde chez les personnes âgées (Weichenthal et coll., 2016) et d'accouchement avant terme par rapport aux naissances à terme (Lavigne et coll., 2017). On a lié en plus une forte présence d'aéroallergènes pendant la période gestationnelle à un risque accru d'affections atopiques chez l'enfant plus tard dans la vie (Lowe et coll., 2012). On prévoit que, à mesure que s'intensifieront les changements climatiques, les gens souffrant d'allergies seront exposés davantage aux aéroallergènes au Canada. L'incidence et la prévalence des allergies respiratoires et de l'asthme devraient alors augmenter, ce qui occasionnera une montée des dépenses de santé pour le traitement de ces affections (Sierra-Heredia et coll., 2018).

5.9.3 Adaptation

Chez les victimes d'aéroallergènes saisonniers, les systèmes d'alerte aux allergènes atmosphériques qui font connaître les concentrations existantes ou prévues de pollen peuvent aider à choisir les bons médicaments pour traiter les symptômes (Lougheed et coll., 2010; D'Amato et coll., 2015). Les professionnels de la santé peuvent discuter avec leurs patients de thérapies optimales pour la rhinite allergique. Des données montrent, par exemple, que les médicaments d'ordonnance et en vente libre contre cette affection seront d'autant plus efficaces s'ils sont pris assidûment ou avant l'apparition des symptômes (Kim et coll., 2008; Keith et coll., 2012). Qui plus est, des rappels et des avertissements à l'approche de la saison des aéroallergènes pourraient garantir que les Canadiens et les Canadiennes aient consulté un fournisseur de soins de santé, renouvelé leurs ordonnances et commencé à prendre des médicaments préventifs conformément à leur plan de prise en charge (Johnston et coll., 2018).

Un système d'alerte aux aéroallergènes constitue une bonne stratégie de communication s'il s'agit de conseiller aux personnes à risque de contrôler leur exposition lorsque les concentrations de ces aéroallergènes sont élevées (Sierra-Heredia et coll., 2018). Au Canada, les prévisions quotidiennes d'aéroallergènes émanent des Laboratoires de recherche d'aérobiologie (LRA) et sont diffusées sur MétéoMédia (Laboratoires de recherche d'aérobiologie, 2019; MétéoMédia, 2019). Il est également possible de télécharger une application gratuite des LRA sur son téléphone intelligent pour recevoir des prévisions relatives au pollen et aux spores fongiques (Laboratoires de recherche d'aérobiologie, 2019b). D'autres

stratégies possibles d'atténuation des risques au niveau de la population sont notamment le virage écologique en milieu urbain où l'on retrouve des villes avec des arbres et des espèces végétales qui réduisent l'allergénicité au minimum pour les personnes exposées (Fuertes et coll., 2016; Carinanos et coll., 2017; Fong et coll., 2018). Des stratégies adoptées au Québec ont fait la démonstration que la mobilisation de divers partenaires municipaux pour la synchronisation des mesures de lutte contre l'herbe à poux est de nature à réduire l'exposition au pollen de cette plante (Demers et Gosselin, 2019). Parmi ces stratégies, notons la tonte régulière de la pelouse, l'application d'herbicides à faible impact et l'établissement d'un manteau végétal concurrentiel de manière à prévenir la propagation de l'herbe à poux.

5.9.4 Principales incertitudes

Si plusieurs études ont fait état d'effets sur la santé de l'exposition aux aéroallergènes, d'importantes incertitudes subsistent. Une meilleure compréhension de l'importance spatiale des aéroallergènes et de leurs éléments d'interaction avec les polluants atmosphériques et les espaces verts urbains est nécessaire pour fournir une information que pourront employer les populations à risque pour modifier leur exposition et pour façonner des initiatives de virage écologique en milieu urbain (D'Amato et coll., 2015; Sierra-Heredia et coll., 2018). Des renseignements supplémentaires sur les avantages sanitaires des stratégies d'adaptation et sur leur efficacité, l'utilisation, par exemple, de systèmes d'alertes et de moyens de prise en charge des aéroallergènes, sont également nécessaires. En poussant les études au sujet de l'impact à long terme des changements climatiques sur les aéroallergènes, on pourrait mieux expliquer les différences régionales et mieux comprendre les grandes caractéristiques de l'action des changements climatiques sur la charge de pollen et la durée de la saison du pollen (Ziska et coll., 2019). Il faut également tenir compte des projections de l'impact des changements climatiques sur les concentrations futures d'aéroallergènes.

5.10 Conclusion

5.10.1 Impacts des changements climatiques et de la qualité de l'air sur la santé au Canada

Les changements climatiques et la qualité de l'air sont étroitement liés; le réchauffement climatique peut aggraver la pollution atmosphérique (c.-à.-d. la pénalité climatique) et certains polluants atmosphériques, dont l'ozone et les constituants des $PM_{2,5}$, peuvent influencer sur le climat et amplifier le réchauffement. Par ailleurs, les GES et les polluants atmosphériques proviennent également de sources courantes de combustion des combustibles fossiles et, par conséquent, les stratégies d'atténuation des GES peuvent avoir pour avantages accessoires importants de réduire les émissions de polluants atmosphériques.

La pollution atmosphérique est la principale cause environnementale de mortalité au Canada, contribuant à un nombre annuel de décès estimé à 15 300, sans oublier une foule de problèmes de santé non mortels (Santé Canada, 2020). Des recherches récentes indiquent que les effets néfastes de la pollution atmosphérique vont au-delà des problèmes cardiorespiratoires en liant l'exposition à des résultats divers comme le diabète, la démence et les problèmes liés à la santé reproductive. Même de légères augmentations de l'exposition à la pollution atmosphérique sont liées à un plus grand risque d'impacts négatifs sur la santé. La grande diversité des impacts négatifs sur la santé de la pollution atmosphérique, tout comme le caractère universel et involontaire de l'exposition à cette pollution, font ressortir l'importance de la gestion de la qualité de l'air comme grand enjeu en santé publique.

Les études qui ont mesuré la pénalité climatique selon les impacts sur la santé de la pollution atmosphérique pour diverses projections du climat ont principalement porté sur l'ozone et d'autres ont été consacrées aux $PM_{2,5}$. Les analyses entreprises pour le présent rapport d'évaluation permettent d'estimer pour 2050 le nombre annuel de décès à plusieurs centaines de plus à cause de la pollution atmosphérique sous l'impact des changements climatiques, principalement en Ontario et au Québec, et ce, pour une valeur sociale nette de 2,7 milliards de dollars. De même, des études réalisées aux États-Unis signalent des centaines à des milliers de décès de plus au cours de ce siècle en raison de la pollution atmosphérique liée au réchauffement climatique.

Aspect important, maintes études font état, en matière de pollution atmosphérique, d'un potentiel considérable d'obtention d'avantages accessoires grâce à l'adoption de stratégies d'atténuation des changements climatiques qui visent soit les polluants climatiques de longue durée de vie (CO_2 , par exemple), soit les facteurs de forçage climatiques de courte durée de vie (carbone suie, méthane, etc.). Bien que les avantages sur le plan climatologique apportés par des réductions à court terme des émissions de GES puissent seulement s'obtenir à moyen ou à long terme et généralement à une échelle mondiale, on se trouverait à réaliser les avantages en santé publique des réductions liées des émissions de polluants atmosphériques immédiatement et localement là où les mesures d'atténuation en question sont appliquées. Par ailleurs, ces avantages peuvent présenter une grande valeur sociale de nature à compenser en partie les coûts d'atténuation des GES. L'intégration des avantages accessoires de la qualité de l'air pour la santé à la politique d'atténuation des changements climatiques justifie encore plus l'adoption de mesures plus rigoureuses ou rapides de réduction pour lutter contre les changements climatiques. En envisageant ensemble des mesures de lutte aux GES et aux polluants atmosphériques, on favoriserait la conception stratégique de politiques qui optimisent les deux volets et aident à éviter des conséquences négatives non voulues comme une montée accidentelle des émissions de polluants atmosphériques par la mise en œuvre des stratégies d'atténuation des GES.

Les feux de forêt sont devenus une source importante de pollution atmosphérique au Canada, et l'augmentation des émissions découlant des feux de forêt en raison des changements climatiques représente l'un des risques les plus importants pour la qualité de l'air. On s'attend à ce que les feux de forêt évoluent dans leur fréquence, leur gravité et leur répartition avec le réchauffement climatique, d'où une montée des émissions. Les données dont nous disposons semblent indiquer que la recrudescence actuelle des feux de forêt pourrait déjà être attribuable aux changements climatiques. L'exposition à la fumée des feux de forêt nuit à la santé respiratoire, mais les données correspondantes demeurent non concluantes pour les résultats cardiovasculaires. Dans une analyse canadienne, on estime à 620 à 2 700 le nombre annuel de décès imputables aux émissions découlant des feux de forêt de 2013 à 2018 pour une valeur sociale

nette par an variant de 4,7 milliards de dollars à 21 milliards de dollars, ce à quoi pourraient s'ajouter un grand nombre d'effets cardiorespiratoires non mortels. Dans l'ensemble, les impacts les plus marqués ont été relevés en Colombie-Britannique et en Alberta, bien que, dans la saison des feux de 2013, ils aient été observés en Ontario et au Québec. Les plus fortes concentrations de polluants atmosphériques devraient se présenter plus près des feux, mais les panaches de fumée peuvent se propager sur de vastes parties du territoire canadien avec des répercussions sur les centres de population loin de leurs sources. Il convient de mentionner, par exemple, qu'une proportion de 20 % à 30 % de la population canadienne a été exposée à des concentrations moyennes égales ou supérieures à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2,5}$ émanant des feux de forêt pendant la saison de mai à septembre en 2014, en 2015, en 2017 et en 2018. On s'attend à ce que les impacts actuels sur la santé de la pollution atmosphérique à cause de la fumée des feux de forêt s'accroissent avec les changements climatiques, ce qui en ferait un important problème de santé publique.

Les Canadiens et les Canadiennes passent 90 % de leur temps à l'intérieur et les changements climatiques devraient influencer de diverses manières sur la qualité de l'air intérieur. Selon les prévisions, ces changements climatiques s'accompagneront d'événements météorologiques extrêmes plus fréquents, ce qui accroît le risque d'effets sur la santé en raison de la moisissure par les inondations, de la fumée des feux de forêt et de la pollution de l'air intérieur par le mauvais usage des sources de combustion, entre autres. Il faut ici ajouter qu'une plus grande étanchéité à l'air des habitations par l'amélioration de l'efficacité énergétique appellera une ventilation suffisante, de sorte que les polluants ne s'accumulent pas dans l'air intérieur. Par ailleurs, dans des conditions de pollution préjudiciable de l'air extérieur, il est possible d'atténuer l'impact sur la qualité de l'air intérieur par une plus grande étanchéité de l'habitation et le recours à la climatisation et à la filtration. Il faut normalement disposer de moyens économiques pour adopter des mesures de protection sous forme de gains d'étanchéité et de ventilation. Ainsi, les ménages à faible revenu et les collectivités socialement défavorisées pourraient éprouver de la difficulté à mettre en œuvre de telles mesures.

On a établi le lien entre les concentrations ambiantes d'aéroallergènes, dont le pollen et les spores fongiques, et les visites à l'hôpital au Canada pour cause d'asthme ou de rhinite allergique, sans oublier certains autres effets nocifs. Les températures qui s'élèvent, les conditions météorologiques qui changent et les concentrations atmosphériques de CO_2 qui montent ont pour effet d'augmenter la densité pollinique, la durée de la saison du pollen et l'allergénicité, ainsi que de changer la répartition des espèces. L'asthme sévit chez environ 3 millions de Canadiens et de Canadiennes, dont une proportion de 12 % à 25 % des enfants, et près du quart des Canadiens et des Canadiennes souffrent de rhinite allergique. Ce sont deux affections qui sont couramment provoquées par les aéroallergènes. Nous prévoyons que l'asthme et la rhinite allergique gagneront en incidence et en prévalence avec les changements climatiques.

5.10.2 Populations à risque plus élevé

Les données scientifiques indiquent que de multiples sous-populations courent un risque accru d'effets nocifs sur la santé en raison de la pollution et des allergènes de l'air et seraient sans doute donc plus touchées négativement par une plus grande pollution de l'air extérieur, la fumée des feux de forêt, la contamination de l'air intérieur et les concentrations aériennes d'allergènes en raison du climat en évolution.

Certains groupes sont plus vulnérables à une exposition aux polluants atmosphériques en raison de leur âge (enfants et aînés), d'affections préexistantes (asthme, MPOC ou cardiopathie) ou de prédispositions génétiques. Les données qui se multiplient au sujet des effets de la pollution atmosphérique sur les résultats de reproduction, le diabète et la progression des cardiopathies, entre autres, semblent indiquer qu'une grande partie de la population serait plus à risque. D'autres groupes pourraient l'être à cause d'une exposition accrue en raison de l'endroit où ils vivent ou du temps qu'ils passent à l'extérieur, notamment à des fins d'un travail. Dans une récente étude, il est estimé que le tiers de la population canadienne a au moins un facteur de risque l'exposant plus que le reste de la population aux effets préjudiciables de l'ozone et des $PM_{2,5}$, ce qui souligne la nécessité de communiquer les risques et de prendre des mesures pour gérer de la qualité de l'air en vue de cibler les groupes à la fois grandement exposés et plus vulnérables (Stieb et coll., 2019).

Parmi les principaux groupes qui seraient plus à risque à cause de l'accroissement de l'exposition pollinique et de l'allergénicité anticipée en raison des changements climatiques, notons les gens souffrant d'asthme et de rhinite allergique; selon des données récentes, d'autres groupes comme les gens atteints de cardiopathies pourraient également être touchés.

Fait important, les populations autochtones au Canada assument un fardeau de maladies respiratoires disproportionnellement plus élevé (y compris l'asthme et la MPOC) comparativement à la population en général, ce qui les rend plus vulnérables à la pollution de l'air extérieur, à la fumée des feux de forêt, à la contamination de l'air intérieur et aux aéroallergènes. De multiples iniquités en santé (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé) peuvent accroître encore davantage cette vulnérabilité. Les Autochtones des collectivités éloignées pourraient ainsi être exposés à de fortes concentrations de fumée de feux de forêt.

5.10.3 Adaptation

Un objectif clé de la gestion de la qualité de l'air au Canada est l'amélioration continue grâce à la réduction des émissions de polluants atmosphériques dans de multiples secteurs (CCME, 2019). Par ailleurs, d'autres programmes ont vu le jour pour s'attaquer aux risques sanitaires de la pollution atmosphérique en réduisant l'exposition. Ces programmes seront de plus en plus importants pour compenser les impacts négatifs anticipés des changements climatiques.

La CAS est un outil de protection de la santé conçu pour aider la population canadienne à prendre des décisions pour protéger leur santé en limitant leur exposition à court terme à la pollution de l'air extérieur. Elle fournit chaque jour les conditions présentes et futures aux collectivités de tout le pays et donne des conseils précis sur les niveaux de qualité de l'air associés à des risques sanitaires faibles, modérés, élevés et très élevés, notamment pour les gens qui y sont sensibles. De plus, les autorités locales ont recours à des alertes ou à des avis sur la qualité de l'air lorsque des conditions à risque élevé se présentent. La CAS ne mesure pas les effets de la chaleur et, pour le moment, l'intégration de messages sur la chaleur et la qualité de l'air à l'intention de la population canadienne est quelque peu limitée. Pour sa part, le gouvernement du Canada fournit des prévisions de concentrations de $PM_{2,5}$ émanant des feux de forêt pour les prochaines 48 heures, ce qui comprend la cartographie des trajectoires prévues de la fumée. Des alertes sur la qualité de l'air en cas de fumée des feux de forêt sont émises au besoin. Le Centre de contrôle des maladies de la

Colombie-Britannique a mis en œuvre une nouvelle version de la CAS pendant la saison des feux de forêt afin de mieux tenir compte des risques que présente la fumée des feux de forêt. Également, plusieurs provinces et territoires disposent de renseignements visant à protéger la santé des collectivités contre cette fumée.

L'amélioration des espaces verts urbains peut comporter de multiples avantages accessoires pour la santé, notamment des impacts positifs directs, tout en jouant un rôle dans l'atténuation de l'exposition à la pollution atmosphérique et la réduction de l'effet d'îlot de chaleur en milieu urbain.

Les stratégies d'adaptation en matière de qualité de l'air intérieur au Canada dans un climat en évolution nécessiteront l'adoption d'une approche de gestion des risques à volets multiples qui vise à maîtriser les sources intérieures de polluants atmosphériques, à assurer une bonne ventilation malgré l'étanchéité accrue des maisons et à veiller à la filtration de l'air. Des stratégies de prévention des crues aideraient à combattre la moisissure occasionnée par les dégâts de l'eau, et une meilleure détection du monoxyde de carbone permettrait de prévenir les décès par intoxication pendant les pannes d'électricité. Enfin, nous pourrions mieux protéger les populations plus à risque en consacrant des interventions aux collectivités rurales, géographiquement exposées ou à faible revenu.

Des prévisions quotidiennes d'aéroallergènes des LRA, qui peuvent aider à réduire l'exposition aux allergènes dans l'air et à optimiser la pharmacothérapie des personnes aux prises avec des allergies, sont actuellement diffusées au Canada par MétéoMédia. Les stratégies d'adaptation communautaires qui visent à réduire les concentrations polliniques pourraient inclure le virage écologique en milieu urbain à l'aide d'espèces peu allergènes. Un projet réalisé au Québec démontre que les partenariats à l'échelon municipal peuvent assurer efficacement la coordination de multiples stratégies de lutte contre l'herbe à poux, une espèce allergène répandue.

5.10.4 Lacunes sur le plan des connaissances

Il subsiste plusieurs lacunes importantes en ce qui concerne notre compréhension de ce que serait l'incidence de la qualité de l'air sur la santé de la population canadienne dans un climat en évolution. Une modélisation intégrée des changements climatiques et de la qualité de l'air, qui tiendrait compte des effets des paramètres climatiques sur les concentrations de $PM_{2.5}$, s'avère nécessaire si nous entendons mieux comprendre à la fois les impacts de la pénalité climatique sur la santé de la population et, sur le plan de la qualité de l'air, les importants avantages accessoires pour la santé que pourraient offrir les mesures d'atténuation des GES. Nous devons de mieux comprendre et d'intégrer à nos modèles de qualité de l'air l'impact de l'évolution des conditions climatiques sur les émissions biogènes. Par ailleurs, une synthèse et une comparaison générales des avantages accessoires possibles en matière de qualité de l'air des voies multiples d'atténuation climatique du GIEC demeurent difficiles, puisque les études réalisées à ce jour ont fait appel à des approches, des hypothèses et des méthodes de modélisation différentes. L'harmonisation des futures méthodes d'étude nous permettrait d'obtenir de meilleurs renseignements en vue de l'adoption de politiques d'atténuation des changements climatiques.

Il faut améliorer la capacité de modéliser l'exposition à la fumée des feux de forêt et de comprendre les interactions des risques climatiques et des risques de feux de forêt pour éclairer les projections des impacts sanitaires de la fumée des feux de forêt dans un contexte de changements climatiques. Une meilleure compréhension de la diversité des effets néfastes sur la santé de l'exposition à la pollution atmosphérique, et



notamment de la question de savoir si les effets sanitaires de la fumée d'incendie de forêt diffèrent de ceux de la pollution de l'air ambiant, permettrait une évaluation plus systématique des impacts sur la santé de la population et un recensement des populations plus à risque.

S'il est bien connu que les Canadiens et les Canadiennes passent 90 % de leur temps à l'intérieur, la caractérisation de l'exposition aux polluants de l'air intérieur avec les risques liés pour la santé demeure un défi. L'évolution des conditions climatiques ainsi que des mesures d'atténuation et d'adaptation accroît la complexité du problème. Nous avons besoin de recherches pour évaluer les conséquences sanitaires de l'évolution des conditions environnementales et pour encadrer la conception d'habitations saines, les économies d'énergie, la ventilation et le choix de matériaux de construction.

Des recherches récentes semblent indiquer que les impacts sur la santé de l'exposition aux aéroallergènes pourraient aller au-delà des manifestations respiratoires, ce qui pourrait aider à découvrir de nouveaux groupes vulnérables. Une meilleure compréhension de la répartition des aéroallergènes et de leur interaction avec les polluants atmosphériques et les espaces verts éclairerait les initiatives de virage écologique en milieu urbain et les mesures d'adaptation visant à protéger les populations plus à risque.

Enfin, il faudra pousser la recherche pour éclairer la conception de stratégies efficaces d'adaptation et d'atténuation des risques (fumée des feux de forêt, qualité de l'air intérieur et aéroallergènes) dans un climat en évolution afin de mieux protéger la santé des Canadiens et des Canadiennes.

5.11 Références

- Abelsohn, A., et Stieb, D. M. (2011). Health effects of outdoor air pollution: approach to counseling patients using the Air Quality Health Index. *Canadian family physician*, 57(8), 881–e287.
- Adelson, N. (2005). The embodiment of inequity: health disparities in aboriginal Canada. *Canadian journal of public health*, 96(2), S45–S61. <<https://doi.org/10.1007/BF03403702>>
- Adetona, O., Reinhardt, T.E., Domitrovich, J., Broyles, G., Adetona, A. M., Kleinman, M.T., Ottmar, R. D., et Naeher, L. P. (2016). Review of the health effects of wildland fire smoke on wildland firefighters and the public. *Inhalation Toxicology*, 28(3), 95-139. doi:10.3109/08958378.2016.1145771
- Aerobiology Research Laboratories. (2019a). Consulté sur le site: <<https://pollenexperts.ca/fr/what-we-do/>>
- Aerobiology Research Laboratories. (2019b). *Rapports personnalisés sur le pollen*. Consulté sur le site: <<https://pollenexperts.ca/fr/get-involved/>>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2018). Les principales inégalités en santé au Canada – Un portrait national. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site: <https://www.canada.ca/content/dam/phac-aspc/documents/services/publications/science-research/key-health-inequalities-canada-national-portrait-executive-summary/key_health_inequalities_full_report-fra.pdf>
- Alam, S., Lang, J. J., Drucker, A.M., Gotay, C., Kozloff, N., Mate, K., Patten, S.B., Orpana, H. M., Afshin, A., et Cahill, L. E. (2019). Assessment of the burden of diseases and injuries attributable to risk factors in Canada from 1990 to 2016: an analysis of the Global Burden of Disease Study. *Canadian Medical Association Journal Open*, 7(1), E140-E148. doi:10.9778/cmajo.20180137
- Albert-Green, A., Dean, C. B., Martell, D. L., et Woolford, D. G. (2013). A methodology for investigating trends in changes in the timing of the fire season with applications to lightning-caused forest fires in Alberta and Ontario, Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 43(1), 39-45. doi:10.1139/cjfr-2011-0432
- Alberta Health Services. (2019). *Frequently Asked Questions: Wildfires / Air Quality due to Wildfire Smoke*. Government of Alberta. Consulté sur le site: <<https://www.albertahealthservices.ca/assets/wf/eph/wf-eph-wildfire-smoke-health.pdf>>
- Amann, M., Klimont, Z., et Wagner F. (2013). Regional and global emissions of air pollutants: Recent trends and future scenarios. *Annual Review of Environment and Resources*, 38, 31-55. doi:10.1146/annurev-environ-052912-173303
- Amiro, B. D., Cantin, A., Flannigan, M. D., et de Groot, W. (2009). Future Emissions from Canadian Boreal Forest Fires. *Canadian Journal of Forest Research*, 39, 383-395. doi:10.1139/X08-154
- Anderson, V. (2016). *Système d'avertissement et d'information de chaleur harmonisé pour l'Ontario (SAIC)*. Toronto, Ontario: Ministère de la santé et des soins de longue durée de l'Ontario. Consulté sur le site : <https://www.health.gov.on.ca/fr/common/ministry/publications/reports/heat_warning_information_system/heat_warning_information_system.aspx>
- Ariano, R., Berra, D., Chiodini, E., Ortolani, V., Cremonte, L. G., Mazzaello, M. G., Galdi E., Calosso C., et Ciprandi, G. (2015). Ragweed allergy: Pollen count and sensitization and allergy prevalence in two Italian allergy centers. *Allergy et Rhinology (Providence, R.I.)*, 6(3), 177-183. doi:10.2500/ar.2015.6.0141
- Ariano, R., Canonica, G. W., et Passalacqua, G. (2010). Possible role of climate changes in variations in pollen seasons and allergic sensitizations during 27 years. *Annals of Allergy, Asthma et Immunology: Official Publication of the American College of Allergy, Asthma, et Immunology*, 104(3), 215-222. doi:10.1016/j.anai.2009.12.005
- Asher, M. I., Montefort, S., Bjorksten, B., Lai, C. K., Strachan, D. P., Weiland, S. K., Williams, H., et ISAAC Phase Three Study Group. (2006). Worldwide time trends in the prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and eczema in childhood: ISAAC phases one and three repeat multicountry cross-sectional surveys. *Lancet (London, England)*, 368(9537), 733-743. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)69283-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)69283-0)>
- Association canadienne de l'électricité (ACE). (2018). *Adaptation aux changements climatiques*. Consulté sur le site: <<https://electricity.ca/fr/conduire/protger-lenvironnement/adaptation-aux-changements-climatiques/>>
- Baldauf, R. (2016): Recommendations for Constructing Roadside Vegetation Barriers to Improve Near-Road Air Quality, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-16/072. <https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NRMRL&dirEntryId=321772&simpleSearch=1&searchAll=Recommendations+for+constructing+roadside+vegetation+barriers+to+improve+near+road+air+quality> [November 2020]
- Barn, P. (2014). *Evidence review: Home and community clean air shelters to protect public health during wildfire smoke events* (C. Elliott, et K. Rideout, Eds). BC Centre for Disease Control. Consulté sur le site: <http://www.bccdc.ca/resourcegallery/Documents/Guidelines%20and%20Forms/Guidelines%20and%20Manuals/Health-Environment/WFSG_EvidenceReview_CleanAirShelters_FINAL_v3_edstrs.pdf>
- Barn, P., Larson, T., Noullett, M., Kennedy, S., Copes R., et Brauer, M. (2008). Infiltration of forest fire and residential wood smoke: an evaluation of air cleaner effectiveness. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 18(5), 503-511. doi:10.1038/sj.jes.7500640



- Barnes, E. A., Fiore, A. M., et Horowitz, L. W. (2016). Detection of trends in surface ozone in the presence of climate variability. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 121(10), 6112 – 6129, doi:10.1002/2015jd024397
- BC Centre for Disease Control (BC CDC). (2014). *Wildfire Smoke Response Planning*. Consulté sur le site: <<http://www.bccdc.ca/health-professionals/professional-resources/wildfire-smoke-response-planning>>
- BC Centre for Disease Control (BC CDC). (2019). *The burning reality of wildfire smoke and its public health impacts*. Consulté sur le site: <<http://www.bccdc.ca/about/news-stories/stories/the-burning-reality-of-wildfire-smoke-and-its-public-health-impacts>>
- Beggs, C. B., Noakes, C. J., Sleigh, P. A., Fletcher, L. A., et Siddiqi, K. (2003). The transmission of tuberculosis in confined spaces: an analytical review of alternative epidemiological models. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 7(11), 1015-26.
- Beggs, P. J. (2004). Impacts of climate change on aeroallergens: Past and future. *Clinical and Experimental Allergy. Journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology*, 34(10), 1507-1513. doi:10.1111/j.1365-2222.2004.02061.x
- Bell M. L., Goldberg R., Hogrefe C., Kinney P. L., Knowlton K., Lynn B., Rosenthal J., Rosenzweig C., et Patz, J. A. (2007). Climate change, ambient ozone, and health in 50 US cities. *Climatic Change*, 82, 61–76. doi: 10.1007/s10584-006-9166-7
- Benmarhnia, T., Mathlouthi, F., et Smargiassi, A. (2013). *Les impacts sanitaires des particules liées aux incendies de forêt*. Institut National de Santé Publique du Québec. Consulté sur le site : <<https://www.inspq.qc.ca/publications/1679>>
- Berry, P., McBean, G., et Seguin, J. (2008). Vulnérabilités aux dangers naturels et aux conditions météorologiques extrêmes. Dans J. Séguin (éd.), *Santé et changements climatiques: évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada* (pages 43 à 112). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.635906/publication.html>>
- Bjerg, A., Ekerljung, L., Eriksson, J., Näslund, J., Sjölander, S., Rönmark, E., Dahl, Å., Holmberg, K., Wennberg, G., Torén, K., Borres, M. P., Lötval, J., et Lundbäck, B. (2016). Increase in pollen sensitization in Swedish adults and protective effect of keeping animals in childhood. *Clinical and Experimental Allergy: Journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology*, 46(10), 1328–1336. <<https://doi.org/10.1111/cea.12757>>
- Black, C., Tesfaigzi, Y., Bassein, J. A., et Miller, L. A. (2017). Wildfire smoke exposure and human health: significant gaps in research for a growing public health issue. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 55, 186-195. doi:10.1016/j.etap.2017.08.022
- Bond, T. C., Doherty, S. J., Fahey, D. W., Forster, P. M., Berntsen, T., DeAngelo, B. J., Flanner, M. G., Ghan, S., Kärcher, B., Koch, D., Kinne, S., Kondo, Y., Quinn, P. K., Sarofim, M. C., Schultz, M. G., Schulz, M., Venkataraman, C., Zhang, H., Zhang, S., Bellouin, N.,...Zender, C. S. (2013). Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118, 5380–5552, doi:10.1002/jgrd.50171.
- Bone, A., Murray, V., Myers, I., Dengel, A., et Crump, D. (2010). Will drivers for home energy efficiency harm occupant health? *Perspectives in Public Health*, 130(5), 233-238. doi:10.1177/1757913910369092
- Bonofiglio, T., Orlandi, F., Ruga, L., Romano, B., et Fornaciari, M. (2013). Climate change impact on the olive pollen season in Mediterranean areas of Italy: Air quality in late spring from an allergenic point of view. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(1), 877-890. doi:10.1007/s10661-012-2598-9
- Boucher, O., Randall D., Artaxo P., Bretherton C., Feingold G., Forster P., Kerminen V.-M., Kondo Y., Liao H., Lohmann U., Rasch P., Satheesh S. K., Sherwood S., Stevens B., et Zhang X. Y. (2013). Clouds and Aerosols. In T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, et P. M. Midgley (Eds.), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 571-658). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, doi:10.1017/CBO9781107415324.016
- Boulanger, Y., Gauthier S., et Burton P. J. (2014). A refinement of models projecting future Canadian fire regimes using homogeneous fire regime zones. *Canadian Journal of Forest Research*, 44, 365 – 376, doi:/10.1139/cjfr-2013-0372.
- Breton, M. C., Garneau, M., Fortier, I., Guay, F., et Louis, J. (2006). Relationship between climate, pollen concentrations of ambrosia and medical consultations for allergic rhinitis in Montreal, 1994-2002. *The Science of the Total Environment*, 370(1), 39-50. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.05.022>>
- Bush, E., et Lemmen D. (éd.). (2019). *Rapport sur le climat changeant du Canada*. Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/>>
- Bureau d'assurance du Canada (BAC). (2013). *Canada inundated by severe weather in 2013: Insurance companies pay out record-breaking \$3.2 billion to policyholders*. Consulté sur le site: <[http://www.ibc.ca/yt/resources/media-centre/media-releases/canada-inundated-by-severe-weather-in-2013-insurance-companies-pay-out-record-breaking-\\$3-2-billion-to-policyholders](http://www.ibc.ca/yt/resources/media-centre/media-releases/canada-inundated-by-severe-weather-in-2013-insurance-companies-pay-out-record-breaking-$3-2-billion-to-policyholders)>
- Cakmak, S., Dales, R. E., Burnett, R. T., Judek, S., Coates, F., et Brook, J. R. (2002). Effect of airborne allergens on emergency visits by children for conjunctivitis and rhinitis. *Lancet (London, England)*, 359(9310), 947-948. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)08045-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)08045-5)>

- Camalier, L., Cox, W., et Dolwick P. (2007). The effects of meteorology on ozone in urban areas and their use in assessing ozone trends. *Atmospheric Environment*, 41(33), 7127–7137. doi:10.1016/j.atmosenv.2007.04.061.
- Cames, M., et Helmers, E. (2013). Critical evaluation of the European diesel car boom – global comparison, environmental effects and various national strategies. *Environmental Sciences Europe*, 25, 15. doi:10.1186/2190-4715-25-15
- Canadian Mortgage and Housing Corporation (CMHC). (1998). *Field Survey of Heat Recovery Ventilation Systems Final Report*. Ottawa, ON: Canada Mortgage and Housing Corporation Research Division. Consulté sur le site: <http://publications.gc.ca/collections/collection_2011/schl-cmhc/nh18-1/NH18-1-90-1998-eng.pdf>
- Cariñanos, P., Casares-Porcel, M., Díaz de la Guardia, C., Aira, M. J., Belmonte, J., Boi, M., Elvira-Rendueles, B., De Linares, C., Fernández-Rodríguez, S., Maya-Manzano, J. M., Pérez-Badía, R., Rodríguez-de la Cruz, D., Rodríguez-Rajo, F. J., Rojo-Úbeda, J., Romero-Zarco, C., Sánchez-Reyes, E., Sánchez-Sánchez, J., Tormo-Molina, R., et Vega Maray, A. M. (2017). Assessing allergenicity in urban parks: A nature-based solution to reduce the impact on public health. *Environmental Research*, 155, 219–227. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.02.015>>
- Carrière, G. M., Garner, R., et Sanmartin, C. (2017). Housing conditions and respiratory hospitalizations among First Nations People in Canada. *Health Reports* (Catalogue no. 82-003-X). Ottawa, ON: Statistics Canada. Consulté sur le site: <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/82-003-x/2017004/article/14789-eng.pdf>>
- Cascio, W. E. (2018). Wildland fire smoke and human health. *Science of the Total Environment*, 624, 586-595. doi:10.1007/s10393-004-0149-8
- Centre de collaboration nationale de la santé autochtone (CCNSA). (2017). *Le logement: Un déterminant social de la santé des premières nations, des Inuits et des Métis*. Prince George, Colombie-Britannique. Consulté sur le site: <https://www.ccnsa.ca/525/Le_logement_un_determinant_social_de_la_santé_des_Premières_Nations_des_Inuits_et_des_Métis.nccih?id=20>
- Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC). (2016). *Outdoor Air Pollution: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*. Lyon, France. Consulté sur le site: <<https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono109.pdf>>
- Chand, D., Wood, R., Anderson, T. L., Satheesh, S. K., et Charlson, R. J. (2009). Satellite-derived direct radiative effect of aerosols dependent on cloud cover. *Nature Geoscience*, 2, 181–184. doi: 10.1038/NGEO437
- Chen, H., Burnett, R. T., Kwong, J. C., Villeneuve, P. J., Goldberg, M. S., Brook, R. D., van Donkelaar, A., Jerrett, M., Martin, R. V., Brook, J. R., et Copes, R. (2013a). Risk of incident diabetes in relation to long-term exposure to fine particulate matter in Ontario, Canada. *Environmental Health Perspectives*, 121(7), 804-810. doi: 10.1289/ehp.1205958
- Chen, H., Li, Q., Kaufman, J. S., Wang, J., Copes, R., Su, Y., et Benmarhnia, T. (2018). Effect of air quality alerts on human health: a regression discontinuity analysis in Toronto, Canada. *The Lancet Planetary Health*, 2(1), e19-e26. doi:10.1016/S2542-5196(17)30185-7
- Chen, R., Wang, X., Meng, X., Hua, J., Zhou, Z., Chen, B., et Kan, H. (2013b). Communicating air pollution-related health risks to the public: An application of the Air Quality Health Index in Shanghai, China. *Environment international*, 51, 168-173. doi.org/10.1016/j.envint.2012.11.008
- Clark, N. A., Allen, R. W., Hystad, P., Wallace, L., Dell, S.D., Foty, R., Dabek-Zlotorzynska, E., Evans, G., et Wheeler, A. J. (2010). Exploring variation and predictors of residential fine particulate matter infiltration. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(8), 3211-3224. doi: 10.3390/ijerph7083211
- Climate and Clean Air Coalition (CCAC). (2020). *Why we need to act now*. Consulté sur le site: <cacaoalition.org/en/content/why-we-need-act-now>
- Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). (2015). *L'Accord de Paris*. Consulté sur le site: <https://unfccc.int/fr/processus-et-reunions/l-accord-de-paris/l-accord-de-paris>
- Cooper, O. R., Parrish D. D., Ziemke J., Balashov N. V., Cupeiro M., Galbally I. E., Gilge S., Horowitz L., Jensen N. R., Lamarque J.-F., Naik V, Oltmans S. J., Schwab J., Shindell D. T., Thompson A. M., Thouret V., Wang Y., et Zbinden R. M. (2014). Global distribution and trends of tropospheric ozone: An observation-based review. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 2, 000029. doi:/10.12952/journal.elementa.000029.
- Coumou, D., Di Capua G., Vavrus S., Wang L., et Wang S. (2018). The influence of Arctic amplification on mid-latitude summer circulation. *Nature Communications*, 9(1), 2959. doi: 10.1038/s41467-018-05256-8.
- Crouse, D. L., Pinault, L., Balram, A., Brauer, M., Burnett, R. T., Martin, R. V., van Donkelaar, A., Villeneuve, P. J., et Weichenthal, S. (2019). Complex relationships between greenness, air pollution, and mortality in a population-based Canadian cohort. *Environment International*, 128, 292-300. doi.org/10.1016/j.envint.2019.04.047
- Dales, R., Liu, L., Wheeler, A. J., et Gilbert, N. L. (2008a). Quality of indoor residential air and health. *Canadian Medical Association journal = Journal de l'Association Médicale Canadienne*, 179(2), 147–152. <<https://doi.org/10.1503/cmaj.070359>>

- Dales, R. E., Cakmak, S., Burnett, R. T., Judek, S., Coates, F., et Brook, J. R. (2000). Influence of ambient fungal spores on emergency visits for asthma to a regional children's hospital. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 162(6), 2087–2090. <<https://doi.org/10.1164/ajrccm.162.6.2001020>>
- Dales, R. E., Cakmak, S., Judek, S., et Coates, F. (2008b). Tree pollen and hospitalization for asthma in urban Canada. *International Archives of Allergy and Immunology*, 146(3), 241–247. doi:10.1159/000116360
- Dales, R. E., Cakmak, S., Judek, S., Dann, T., Coates, F., Brook, J. R., et Burnett, R. T. (2004). Influence of outdoor aeroallergens on hospitalization for asthma in Canada. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 113(2), 303–306. doi:10.1016/j.jaci.2003.11.016
- D'Amato, G., Bergmann, K. C., Cecchi, L., Annesi-Maesano, I., Sanduzzi, A., Liccardi, G., Vitale, C., Stanzola, A., et D'Amato, M. (2014). Climate change and air pollution: Effects on pollen allergy and other allergic respiratory diseases. *Allergo Journal International*, 23(1), 17–23. doi:10.1007/s40629-014-0003-7
- D'Amato, G., Holgate, S. T., Pawankar, R., Ledford, D. K., Cecchi, L., Al-Ahmad, M., Al-Enezi, F., Al-Muhsen, S., Ansotegui, I., Baena-Cagnani, C. E., Baker, D. J., Bayram, H., Bergmann, K. C., Boulet, L.-P., buters, J. T. M., D'amato, M., dorsano, S., Douwes, J., Finlay, S. E., Garrasi, D., Annesi-Maesano, I. (2015). Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and related allergic disorders. A statement of the world allergy organization. *The World Allergy Organization Journal*, 8(1), 25. doi:10.1186/s40413-015-0073-0
- D'Amato, G., Vitale, C., Lanza, M., Molino, A., et D'Amato, M. (2016). Climate change, air pollution, and allergic respiratory diseases: An update. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 16(5), 434–440. doi:10.1097/ACI.0000000000000301
- Das, L., et Kovesi, T. A. (2015). Bronchiectasis in children from Qikiqtani (Baffin) Region, Nunavut, Canada. *Annals of the American Thoracic Society*, 12(1), 96–100. <<https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201406-2570C>>
- Dawson, J. P., Adams P. J., et Pandis S. N. (2007). Sensitivity of PM_{2.5} to climate in the Eastern US: a modeling case study. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 7, 4295 – 4309. doi:10.5194/acp-7-4295-2007.
- Day, M. C., et Pandis S. N. (2011). Predicted changes in summertime organic aerosol concentrations due to increased temperatures. *Atmospheric Environment*, 45(36), 6546 – 6556. doi:10.1016/j.atmosenv.2011.08.028
- Demers, I., et Gosselin, P. (2019). At-a-glance -Pollens, climate and allergies: Quebec initiatives. *Health promotion and chronic disease prevention in Canada*, 39(4), 136–141. <<https://doi.org/10.24095/hpcdp.39.4.05>>
- Deser, C., Knutti, R., Solomon S., et Phillips A. S. (2012). Communication of the role of natural variability in future North American climate. *Nature Climate Change*, 2, 775 – 779. doi: 10.1038/NCLIMATE1562.
- Dodd, W., Howard, C., Rose, C., Scott, C., Scott, P., Cunsolo, A., et Orbinski, J. (2018a). The summer of smoke: Ecosocial and health impacts of a record wildfire season in the Northwest Territories, Canada. *The Lancet Global health*, 6(Suppl.2), S30. doi:10.1016/S2214-109X(18)30159-1
- Dodd, W., Scott, P., Howard, C., Scott, C., Rose, C., Cunsolo, A., et Orbinski, J. (2018b). Lived experience of a record wildfire season in the Northwest Territories, Canada. *Canadian Journal of Public Health*, 109(3), 327–337. <<https://doi.org/10.17269/s41997-018-0070-5>>
- Du, X., Chen, R., Meng, X., Liu, C., Niu, Y., Wang, W., Li, S., Kan, H., et Zhou, M. (2020). The establishment of National Air Quality Health Index in China. *Environment International*, 138, 105594–105600. doi.org/10.1016/j.envint.2020.105594
- Ebi, K. L., et McGregor, G. (2008). Climate change, tropospheric ozone and particulate matter, and health impacts. *Environment Health Perspectives*, 116(11), 1449–1455. doi:10.1289/ehp.11463
- Elliott, C. T., Henderson, S. B., et Wan, V. (2013). Time series analysis of fine particulate matter and asthma reliever dispensations in populations affected by forest fires. *Environmental Health*, 12, 11. doi:10.1186/1476-069X-12-11.
- Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC). (2020). *Un environnement sain et une économie saine. Le plan climatique renforcé du Canada pour créer des emplois et soutenir la population, les communautés et la planète*. Gatineau, Québec: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site: <https://www.canada.ca/content/dam/eccc/documents/pdf/climate-change/climate-plan/plan_environnement_sain_economie_saine.pdf>
- European Academies' Science Advisory Council. (2019). *The imperative of climate action to protect human health in Europe*. German National Academy of Sciences. Consulté sur le site: <<https://easac.eu/publications/details/the-imperative-of-climate-action-to-protect-human-health-in-europe/>>
- European Collaborative Action (ECA). (2013). *Harmonisation Framework for Health Based Evaluation of Indoor Emissions from Construction Products in the European Union Using the EU-LCI Concept*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Consulté sur le site: <<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC83683>>
- Fan, J., Wang Y., Rosenfeld D., et Liu, X. (2016). Review of aerosol-cloud interactions: mechanisms, significance and challenges. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 73(11), 4221 – 4252. doi:10.1175/JAS-D-16-0037.1, 2016.



- Fang, Y., Mauzerall, D. J., Liu, J., Fiore, A. M., et Horowitz, L. W. (2013). Impacts of 21st century climate change on global air pollution-related premature mortality. *Climatic Change*, 121, 239–253. doi: 10.1007/s10584-013-0847-8
- Fann, N., Alman, B., Broome, R. A., Morgan, G. G., Johnston, F. H., Pouliot, G., et Rappold, A. G. (2018). The health impacts and economic value of wildland fire episodes in the U.S.: 2018-2012. *Science of the Total Environment*, 610-611, 802-809. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.08.024
- Fann, N., Brennan, T., Dolwick, P., Gamble, J. L., Ilacqua, V., Kolb, L., Nottle, C.G., Spero, T. L., et Ziska, L. (2016). Air Quality Impacts. In Crimmins, A., J. Balbus, J. L. Gamble, C. B. Beard, J. E. Bell, D. Dodgen, R. J. Eisen, N. Fann, M. D. Hawkins, S. C. Herring, L. Jantarasami, D.M. Mills, S. Saha, M. C. Sarofim, J. Trtanj, et L. Ziska (Eds.), *The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment* (pp. 69-98). Washington, DC: US Global Change Research Program.
- Fann, N., Kim, S.-Y., Olives, C., et Sheppard, L. (2017). Estimated changes in life expectancy and adult mortality resulting from declining PM_{2.5} exposures in the contiguous United States: 1980–2010. *Environmental Health Perspectives*, 125(9), 097003. <<https://doi.org/10.1289/EHP507>>
- Fann, N., Nolte, C.G., Dolwick, P., Spero, T.L., Brown, A. C., Phillips, S., et Anenberg, S. (2015). The geographic distribution and economic value of climate change-related ozone health impacts in the United States in 2030. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 65(5), 570–580. doi:10.1080/10962247.2014.996270
- Faustman, E. M., Silbernagel, S.M., Fenske, R. A., Burbacher, T. M., et Ponce, R. A. (2000). Mechanisms underlying Children's susceptibility to environmental toxicants. *Environmental Health Perspectives*, 108(Suppl.1), 13-21. doi:10.1289/ehp.00108s113
- Fiore, A. M., Naik, V., et Leibensperger, E. M. (2015). Air quality and climate connections. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 65(6), 645 – 685. doi:10.1080/10962247.2015.1040526
- Flannigan, M. D., Cantin, A. S., de Groot, W. J., Wotton, M., Newbery, A., et Gowman, L. M. (2013). Global wildland fire season severity in the 21st century. *Forest Ecology and Management*, 294, 54 – 61. doi:10.1016/j.foreco.2012.10.022
- Flannigan, M. D., Krawchuk, M. A., de Groot, W. J., Wotton, B. M., et Gowman, L. M. (2009). Implications of changing climate for global wildland fire. *International Journal of Wildland Fire*, 18(5), 483-507. doi: 10.1071/WF08187
- Flannigan, M. D., Logan, K. A., Amiro, B. D., Skinner, W. R., et Stocks, B. J. (2005). Future area burned in Canada. *Climatic Change*, 72, 1-16. doi:10.1007/s10584-005-5935-y
- Flannigan, M. D., Wotton, M., Marshall, G., de Groot, W. J., Johnston, J., Jurko, N., et Cantin, A. S. (2016). Fuel moisture sensitivity to temperature and precipitation: Climate change implications. *Climatic Change*, 134, 59-71. doi:10.1007/s10584-015-1521-0.
- Fong, K. C., Hart, J. E., et James, P. (2018). A review of epidemiologic studies on greenness and health: Updated literature through 2017. *Current Environmental Health Reports*, 5(1), 77-87. doi:10.1007/s40572-018-0179-y
- Ford, B., Val Martin, M., Zelasky, S. E., Fischer, E. V., Anenberg, S. C., Heald, C. L., et Pierce, J. R. (2018). Future fire implications of smoke concentrations, visibility, and health in the contiguous United States. *GeoHealth*, 2(8), 229-247. doi: 10.1029/2018GH000144.
- Forster, P., et Shine, K. P. (1997). Radiative forcing and temperature trends from stratospheric ozone changes. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 102, 10841–10855. doi:10.1029/96JD03510
- Fu, P., Guo, X., Cheung, F. M. H., et Yung, K. K. L. (2019). The association between PM_{2.5} exposure and neurological disorders: A systematic review and meta-analysis. *The Science of the Total Environment*, 655, 1240-1248. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.218
- Fuertes, E., Markevych, I., Bowatte, G., Gruzieva, O., Gehring, U., Becker, A., Berdel, D., von Berg, A., Bergstrom, A., Brauer, M., Brunekreef, B., Bruske, I., Carlesten, C., Chan-Yeung, M., Dharmage, S.C., Hoffmann, B., Klumper, C., Koppelman, G. H., Kozyrskyi, A.,...Heinrich, J. (2016). Residential greenness is differentially associated with childhood allergic rhinitis and aeroallergen sensitization in seven birth cohorts. *Allergy*, 71(10), 1461-1471. doi:10.1111/all.12915
- Gai, Y., Minet, L., Posen, I.D., Smargiassi, A., Tétrault, L.-F., et Hatzopoulou, M. (2020). Health and climate benefits of electric vehicle deployment in Greater Toronto and Hamilton Area. *Environmental Pollution*, 265, 114983. <doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114983>
- Gao, Y., Fu, J. S., Drake, J. B., Lamarque, J.-F., et Liu, Y. (2013). The impact of emission and climate change on ozone in the United States under representative concentration pathways (RCPs). *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13(4), 9607-9621. doi:10.5194/acp-13-9607-2013
- Garcia-Menendez, F., Saari, R. K., Monier, E., et Selin, N. E. (2015). U.S. Air quality and health benefits from avoided climate change under greenhouse gas mitigation. *Environmental Science and Technology*, 49(13), 7580-7588. doi: 10.1021/acs.est.5b01324
- Gauderman, J. W., McConnell, R. O., Gilliland, F., London, S., Thomas, D., Avol, E., Vora, H., Berhane, K., Rappaport, E. B., Lurmann, F., Margolis, H. G. (2000). Association between air pollution and lung function growth in southern California children. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 162(4), 1383-90.< <https://doi.org/10.1164/ajrccm.162.4.9909096>>

- Gershon, A. S., Guan, J., Wang, C., et To, T. (2010). Trends in asthma prevalence and incidence in Ontario, Canada, 1996-2005: A population study. *American Journal of Epidemiology*, 172(6), 728-736. doi:10.1093/aje/kwq189
- Gerson, A. S., Khan, S., Klein-Geltink, J., Wilton, D., To, T., Crichton, E. J., Pigeau, L., MacQuarrie, J., Allard, Y., Russell, S. J. et Henry, D. A. (2014). Asthma and chronic obstructive pulmonary disease (COPD) prevalence and health service use in Ontario Métis: A population-based cohort study. *PLoS One*, 9(4), e95899. doi: org/10.1371/journal.pone.0095899
- Gillett, N. P., Weaver, A. J., Zwiers, F. W., et Flannigan, M. D. (2004). Detecting the effect of climate change on Canadian forest fires. *Geophysical Research Letters*, 31(18), L18211. doi:10.1029/2004GL020876
- Giorgi, F., et Gutowski, W. J. (2015). Regional dynamical downscaling and the CORDEX initiative. *Annual Review of Environment and Resources*, 40(1), 467-490. doi: 10.1146/annurev-environ-102014-021217
- Gouvernement du Canada. (2012). *Règlement sur la réduction des émissions de dioxyde de carbone – secteur de l'électricité thermique au charbon* (DORS/2012-167). *Gazette du Canada Partie II*, 146(19). Consulté sur le site: <<https://gazette.gc.ca/rp-pr/p2/2012/2012-09-12/html/sor-dors167-fra.html>>
- Gouvernement du Canada. (2015). *Descriptions des messages de la cote air santé*. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/cote-air-sante/descriptions-messages.html>>
- Gouvernement du Canada. (2018). *Règlement modifiant le Règlement sur la réduction des émissions de dioxyde de carbone – secteur de l'électricité thermique au charbon* (DORS/2018-263). *Gazette du Canada Partie II*, 152(25). Consulté sur le site: <<https://canadagazette.gc.ca/rp-pr/p2/2018/2018-12-12/html/sor-dors263-fra.html>>
- Gouvernement du Canada. (2019a). *Cote air santé*. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/cote-air-sante.html>>
- Gouvernement du Canada. (2019b). *Savoir comment Info-Smog fonctionne*. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/info-smog/savoir-comment-ca-fonctionne.html>>
- Gouvernement du Canada. (2019c). *Système de prévision de la fumée des feux de forêt pour le Canada (FireWork) Cartes des prévisions quotidiennes sur la fumée pour début avril à fin octobre*. Consulté sur le site: <https://meteo.gc.ca/firework/index_f.html>
- Gouvernement du Canada. (2019d). *La fumée des feux de forêt, la qualité de l'air et votre santé*. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/cote-air-sante/fumee-feux-foret-qualite.html>>
- Groot, E., Caturay, A., Khan, Y., et Copes, R. (2019). A systematic review of the health impacts of occupational exposure to wildland fires. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 32(2), 121-40. <<https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.01326>>
- Haines, A. (2017). Health co-benefits of climate action. *The Lancet Planetary Health*, 1(1), e4-5. <[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30003-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30003-7)>
- Hamlin, T., et Gusdorf, J. (1997). *Airtightness and energy efficiency of new conventional and R-2000 housing in Canada*. Ottawa, ON: Government of Canada. Consulté sur le site: <<http://publications.gc.ca/site/eng/73407/publication.html>>
- Hanes, C., Wang, X., Jain, P., Parisien, M.-A., Little, J., et Flannigan, M. (2019). Fire-regime changes in Canada over the last half century. *Canadian Journal of Forest Research*, 49, 256-269. doi:10.1139/cjfr-2018-0293.
- Hartling, L., Brison, R., et Pickett, W. (1998). Cluster of Unintentional Carbon Monoxide Poisonings Presenting to the Emergency Departments in Kingston, Ontario during 'Ice Storm 98'. *Canadian Journal of Public Health*, 89(6), 388-390. <<https://doi.org/10.1007/BF03404080>>
- Haywood, J. M., et Shine, K.P. (1995). The effect of anthropogenic sulfate and soot aerosol on the clear sky planetary radiation budget. *Geophysical Research Letters*, 22(5), 603 - 606. doi:10.1029/95GL00075
- Heguy, L., Garneau, M., Goldberg, M. S., Raphoz, M., Guay, F., et Valois, M. F. (2008). Associations between grass and weed pollen and emergency department visits for asthma among children in Montreal. *Environmental Research*, 106(2), 203-211. doi:S0013-9351(07)00223-X
- Henderson, S. B., Brauer, M., MacNab, Y. C., et Kennedy, S. M. (2011). Three measures of forest fire smoke exposure and their associations with respiratory and cardiovascular health outcomes in a population-based cohort. *Environmental Health Perspectives*, 119(9), 1266-1271. doi:10.1289/ehp.1002288
- Hernberg, S., Sripaiboonkij, P., Quansah, R., Jaakkola, J.J., et Jaakkola, M. S. (2014). Indoor molds and lung function in healthy adults. *Respiratory medicine*, 108(5), 677-684. doi:10.1016/j.rmed.2014.03.004
- Heroux, M.-E., Clark, N., Van Ryswyk, K., Mallick, R., Gilbert, N., Harrison, I., Rispler, K., Wang, D., Anastassopoulos, A., Guay, M., MacNeill, M., et Wheeler, A. (2010). Predictors of indoor air concentrations in smoking and non-smoking residences. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(8), 3080-3099. doi:10.3390/ijerph7083080

- Hogrefe, C., Lynn, B., Civerolo, K., Ku, J.-Y., Rosenthal, J., Rosenzweig, C., Goldberg, R., Gaffin, S., Knowlton, K. et Kinney, P. L. (2004). Simulating changes in regional air pollution over the eastern United States due to changes in global and regional climate and emissions. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 109(22), D22301, doi:10.1029/2004JD004690
- Horton, D. E., Skinner, C. B., Singh, D. et Diffenbaugh, N. S. (2014). Occurrence and persistence of future atmospheric stagnation events. *Nature Climate Change*, 4, 698-703. doi:10.1038/NCLIMATE2272, 2014.
- Huang, S., Xiong, J., Cai, C., Xu, W., et Zhang, Y. (2016). Influence of humidity on the initial emittable concentration of formaldehyde and hexaldehyde in building materials: experimental observation and correlation. *Scientific Reports*, 6, 23388. doi: 10.1038/srep23388
- Hulin, M., Simoni, M., Veigi, G., et Annesi-Maesano, I. (2012). Respiratory health and indoor air pollutants based on quantitative exposure assessments. *The European Respiratory Journal*, 40(4), 1033-1045. doi: 10.1183/09031936.00159011
- Hystad, P. U., Setton, E. M., Allen, R. W., Keller, P. C., et Brauer, M. (2009). Modeling residential fine particulate matter infiltration for exposure assessment. *Journal of Exposure Science et Environmental Epidemiology*, 19(6), 570-579. doi:10.1038/jes.2008.45
- Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). (2019). *Global Burden of Disease Study 2017*. Consulté sur le site: <http://www.healthdata.org/sites/default/files/files/policy_report/2019/GBD_2017_Booklet.pdf>
- Institute of Medicine (IOM). (2011). *Climate Change, the Indoor Environment, and Health*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2014). Rapport de synthèse. Dans C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, et L. L. White (éds.), *Changements climatiques 2014* (pp.151). *Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2018). Résumé à l'intention des décideurs. Dans V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, et T. Waterfield (éds.), *Réchauffement planétaire de 1,5 °C*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press. Consulté sur le site: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_fr.pdf>
- Inuit Tapiriit Kanatami (ITK). (2014). *Social Determinants of Inuit Health in Canada*. Consulté sur le site: <https://www.itk.ca/wp-content/uploads/2016/07/ITK_Social_Determinants_Report.pdf>
- Ismaila, A. S., Sayani, A. P., Marin, M., et Su, Z. (2013). Clinical, economic, and humanistic burden of asthma in Canada: A systematic review. *BMC Pulmonary Medicine*, 13, 70. doi:10.1186/1471-2466-13-70
- Jacobson, M. Z. (2001). Strong radiative heating due to the mixing state of black carbon in atmospheric aerosols. *Nature*, 409(6821), 695 – 697. doi: 10.1038/35055518
- Jiang, Z., McDonald, B. C., Worden, H., Worden, J. R., Miyazaki, K., Qug, Z., Henze, D. K., Jones, D. B. A., Arellano, A. F., Fischer, E. V., Zhu, L., et Boersma, K. F. (2018). Unexpected slowdown of US pollutant emission reduction in the past decade. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(20), 5099 – 5104. doi:10.1073/pnas.1801191115, 2018.
- Johnston, F. H., Henderson, S. B., Chen, Y., Randerson, J.T., Marlier, M., DeFries, R. S., Kinney, P., Bowman, D. M. J. S., et Brauer, M. (2012). Estimated global mortality attributable to smoke from landscape fires. *Environmental Health Perspectives*, 120(5), 695-701. <<https://doi.org/10.1289/ehp.1104422>>
- Johnston, F. H., Wheeler, A. J., Williamson, G. J., Campbell, S. L., Jones, P. J., Koolhof, I. S., Lucani, C., Cooling, N.B., et Bowman, D.M.J.S. (2018). Using smartphone technology to reduce health impacts from atmospheric environmental hazards. *Environmental Research Letters*, 13(4), 044019. doi:10.1088/1748-9326/aab1e6
- Kasoar, M., Voulgarakis, A., Lamarque, J.-F., Shindell, D. T., Bellouin, N., Collins, W. J., Faluvegi, G., et Tsigaridis, K. (2016). Regional and global temperature response to anthropogenic SO₂ emissions from China in three climate models. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16(15), 9785 – 9804. doi:10.5194/acp-16-9785-2016
- Kearney, J., Wallace, L., MacNeill, M., Héroux, M.-E., Kindzierski, W., et Wheeler, A. (2014). Residential infiltration of fine and ultrafine particles in Edmonton. *Atmospheric Environment*, 94, 793-805. doi:10.1016/j.atmosenv.2014.05.020
- Keefe, A. (2014). *Evidence review: Filtration in institutional settings during wildfire smoke events* (C. Elliott, et K. Rideout, Eds). BC Centre for Disease Control. Consulté sur le site: <http://www.bccdc.ca/resourcegallery/Documents/Guidelines%20and%20Forms/Guidelines%20and%20Manuals/Health-Environment/WFSG_EvidenceReview_FiltrationinInstitutions_FINAL_v3_edstrs.pdf>
- Keith, P. K., Desrosiers, M., Laister, T., Schellenberg, R. R., et Wasserman, S. (2012). The burden of allergic rhinitis (AR) in Canada: Perspectives of physicians and patients. *Allergy, Asthma, and Clinical Immunology : Official Journal of the Canadian Society of Allergy and Clinical Immunology*, 8(1), 7-1492-8-7. doi:10.1186/1710-1492-8-7



- Kelly, J., Makar, P. A., et Plummer, D. A. (2012). Projections of mid-century summer air-quality for North America: effects of changes in climate and precursor emissions. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12(12), 5367 – 5390. doi:10.5194/acp-12-5367-2012
- Kim, H., Bouchard, J., et Renzi, P. M. (2008). The link between allergic rhinitis and asthma: A role for antileukotrienes? *Canadian Respiratory Journal*, 15(2), 91-98. doi:10.1155/2008/416095
- Kirchmeier-Young, M. C., Gillett, N. P., Zwiers, F. W., Cannon, A. J., et Anslow, F. S. (2019). Attribution of the influence of human-induced climate change on an extreme fire season. *Earth's Future*, 7, 2-10. <<https://doi.org/10.1029/2018EF001050>>
- Kirchmeier-Young, M. C., Zwiers, F. W., Gillett, N. P., et Cannon, A. J. (2017). Attributing extreme fire risk in Western Canada to human emissions. *Climatic Change*, 144, 365-379. doi:10.1007/s10584-017-2030-0
- Kondo, M. C., De Roos, A. J., White, L. S., Heilman, W. E., Mockrin, M. H., Gross-Davis, C. A., et Burstyn, I. (2019). Meta-analysis of heterogeneity in the effects of wildfire smoke exposure on respiratory health in North America. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6), 960. <<https://doi.org/10.3390/ijerph16060960>>
- Korpi, A., Pasanen, A.-L. et Pasanen, P. (1998). Volatile Compounds Originating from Mixed Microbial cultures on building materials under various humidity conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, 64(8), 2914-2919. <<https://doi.org/10.1128/AEM.64.8.2914-2919.1998>>
- Kovesi, T., Zaloum, C., Stocco, C., Fugler, D., Dales, R.E., Ni, A., Barrowman, N., Gilbert, N. L., et Miler, J. D. (2009). Heat recovery ventilators prevent respiratory disorders in Inuit children. *Indoor Air*, 19(6), 489-499. DOI:10.1111/j.1600-0668.2009.00615.x
- Kovesi, T. (2012). Respiratory disease in Canadian First Nations and Inuit children. *Paediatrics et Child Health*, 17(7), 376-380. doi:10.1093/pch/17.7.376
- Lafeuille, M. H., Gravel, J., Figliomeni, M., Zhang, J., et Lefebvre, P. (2013). Burden of illness of patients with allergic asthma versus non-allergic asthma. *The Journal of Asthma : Official Journal of the Association for the Care of Asthma*, 50(8), 900-907. doi:10.3109/02770903.2013.810244
- Lam, Y. F., Fu, J. S., Wu, S., et Mickley, L. J. (2011). Impacts of future climate change and effects of biogenic emissions on surface ozone and particulate matter concentrations in the United States. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 11(10), 4789 – 4806. doi:10.5194/acp-11-4789-2011
- Lavigne, E., Gasparrini, A., Stieb, D. M., Chen, H., Yasseen, A. S., 3rd, Crighton, E., To, T., Weichenthal, S., Villeneuve, P. J., Cakmak, S., Coates, F., et Walker, M. (2017). Maternal Exposure to Aeroallergens and the Risk of Early Delivery. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 28(1), 107–115. <<https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000573>>
- Lavigne, É., Burnett, R. T., Stieb, D. M., Evans, G. J., Godri Pollitt, K. J., Chen, H., van Rijswijk, D., et Weichenthal, S. (2018). Fine Particulate Air Pollution and Adverse Birth Outcomes: Effect Modification by Regional Nonvolatile Oxidative Potential. *Environmental Health Perspectives*, 126(7), 077012. <<https://doi.org/10.1289/EHP2535>>
- Le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). (2014). *Resources: SGQA*. Consulté sur le site: <<https://ccme.ca/fr/resources#>>
- Le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). (2019). *Guide de gestion pour les zones atmosphériques de gestions*. Consulté sur le site: <https://ccme.ca/fr/res/guidancedocumentonairzonemanagement_fr_secured.pdf>
- Leech, J. A., Nelson, W. C., Burnett, R. T., Aaron, S., et Raizenne, M. E. (2002). It's about time: a comparison of Canadian and American time-activity patterns. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 12(6), 427–432. <<https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500244>>
- Leech, J. A., Raizenne, M., et Gusdorf, J. (2004). Health in occupants of energy efficient new homes. *Indoor Air*, 14(3), 169–173. <<https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2004.00212.x>>
- Leibensperger, E. M., Mickley, L. J., et Jacob, D. J. (2008). Sensitivity of US air quality to mid-latitude cyclone frequency and implications of 1980–2006 climate change. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 8(23), 7075–7086. doi: 10.5194/acp-8-7075-2008
- Liu, D., Whitehead, J., Alfarra, M. R., Reyes-Villegas, E., Spracklen, D. V., Reddington, C. L., Kong, S., Williams, P. I., Ting, Y.-C., Haslett, S., Taylor, J. W., Flynn, M. J., Morgan, W. T., McFiggans, G., Coe H., et Allan J. D. (2017). Black-carbon absorption enhancement in the atmosphere determined by particle mixing state. *Nature Geoscience*, 10, 184 – 191. doi:10.1038/NGE02901
- Liu, J. C., Mickley, L. J., Sulprizio, M. P., Yue, X., Peng, R. D., Dominici, F., et Bell, M. L. (2016). Future respiratory hospital admissions from wildfire smoke under climate change in the Western US. *Environmental Research Letters*, 11(12), 124018. doi:10.1088/1748-9326/11/12/124018.
- Liu, J. C., Pereira, G., Uhl, S. A., Bravo, M. A., et Bell, M. L. (2015). A systematic review of the physical health impacts from non-occupational exposure to wildfire smoke. *Environmental Research*, 136, 120–132. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.10.015>>

- Liu, J. C., Zheng, Y., Li, Z., Flynn, C., et Cribb, M. (2012). Seasonal variations of aerosol optical properties, vertical distribution and associated radiative effects in the Yangtze Delta region of China. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 117(D16), D00K38. doi:10.1029/2011JD016490
- Lougheed, M. D., Lemièrre, C., Dell, S. D., Ducharme, F. M., Fitzgerald, J. M., Leigh, R., Licskai, C., Rowe, B. H., Bowie, D., Becker, A., Boulet, L. P., et Canadian Thoracic Society Asthma Committee (2010). Canadian Thoracic Society Asthma Management Continuum—2010 Consensus Summary for children six years of age and over, and adults. *Canadian Respiratory Journal*, 17(1), 15–24. <<https://doi.org/10.1155/2010/827281>>
- Lowe, A. J., Olsson, D., Braback, L., et Forsberg, B. (2012). Pollen exposure in pregnancy and infancy and risk of asthma hospitalisation - a register based cohort study. *Allergy, Asthma, and Clinical Immunology : Official Journal of the Canadian Society of Allergy and Clinical Immunology*, 8(1), 17. doi:10.1186/1710-1492-8-17
- MacNeill, M., Kearney, J., Wallace, L., Gibson, M., Héroux, M. E., Kuchta, J., Guernsey, J. R., et Wheeler, A. J. (2014). Quantifying the contribution of ambient and indoor-generated fine particles to indoor air in residential environments. *Indoor Air*, 24(4), 362–375. <<https://doi.org/10.1111/ina.12084>>
- MacNeill, M., Wallace, L., Kearney, J., Allen, R. W., Van Ryswyk, K., Judek, S., Xu, X., et Wheeler, A. (2012). Factors influencing variability in the infiltration of PM_{2.5} mass and its components. *Atmospheric Environment*, 61, 518–532. doi: 10.1016/j.atmosenv.2012.07.005
- Maguet, S. (2018). *Public Health Responses to Wildfire Smoke Events*. BC Centre for Disease Control and National Collaborating Centre for Environmental Health. Consulté sur le site: <<https://ncceh.ca/sites/default/files/Responding%20to%20Wildfire%20Smoke%20Events%20EN.pdf>>
- Maidment, C. D., Jones, C. R., Webb, T.L., Hathway, E. A., et Gilbertson, J. M. (2014). The impact of household energy efficiency measures on health: A meta-analysis. *Energy Policy*, 65, 583–593. doi: 10.1016/j.enpol.2013.10.054
- Markandya, A., Sampedro, J., Smith, S. J., Van Dingenen, R., Pizarro-Irizar, C., Arto, I., et González-Eguino, M. (2018). Health co-benefits from air pollution and mitigation costs of the Paris Agreement: a modelling study. *The Lancet Planet Health*, 2(3), e126–e133. doi: 10.1016/S2542-5196(18)30029-9
- Matz, C. J., Stieb, D. M., Davis, K., Egyed, M., Rose, A., Chou, B., et Brion, O. (2014). Effects of age, season, gender and urban-rural status on time-activity: Canadian Human Activity Pattern Survey 2 (CHAPS 2). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(2), 2108–2124. <<https://doi.org/10.3390/ijerph110202108>>
- Matz, C. J., Egyed, M., Xi, G., Racine, J., Pavlovic, R., Rittmaster, R., Henderson, S. B., et Stieb, D. M. (2020). Health impact analysis of PM_{2.5} from wildfire smoke in Canada (2013–2015, 2017–2018). *The Science of the Total Environment*, 725, 138506. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138506>>
- McCuskee, S., Kirlew, M., Kelly, L., Fewer, S., et Kovesi, T. (2014). Bronchiolitis and pneumonia requiring hospitalization in young first nations children in Northern Ontario, Canada. *The Pediatric Infectious Disease Journal*, 33(10), 1023–1026. <<https://doi.org/10.1097/INF.0000000000000361>>
- McLean, K. E., Yao, J., et Henderson, S. B. (2015). An Evaluation of the British Columbia Asthma Monitoring System (BCAMS) and PM_{2.5} Exposure Metrics during the 2014 Forest Fire Season. *International journal of environmental research and public health*, 12(6), 6710–6724. <<https://doi.org/10.3390/ijerph120606710>>
- Mearns, L. O., Sain, S., Leung, L. R., Bukovsky, M. S., McGinnis, S., Biner, S., Caya, D., Arritt, R. W., Gutowski, W., Takle, E., Snyder, M., Jones, R. G., Nunes, A. M. B., Tucker, S., Herzmann, D., McDaniel, L., et Sloan, L. (2013). Climate change projections of the North American Regional Climate Change Assessment Program (NARCCAP). *Climate Change*, 120, 965 – 975. doi:10.1007/s10584-013-0831-3.
- Mehiriz, K., et Gosselin, P. (2019). Evaluation of the Impacts of a Phone Warning and Advising System for Individuals Vulnerable to Smog. Evidence from a Randomized Controlled Trial Study in Canada. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(10), 1817. <<https://doi.org/10.3390/ijerph16101817>>
- MetroVancouver. (2018). *Climate 2050 Strategic Framework*. Consulté sur le site: <<http://www.metrovancouver.org/climate2050>>
- Mickley, L. J., Jacob, D. J., Field, B. D., et Rind, D. (2004). Effects of future climate change on regional air pollution episodes in the United States. *Geophysical Research Letters*, 31(24), L24103. doi:10.1029/2004GL021216
- Mills, D., Jones, R., Wobus, C., Ekstrom, J., Jantarasami, L., St Juliana, A., et Crimmins, A. (2018). Projecting Age-Stratified Risk of Exposure to Inland Flooding and Wildfire Smoke in the United States under Two Climate Scenarios. *Environmental Health Perspectives*, 126(4), 047007. <<https://doi.org/10.1289/EHP2594>>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. (2012). *Pan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques*. Gouvernement du Québec. Consulté sur le site: <http://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/plan_action/pacc2020.pdf>
- Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. (2019). *Feux de forêt*. Gouvernement du Québec. Consulté sur le site: <<https://www.environnement.gouv.qc.ca/air/feux-foret/index.htm>>



Ministère de l'Ontario de l'environnement, de la protection de la nature et des parcs. (2010). *Catégories de la CAS et messages de santé*. Gouvernement de l'Ontario. Consulté sur le site: <http://www.qualitedelairontario.com/aqhi/health_messages.php>

Ministère de l'Ontario de la santé et des soins de longue durée. (n.d.). *Unité de gestion des situations d'urgence. La fumée des feux de forêt et votre santé*. Gouvernement de l'Ontario. Consulté sur le site: <https://www.health.gov.on.ca/fr/public/programs/emu/fire_mn.aspx>

Munioz-Alpizar, R., Pavlovic, R., Moran, M.D., Chen, J., Gravel, S., Henderson, S.B., Menard, S., Racine, J., Duhamel, A., Gilbert, S., Beaulieu, P.-A., Davignon, D., Cousineau, S., et Bouchet, V. (2017). Multi-year (2013-2016) PM_{2.5} wildfire pollution exposure over North America as determined from operation air quality forecasts. *Atmosphere*, 8(9), 179. doi: 10.3390/atmos8090179

Myhre, G., Shindell, D., Bréon, F.-M., Collins, W., Fuglestedt, J., Huang, J., Koch, D., Lamarque, J.-F., Lee, D., Mendoza, D., Nakajima, T., Robock, A., Stephens, G., Takemura, T., et Zhang, H. (2013). Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P. M. Midgley, Eds., *Climate Change 2013: The Physical Science Basis* (pp. 659-740). *Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781107415324.018

Naeher, L. P., Brauer, M., Lipsett, M., Zelikoff, J. T., Simpson, C. D., Koenig, J. Q., et Smith, K. R. (2007). Woodsmoke health effects: a review. *Inhalation Toxicology*, 19(1), 67–106. <<https://doi.org/10.1080/08958370600985875>>

Nakicenovic, N., Alcamo, J., Davis, G., de Vries, B., Fenhann, J., Gaffin, S., Gregory, K., Grübler, A., Jung, T.Y., Kram, T., La Rovere, E.L., Michaelis, L., Mori, S., Morita, T., Pepper, W., Pitcher, H., Price, L., Riahi, K., Roehrl, A., Rogner, H.-H., Sankovski, A., Schlesinger, M., Shukla, P., Smith, S., Swart, R., van Rooijen, S., Victor, N., et Dadi, Z. (2000). Special report on emissions scenarios. Dans N. Nakicenovic, et R. Swart, édés., *Emissions Scenarios* (pp. 599). *Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

Nazaroff, W., et Weschler, C. (2004). Cleaning products and air fresheners: Exposure to primary and secondary air pollutants. *Atmospheric Environment*, 38(18), 2841-2865. doi:10.1016/j.atmosenv.2004.02.040

Nolte, C. G., Gilliland, A. B., Hogrefe, C., et Mickley, L. J. (2008). Linking global to regional models to assess future climate impacts on surface ozone levels in the United States. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113(D14), D14307. doi:10.1029/2007JD008497

Nova Scotia Department of Health and Wellness. (2018). *Emergencies and Extreme Weather Events – Wildfires*. Province of Nova Scotia. Consulté sur le site: <<https://novascotia.ca/dhw/environmental/wildfires.asp>>

Oakes, M., Baxter, L., et Long, T. C. (2014). Evaluating the application of multipollutant exposure metrics in air pollution health studies. *Environment International*, 69, 90–99. <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.03.030>>

Organisation mondiale de la santé. (2020). *Pollution de l'air ambiant (extérieur)*. Consulté sur le site: <[https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)>

Parekh, A., Roux, L., et Gallant, P. (2007, July). *Thermal and air leakage characteristics of Canadian housing* [Conference session]. The 11th Canadian Conference on Building Science and Technology, Banff, Alberta, Canada.

Park, S., Allen, R.J., et Lim, C. H. (2020). A likely increase in fine particulate matter and premature mortality under future climate change. *Air Quality, Atmosphere et Health*, 13(7), 143-151. doi. org/10.1007/s11869-019-00785-7

Partanen, A.-I., Landry, J.-S., et Matthews, H. D. (2018). Climate and health implications of future aerosol emission scenarios. *Environmental Research Letters*, 13(2), 024028. doi:10.1088/1748-9326/aaa511

Pavlovic, R., Chen, J., Anderson, K., Moran, M. D., Beaulieu, P. A., Davignon, D., et Cousineau, S. (2016). The FireWork air quality forecast system with near-real-time biomass burning emissions: Recent developments and evaluation of performance for the 2015 North American wildfire season. *Journal of the Air et Waste Management Association*, 66(9), 819-41. doi:10.1080/10962247.2016.1158214

Peters, D. R., Schnell, J. L., Kinney, P. L., Naik, V., et Horton, D. E. (2020). Public health and climate benefits and trade-offs of U.S. vehicle electrification. *GeoHealth*, 4(10), e2020GH000275. <<https://doi.org/10.1029/2020GH000275>>

Pfister, G. G., Walters, S., Lamarque, J.-F., Fast, J., Barth, M. C., Wong, J., Done, J., Holland, G. et Bruyère, C. L. (2014). Projections of future summertime ozone over the U.S. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 119(9), 5559–5582. doi:10.1002/2013JD020932

Pinault, L., Crouse, D., Jerrett, M., Brauer, M., et Tjepkema, M. (2016a). Spatial associations between socioeconomic groups and NO₂ air pollution exposure within three large Canadian cities. *Environmental Research*, 147, 373–382. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.02.033>>

Pinault, L., Crouse, D., Jerrett, M., Brauer, M., et Tjepkema, M. (2016b). Socioeconomic differences in nitrogen dioxide ambient air pollution exposure among children in the three largest Canadian cities. *Health Reports*, 27(7), 3–9.

- Pinault, L., van Donkelaar, A., et Martin, R. V. (2017). Exposure to fine particulate matter air pollution in Canada. *Health Reports*, 28(3), 9–16.
- Potera, C. (2011). Climate change impacts indoor environment. *Environmental health perspectives*, 119(9), a382. <<https://doi.org/10.1289/ehp.119-a382>>
- Poulin, P., Levasseur, M.-E., et Huppé, V. (2016). *Mesures d'adaptation pour une saine qualité de l'air intérieur dans un contexte de changements climatiques : revue de la littérature*. Institut National de Santé Publique du Québec. Consulté sur le site: <<https://www.inspq.qc.ca/publications/2194>>
- Prather, M. J., Holmes, C. D., et Hsu, J. (2012). Reactive greenhouse gas scenarios: Systematic exploration of uncertainties and the role of atmospheric chemistry. *Geophysical Research Letters*, 39(9), L09803. doi:10.1029/2012GL051440
- Radisic, S., Newbold, K. B., Eyles, J., et Williams, A. (2016). Factors influencing health behaviours in response to the air quality health index: A cross-sectional study in Hamilton, Canada. *Environmental Health Review*, 59(1), 17-29. doi: 10.5864/d2016-002
- Ramanathan, R., Chung, C., Kim, D., Bettge, T., Buja, L., Kiehl, J. T., Washington, W. M., Fu, Q., Sikka, D. R., et Wild, M. (2005). Atmospheric brown clouds: Impacts on South Asian climate and hydrological cycle. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(15), 5326 – 5333. doi: 10.1073/pnas.0500656102
- Ravishankara, A. R., Dawson, J. P., et Winner, D. A. (2012). New Directions: Adapting air quality management to climate change: A must for planning. *Atmospheric Environment*, 50, 387 – 389. doi:10.1016/j.atmosenv.2011.12.048
- Reading, C., et Halseth, R. (2013). *Trajectoires menant à l'amélioration du bien-être des peuples autochtones : Les conditions de vie déterminent la santé*. Prince George, Colombie-Britannique: Centre de collaboration nationale de la santé autochtone. Consulté sur le site: <<https://www.ccnas-nccah.ca/docs/determinants/RPT-PathwaysWellBeing-Reading-Halseth-EN.pdf>>
- Reid, C. E., Brauer, M., Johnston, F. H., Jerrett, M., Balmes, J. R., et Elliott, C. T. (2016). Critical Review of Health Impacts of Wildfire Smoke Exposure. *Environmental Health Perspectives*, 124(9), 1334–1343. <<https://doi.org/10.1289/ehp.1409277>>
- Reid, C. E., et Gamble, J. L. (2009). Aeroallergens, allergic disease, and climate change: impacts and adaptation. *EcoHealth*, 6(3), 458–470. <<https://doi.org/10.1007/s10393-009-0261-x>>
- Reisen, F., Duran, S. M., Flannigan, M. D., Elliott, C., et Rideout, K. (2015). Wildfire smoke and public health risk. *International Journal of Wildland Fire*, 24(8), 1029-1044. doi: 10.1071/WF15034
- Ressources naturelles Canada (RNCa). (2016). Évolution de l'efficacité énergétique au Canada. Ottawa, Ontario: Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada.
- Ressources naturelles Canada (RNCa). (2018). Énergie et les émissions de gaz à effet de serre (GES). Consulté sur le site: <https://www.rncan.gc.ca/science-et-donnees/donnees-et-analyse/donnees-et-analyse-energetiques/faits-saillants-lenergie/energie-emissions-gaz-effet-serre-ges/20074?_ga=2.183152934.1879728662.1638861832-432503360.1615390971>
- Rice, M. B., Thurston, G. D., Balmes, J. R., et Pinkerton, K. E. (2014). Climate change. A global threat to cardiopulmonary health. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 189(5), 512–519. <<https://doi.org/10.1164/rccm.201310-1924PP>>
- Rittmaster, R., Adamowicz, W. L., Amiro, B., et Pelletier, R. T. (2006). Economic analysis of health effects from forest fires. *Canadian Journal of Forest Research*, 36(4), 868-877. doi: 10.1139/x05-293
- Rittmaster, R., Adamowicz, W. L., Amiro, B., et Pelletier, R. T. (2008). Erratum: Economic analysis of health effects from forest fires. *Canadian Journal of Forest Research*, 38(4), 908. doi:10.1139/X08-905
- Romero-Lankao, P., Smith, J. B., Davidson, D. J., Diffenbaugh, N. S., Kinney, P. L., Kirshen, P., Kovacs, P., et Villers Ruiz, L. (2014). North America. In V. R. Barros, C. B. Field, D. J. Dokken, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, et L. L. White (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment, Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Romps, D. M., Seeley, J. T., Volaro, D., et Molinari, J. (2014). Projected increase in lightning strikes in the United States due to global warming. *Science*, 346(6211), 851–854. doi: 10.1126/science.1259100
- Saari, R. K., Selin, N. E., Rausch, S., et Thompson, T. M. (2015). A self-consistent method to assess air quality co-benefits from U.S. climate policies. *Journal of the Air and Waste Management Association (1995)*, 65(1), 74–89. <<https://doi.org/10.1080/10962247.2014.959139>>

Saari, R. K., Mei, Y., Monier, E., et Garcia-Menendez, F. (2019). Effect of health-related uncertainty and natural variability on health impacts and cobenefits of climate policy. *Environmental science and technology*, 53(3), 1098–1108. <<https://doi.org/10.1021/acs.est.8b05094>>

Santé Canada. (2007). *Lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel : moisissures*. Ottawa, Ontario: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/lignes-directrices-qualite-air-interieur-residentiel-moisissures.html>>

Santé Canada. (2008). *Santé et changements climatiques: évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada* (J. Seguin, éd.). Ottawa, Ontario: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site: <<https://publications.gc.ca/site/eng/9.635906/publication.html>>

Santé Canada. (2013). *Évaluation scientifique canadienne du smog. Volume 2 : Effets sur la santé*. Ottawa, Ontario: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site: <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.642089/publication.html>>

Santé Canada. (2014). *Profil statistique de la santé des Premières Nations au Canada : Déterminants de la santé, de 2006 à 2010*. Ottawa, Ontario: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site: <<https://www.sac-isc.gc.ca/fra/1585414580249/1585414609942>>

Santé Canada. (2016). *Évaluation des risques pour la santé humaine du dioxyde d'azote ambiant*. Ottawa, Ontario: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site: <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.816721/publication.html>>

Santé Canada. (2018). *La ventilation et le milieu intérieur*. Ottawa, Ontario: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/ventilation-milieu-interieur.html>>

Santé Canada. (2020). *Lignes directrices relatives aux espaces antifumée pendant les épisodes de fumée de feux de forêt*. Ottawa, Ontario: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site: <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.891165/publication.html>>

Santé Canada. (2021). *Les impacts sur la santé de la pollution de l'air au Canada : Estimation de la morbidité et des décès prématurés – rapport 2021*. Ottawa, Ontario: Gouvernement du Canada.

Santé et services sociaux des Territoires du Nord-Ouest (SSS TNO). (2016a). *La fumée des feux de forêt et votre santé. Méthode d'auto-évaluation de la qualité de l'air*. Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest. Consulté sur le site: <<https://www.hss.gov.nt.ca/sites/hss/files/resources/wildlife-smoke-your-health-fr.pdf>>

Santé et services sociaux des Territoires du Nord-Ouest (SSS TNO). (2016b). *Exposition à la fumée des feux de forêt: Lignes directrices provisoires pour la protection de la santé et du bien-être publics*. Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest. Consulté sur le site: <<https://www.hss.gov.nt.ca/sites/hss/files/resources/smoke-exposure-wildfire-guidelines-fr.pdf>>

Santé et services sociaux des Territoires du Nord-Ouest (SSS TNO). (2018). *Renseignements sur la fumée des feux de forêt aux Territoires du Nord-Ouest*. . Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest. Consulté sur le site: <<https://www.hss.gov.nt.ca/sites/hss/files/resources/smoke-warning-aug2018-fr.pdf>>

Santé et services sociaux du Yukon. (2019). *Feux de forêt*. Gouvernement du Yukon. Consulté sur le site: <<http://www.hss.gov.yk.ca/fr/wildfiresmoke.php>>

Santé Manitoba. (2019). *Effets sur la santé de l'exposition à la fumée des feux de forêt*. Gouvernement du Manitoba. Consulté sur le site: <<https://www.gov.mb.ca/health/publichealth/environmentalhealth/smoke.fr.html>>

Santé Montréal. (2017). *Info-smog*. Gouvernement du Québec. Consulté sur le site: <<https://santemontreal.qc.ca/population/conseils-et-prevention/smog/>>

Saskatchewan Environment Public Health and Safety. (n.d.). *Wildfire Smoke and Air Quality*. Government of Saskatchewan. Consulté sur le site: <<https://www.saskatchewan.ca/residents/environment-public-health-and-safety/wildfire-in-saskatchewan/fire-smoke-and-air-quality>>

Saunois, M., Bousquet, P., Poulter, B., Peregón, A., Ciais, P., Canadell, J. G., Dlugokencky, E. J., Etiope, G., Bastviken, D., Houweling, S., Janssens-Maenhout, G., Tubiello, F. N., Castaldi, S., Jackson, R. B., Alexe, M., Arora, V. K., Beerling, D. J., Bergamaschi, P., Blake, D. R., Brailsford, G., ...Zhu, Q. (2016). The global methane budget 2000 – 2012. *Earth System Science Data Discussions*, 8(2), 697–751. doi:10.5194/essd-8-697-2016

Schnell, J. L., et Prather, M. (2017). Co-occurrence of extremes in surface ozone, particulate matter, and temperature over eastern North America. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(11), 2854 – 2859. doi:10.1073/pnas.1614453114, 2017.

Scout Environmental. (2019). *Air Health Check*. Consulté sur le site: <<https://scoutenvironmental.com/air-health-check/>>

Seguel, J. M., Merrill, R., Seguel, D., et Campagna, A. C. (2016). Indoor Air Quality. *American journal of lifestyle medicine*, 11(4), 284–295. <<https://doi.org/10.1177/1559827616653343>>

- Seinfeld, J. H., Bretherton, C., Carslaw, K. S., Coe, H., DeMott, P. J., Dunlea, E. J., Feingold, G., Ghan, S., Guenther, A. B., Kahn, R., Kraucunas, I., Kreidenweis, S. M., Molina, M. J., Nenes, A., Penner, J. E., Prather, K. A., Ramanathan, V., ...Wood, R. (2016). Improving our fundamental understanding of the role of aerosol-cloud interactions in the climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(21), 5781 – 5790. doi:10.1073/pnas.1514043113
- Selin, N. E., Wu, S., Nam, K. M., Reilly, J. M., Paltsev, S., Prinn, R. G., et Webster, M. D. (2009). Global health and economic impacts of future ozone pollution. *Environmental Research Letters*, 4(4), 044014. doi:10.1088/1748-9326/4/4/044014
- Services aux Autochtones Canada (SAC). (2018). *Prévention et gestion des maladies chroniques dans les communautés des Premières Nations : un cadre d'orientation*. Ottawa, Ontario: Services aux Autochtones Canada. Consulté sur le site : <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.840824/publication.html>>
- Sharpe, R. A., Thornton, C. R., Nikolaou, V., et Osborne, N. J. (2015). Higher energy efficient homes are associated with increased risk of doctor diagnosed asthma in a UK subpopulation. *Environment International*, 75, 234–244. <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.11.017>>
- Shea, K. M., Truckner, R. T., Weber, R. W., et Peden, D. B. (2008). Climate change and allergic disease. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 122(3), 443–455. <<https://doi.org/10.1016/j.jaci.2008.06.032>>
- Shindell, D. T., Faluvegi, G., Rotstayn, L., et Milly, G. (2015). Spatial patterns of radiative forcing and surface temperature response. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 120(11), 5385–5403. doi:10.1002/2014JD022752
- Shindell, D. T., Faluvegi, G., Seltzer, K., et Shindell C. (2018). Quantified, localized health benefits of accelerated carbon dioxide emission reductions. *Nature Climate Change*, 8(4), 291–295. doi:10.1038/s41558-018-0108-y
- Shindell, D. T., Kuylenstierna, J. C. I., Vignati, E., van Dingenen, R., Amann, M., Klimont, Z., Anenberg, S. C., Müller, N., Janssens-Maenhout, G., Raes, F., Schwartz, J., Faluvegi, G., Pozzoli, L., Kupiainen, K., Höglund-Isaksson, L., Emberson, L., Streets, D., Ramanathan, V., ...Fowler, D. (2012). Simultaneously mitigating near-term climate change and improving human health and food security. *Science*, 335(6065), 183–189. doi:10.1126/science.1210026
- Shindell, D. T., Lee, Y., et Faluvegi, G. (2016). Climate and health impacts of US emissions reductions consistent with 2°C. *Nature Climate Change*, 6, 503–507. doi: 10.1038/nclimate2935
- Sierra-Heredia, C., North, M., Brook, J., Daly, C., Ellis, A. K., Henderson, D., Henderson, S. B., Lavigne, É., et Takaro, T. K. (2018). Aeroallergens in Canada: Distribution, Public Health Impacts, and Opportunities for Prevention. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(8), 1577. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15081577>>
- Silva, R. A., West, J. J., Lamarque, J. F., Shindell, D. T., Collins, W. J., Dalsoren, S., Faluvegi, G., Folberth, G., Horowitz, L. W., Nagashima, T., Naik, V., Rumbold, S. T., Sudo, K., Takemura, T., Bergmann, D., Cameron-Smith, P., Cionni, I., Doherty, R. M., Eyring, V., Josse, B., ... Zeng, G. (2016). The effect of future ambient air pollution on human premature mortality to 2100 using output from the ACCMIP model ensemble. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16(15), 9847–9862. <<https://doi.org/10.5194/acp-16-9847-2016>>
- Silva, R. A., West, J. J., Lamarque, J. F., Shindell, D. T., Collins, W. J., Faluvegi, G., Folberth, G. A., Horowitz, L. W., Nagashima, T., Naik, V., Rumbold, S. T., Sudo, K., Takemura, T., Bergmann, D., Cameron-Smith, P., Doherty, R. M., Josse, B., MacKenzie, I. A., Stevenson, D. S., et Zeng, G. (2017). FUTURE GLOBAL MORTALITY FROM CHANGES IN AIR POLLUTION ATTRIBUTABLE TO CLIMATE CHANGE. *Nature climate change*, 7(9), 647–651. <<https://doi.org/10.1038/nclimate3354>>
- Singh, R., Walsh, P., et Mazza, C. (2019). Sustainable Housing: Understanding the Barriers to Adopting Net Zero Energy Homes in Ontario, Canada. *Sustainability*, 11(22), 6236–6257. doi:10.3390/su11226236
- Skiles, S. M., Flanner, M., Cook, J. M., Dumont, M., et Painter, T. H. (2018). Radiative forcing by light-absorbing particles in snow. *Nature Climate Change*, 8(11), 964 – 971. doi:10.1038/s41558-018-0296-5
- Smith, K. R., Woodward, A., Campbell-Lendrum, D., Chadee, D. D., Honda, Y., Liu, Q., Olwoch, J. M., Revich, B., et Sauerborn, R. (2014). Human health: impacts, adaptation, and co-benefits. In C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, et L. L. White (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects (pp. 709-754). Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Solomon, G. M., Hjelmroos-Koski, M., Rotkin-Ellman, M., et Hammond, S. K. (2006). Airborne mold and endotoxin concentrations in New Orleans, Louisiana, after flooding, October through November 2005. *Environmental Health Perspectives*, 114(9), 1381–1386. <<https://doi.org/10.1289/ehp.9198>>
- Spurr, K., Pendergast, N., et MacDonald, S. (2014). Assessing the use of the Air Quality Health Index by vulnerable populations in a 'low-risk' region: A pilot study. *Canadian Journal of Respiratory Therapy : CJRT = Revue Canadienne de la Thérapie Respiratoire : RCTR*, 50(2), 45–49.

- Stach, A., García-Mozo, H., Prieto-Baena, J. C., Czarnecka-Operacz, M., Jenerowicz, D., Silny, W., et Galán, C. (2007). Prevalence of *Artemisia* species pollinosis in western Poland: impact of climate change on aerobiological trends, 1995-2004. *Journal of Investigational Allergology et Clinical Immunology*, 17(1), 39–47
- Statistique Canada. (2015). *Les peuples autochtones: Feuille d'information du Canada*. Consulté sur le site: <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/89-656-x/89-656-x2015001-fra.htm>>
- Statistique Canada. (2017). *Les conditions de logement des peuples autochtones au Canada : recensement de la population, 2016*. Ottawa, Ontario: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site: <https://publications.gc.ca/collections/collection_2018/statcan/98-200-x/98-200-x2016021-fra.pdf>
- Steiner, A. L., Tonse, S., Cohen, R. C., Goldstein, A. H., et Harley, R. A. (2006). Influence of future climate and emissions on regional air quality in California. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 111(D18), D18303. doi:10.1029/2005JD006935
- Stevenson, D. S., Young, P. J., Naik, V., Lamarque, J.-F., Shindell, D. T., Voulgarakis, A., Skeie, R. B., Dalsoren, S. B., Myhre, G., Berntsen, T. K., Folberth, G. A., Rumbold, S. T., Collins, W. J., MacKenzie, I. A., Doherty, R. M., Zeng, G., van Noije, T. P. C., Strunk, A., Bergmann, D., Cameron-Smith, P., ...Archibald, A. (2013). Tropospheric ozone changes, radiative forcing and attribution to emissions in the Atmospheric Chemistry and Climate Model Intercomparison Project (ACCMIP). *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13(6), 3063-3085. doi:10.5194/acp-13-3063-2013
- Stieb, D. M., Burnett, R. T., Smith-Doiron, M., Brion, O., Shin, H. H., et Economou, V. (2008). A new multipollutant, no-threshold air quality health index based on short-term associations observed in daily time-series analyses. *Journal of the Air and Waste Management Association* (1995), 58(3), 435–450. <<https://doi.org/10.3155/1047-3289.58.3.435>>
- Stieb, D. M., Chen, L., Beckerman, B. S., Jerrett, M., Crouse, D. L., Omariba, D. W., Peters, P. A., van Donkelaar, A., Martin, R. V., Burnett, R. T., Gilbert, N. L., Tjepkema, M., Liu, S., et Dugandzic, R. M. (2016). Associations of Pregnancy Outcomes and PM_{2.5} in a National Canadian Study. *Environmental Health Perspectives*, 124(2), 243–249. <<https://doi.org/10.1289/ehp.1408995>>
- Stieb, D. M., Judek, S., van Donkelaar, A., Martin, R. V., Brand, K., Shin, H. H., Burnett, R. T., et Smith-Doiron, M. H. (2015). Estimated public health impacts of changes in concentrations of fine particle air pollution in Canada, 2000 to 2011. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne de Sante Publique*, 106(6), e362–e368. <<https://doi.org/10.17269/cjph.106.4983>>
- Stiehl, D. M., Yao, J., Henderson, S. B., Pinault, L., Smith-Doiron, M. H., Robichaud, A., van Donkelaar, A., Martin, R. V., Ménard, R., et Brook, J. R. (2019). Variability in ambient ozone and fine particle concentrations and population susceptibility among Canadian health regions. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne de Sante Publique*, 110(2), 149–158. <<https://doi.org/10.17269/s41997-018-0169-8>>
- Stohl, A., Aamaas, B., Amann, M., Baker, L.H., Bellouin, N., Berntsen, T.K., Boucher, O., Cherian, R., Collins, W., Daskalakis, N., Dusinska, M., Eckhardt, S., Fuglestedt, J. S., Harju, M., Heyes, C., Hodnebrog, Ø., Hao, J., Im, U., Kanakidou, M., Klimont, Z., Kupiainen, K., ... Zhu, T. (2015). Evaluating the climate and air quality impacts of short-lived pollutants. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 15(18), 10529 – 10566 doi:10.5194/acp-15-10529-2015, 2015.
- Stowell, J. D., Kim, Y.-M., Gao, Y., Fu, J. S., Chang, H. H., et Liu, Y. (2017). The impact of climate change and emissions control on future ozone levels: Implications for human health. *Environmental International*, 108, p. 41-50. doi:10.1016/j.envint.2017.08.001
- Tagaris, E., Liao, K.-J., DeLucia, A. J., Deck, L., Amar, P. et Russell, A. G. (2009). Potential impact of climate change on air pollution-related human health effects. *Environmental Science and Technology*, 43(13), 4979–4988. doi: 10.1021/es803650w
- Tagaris, E., Manomaiphiboon, K., Liao, K.-J., Leung, L. R., Woo, J.-H., He, S., Amar, P., et Russell, A. G. (2007). Impacts of global climate change and emissions on regional ozone and fine particulate matter concentrations over the United States. *Journal Geophysical Research: Atmospheres*, 112(D14), D14312. doi:10.1029/2006JD008262.
- Tai, A. P. K., Mickley, L. J., et Jacob, D. J. (2010). Correlations between fine particulate matter (PM_{2.5}) and meteorological variables in the United States: Implications for the sensitivity of PM_{2.5} to climate change. *Atmospheric Environment*, 44(32), 3976-3984. doi:10.1016/j.atmosenv.2010.06.060
- Tai, A. P. K., Mickley, L. J., et Jacob, D. J. (2012). Impact of 2000–2050 climate change on fine particulate matter (PM_{2.5}) air quality inferred from a multi-model analysis of meteorological modes. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 12(23), 11329-11337. doi:10.5194/acp-12-11329-2012
- Takaro, T. K., Knowlton, K., et Balmes, J. R. (2013). Climate change and respiratory health: current evidence and knowledge gaps. *Expert Review of Respiratory Medicine*, 7(4), 349–361. <<https://doi.org/10.1586/17476348.2013.814367>>
- Tan, X., Chen, S., Gan, T. Y., Liu, B., et Chen, X. (2019). Dynamic and thermodynamic changes conducive to the increased occurrence of extreme fire weather over western Canada under possible anthropogenic climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 265, 269-279. doi:10.1016/j.agrformet.2018.11.026



- Taylor, P. E., Jacobson, K. W., House, J. M., et Glovsky, M. M. (2007). Links between pollen, atopy and the asthma epidemic. *International Archives of Allergy and Immunology*, 144(2), 162–170. <<https://doi.org/10.1159/000103230>>
- The Weather Network. (2019). *Pollen report list*. Consulté sur le site: <<https://www.theweathernetwork.com/forecasts/pollen/list>>
- Thompson, T. M., Rausch, S., Saari, R. K., et Selin, N. E. (2014). A systems approach to evaluating the air quality co-benefits of US carbon policies. *Nature Climate Change*, 4, 917-923. doi: 10.1038/nclimate2342
- Thompson, T. M., Rausch, S., Saari, R. K., et Selin, N. E. (2016). Air quality co-benefits of subnational carbon policies. *Journal of the Air and Waste Management Association (1995)*, 66(10), 988–1002. <<https://doi.org/10.1080/10962247.2016.1192071>>
- To, T., Dell, S., Tassoudji, M., et Wang, C. (2009). Health outcomes in low-income children with current asthma in Canada. *Chronic Diseases in Canada*, 29(2), 49–55.
- Traidl-Hoffmann, C., Kasche, A., Menzel, A., Jakob, T., Thiel, M., Ring, J., et Behrendt, H. (2003). Impact of pollen on human health: more than allergen carriers? *International Archives of Allergy and Immunology*, 131(1), 1–13. <<https://doi.org/10.1159/000070428>>
- Trail, M., Tsimpidi, A. P., Liu, P., Tsigaridis, K., Rudokas, J., Miller, P., Nenes, A., Hu, Y., et Russell, A. G. (2014). Sensitivity of air quality to potential future climate change and emissions in the United States and major cities. *Atmospheric Environment*, 94, 552 – 563, doi:10.1016/j.atmosenv.2014.05.079
- Turner, M. C., Jerrett, M., Pope, C. A., 3rd, Krewski, D., Gapstur, S. M., Diver, W. R., Beckerman, B. S., Marshall, J. D., Su, J., Crouse, D. L., et Burnett, R. T. (2016). Long-Term Ozone Exposure and Mortality in a Large Prospective Study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 193(10), 1134–1142. <<https://doi.org/10.1164/rccm.201508-1633OC>>
- Turnock, S. T., Smith, S., et O'Connor, F. M. (2019). The impact of climate mitigation measures on near term climate forcings. *Environmental Research Letters*, 14(10), 104013. doi: 10.1088/1748-9326/ab4222
- Twohig-Bennett, C., et Jones, A. (2018). The health benefits of the great outdoors: A systematic review and meta-analysis of greenspace exposure and health outcomes. *Environmental Research*, 166, 628–637. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.06.030>>
- United States Centers for Disease Control and Prevention (US CDC). (2020). *COVID-19 considerations for cleaner air shelters and cleaner air spaces to protect the public from wildfire Smoke*. Atlanta, GA. Consulté sur le site: <<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/php/cleaner-air-shelters.html>>
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). (2016). *Wildfire Smoke: A guide for public health officials*. Consulté sur le site: <<https://www.airnow.gov/publications/wildfire-smoke-guide/wildfire-smoke-a-guide-for-public-health-officials/>>
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). (2019). *Integrated Science Assessment for Particulate Matter*. Washington, DC. Consulté sur le site: <<https://epa.gov/isa/integrated-science-assessment-particulate-matter>>
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). (2020a). *Integrated Science Assessment for Ozone and Related Photochemical Oxidants*. Washington, DC. Consulté sur le site: <<https://cfpub.epa.gov/ncea/isa/recordisplay.cfm?deid=348522>>
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). (2020b). *Integrated Science Assessments (ISAs)*. Consulté sur le site: <www.epa.gov/isa>
- Vachon, J., Gallant, V., et Siu, W. (2018). Tuberculosis in Canada, 2016. *Canada Communicable Disease Report = Relevé des Maladies Transmissibles au Canada*, 44(3-4), 75–81. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v44i34a01>>
- Vaitla, P. M., et Drewe, E. (2011). Identifying the culprit allergen in seasonal allergic rhinitis. *The Practitioner*, 255(1740), 27–2.
- Val Martin, M., Heald, C. L., Lamarque, J.-F., Tilmes, S., Emmons, L. K., et Schichtel, B. A. (2015). How emissions, climate, and land use change will impact mid-century air quality over the United States: a focus on effects at national parks. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 15(5), 2805–2823. doi:10.5194/acp-15-2805-2015
- Vandyck, T., Keramidis, K., Kitous, A., Spadaro, J. V., Van Dingenen, R., Holland, M., et Saveyn, B. (2018). Air quality co-benefits for human health and agriculture counterbalance costs to meet Paris Agreement pledges. *Nature Communications*, 9(1), 4939. <<https://doi.org/10.1038/s41467-018-06885-9>>
- Van Vuuren, D. P., et Carter, T. R. (2014). Climate and socio-economic scenarios for climate change research and assessment: reconciling the new with the old. *Climate change*, 122(3), 415-429. doi:10.1007/s10584-013-0974-2
- Van Vuuren, D.P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., Hurtt, G. C., Kram, T., Krey, V., Lamarque, J., Masui, T., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Smith, S. J., et Rose, S. K. (2011). The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change*, 109(1), 5-31. doi:10.1007/s10584-011-0148-z
- Viegi, G., Maio, S., Simoni, M., et Annesi-Maesano, I. (2009). The epidemiological link between ageing and respiratory diseases. In V. Bellia and R. Incalzi (Eds.), *Respiratory Diseases in Elderly* (p. 1–17).
- Wallace, L. (1996). Indoor particles: a review. *Journal of the Air and Waste Management Association (1995)*, 46(2), 98–126. <<https://doi.org/10.1080/10473289.1996.10467451>>

- Wang, X., Parisien, M.-A., Taylor, S. W., Candau, J.-N., Stralberg, D., Marshall, G. A., Little, J. M., et Flannigan, M. D. (2017). Projected changes in daily fire spread across Canada over the next century. *Environmental Research Letters*, 12(2), 025005. doi:10.1088/1748-9326/aa5835
- Warren, F. J., et Lemmen, D. S. (éd.) (2014). *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*. Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.643395/publication.html>>
- Weichenthal, S., Lavigne, E., Villeneuve, P. J., et Reeves, F. (2016). Airborne Pollen Concentrations and Emergency Room Visits for Myocardial Infarction: A Multicity Case-Crossover Study in Ontario, Canada. *American Journal of Epidemiology*, 183(7), 613–621. <<https://doi.org/10.1093/aje/kwv252>>
- Wen, X. J., Balluz, L., et Mokdad, A. (2009). Association between media alerts of air quality index and change of outdoor activity among adult asthma in six states, BRFSS, 2005. *Journal of Community Health*, 34(1), 40–46. <<https://doi.org/10.1007/s10900-008-9126-4>>
- Weschler, C. J. (2006). Ozone's impact on public health: contributions from indoor exposures to ozone and products of ozone-initiated chemistry. *Environmental Health Perspectives*, 114(10), 1489–1496. <<https://doi.org/10.1289/ehp.9256>>
- Weschler, C.J. (2009). Changes in indoor pollutants since the 1950s. *Atmospheric Environment*, 43(1), 153–169. doi: 10.1016/j.atmosenv.2008.09.044
- West, J. J., Fiore, A. M., et Horowitz, L. W. (2012). Scenarios of methane emission reductions to 2030: abatement costs and co-benefits to ozone air quality and human mortality. *Climatic Change*, 114(3-4), 441–461. doi:10.1007/s10584-012-0426-4
- West, J. J., Smith, S. J., Silva, R. A., Naik, V., Zhang, Y., Adelan, Z., Fry, M. M., Anenberg, S., Horowitz, L. W., et Lamarque, J. F. (2013). Co-benefits of mitigating global greenhouse gas emissions for future air quality and human health. *Nature Climate Change*, 3(10), 885-889. doi: 10.1038/nclimate2009
- West, J. J., Szopa, S., et Hauglustaine, D. A. (2007). Human mortality effects of future concentrations of tropospheric ozone. *Comptes Rendus Geoscience*, 339(11), 775-783. doi:10.1016/j.crte.2007.08.005
- Wheeler, A. J., Gibson, M. D., MacNeill, M., Ward, T. J., Wallace, L. A., Kuchta, J., Seaboyer, M., Dabek-Zlotorzynska, E., Guernsey, J. R., et Stieb, D. M. (2014). Impacts of air cleaners on indoor air quality in residences impacted by wood smoke. *Environmental Science et Technology*, 48(20), 12157–12163. <<https://doi.org/10.1021/es503144h>>
- Wolkoff, P. (1998). Impact of air velocity, temperature, humidity, and air on long-term VOC emissions from building products. *Atmospheric Environment*, 32(14–15), 2659-2668. doi: 10.1016/S1352-2310(97)00402-0
- Wotton, B. M., Flannigan, M. D., et Marshall, G. (2017). Potential climate change impacts on fire intensity and key wildfire suppression thresholds in Canada. *Environmental Research Letters*, 12(9), 095003. doi:10.1088/1748-9326/aa7e6e
- Wright, G. S., et Klingenberg, K. (2015). *Climate-specific passive building standards*. Golden, CO: National Renewable Energy Lab (NREL). doi:10.2172/1215274
- Wu, S., Mickley, L. J., Jacob, D. J., Rind, D., et Streets, D. G. (2008a). Effects of 2000 – 2050 changes in climate and emissions on global tropospheric ozone and the policy-relevant background surface ozone in the United States. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113(D18), D18312. doi:10.1029/2007JD009639
- Wu, S., Mickley, L. J., Leibensperger, E. M., Jacob, D. J., Rind, D., et Streets, D. G. (2008b). Effects of 2000-2050 change on ozone air quality in the United States. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113(D6), D06302. doi:10.1029/2007JD008917
- Xiong, J., Wei, W., Huang, S., et Zhang, Y. (2013). Association between the emission rate and temperature for chemical pollutants in building materials: general correlation and understanding. *Environmental Science and Technology*, 47(15), 8540–8547. <<https://doi.org/10.1021/es401173d>>
- Yahya, K., Campbell, P., et Zhang Y. (2017). Decadal application of WRF/chem for regional air quality and climate modeling over the U.S. under the representative concentration pathways scenarios. Part 2: Current vs. future simulations. *Atmospheric Environment*, 152, 584 – 604. doi:10.1016/j.atmosenv.2016.12.028
- Yao, J., Stieb, D. M., Taylor, E., et Henderson, S. B. (2020). Assessment of the Air Quality Health Index (AQHI) and four alternate AQHI-Plus amendments for wildfire seasons in British Columbia. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne de Sante Publique*, 111(1), 96–106. <<https://doi.org/10.17269/s41997-019-00237-w>>
- Youssef, H., Liousse, C., Roblou, L., Assamoi, E. M., Salonen, R. O., Maesano, C., Banerjee, S., et Annesi-Maesano, I. (2014). Non-accidental health impacts of wildfire smoke. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(11), 11772–11804. <<https://doi.org/10.3390/ijerph11111772>>
- Yue, X., Mickley, L. J., Logan, J. A., et Kaplan, J. O. (2013). Ensemble projections of wildfire activity and carbonaceous aerosol concentrations over the western United States in the mid-21st century. *Atmospheric Environment*, 77, 767-780. doi:10.1016/j.atmosenv.2013.06.003



Zhang, J., et Smith, K. R. (2003). Indoor air pollution: a global health concern. *British Medical Bulletin*, 68, 209–225. <<https://doi.org/10.1093/bmb/ldg029>>

Zhang, Y., Smith, S. J., Bowden, J. H., Adelman, Z., et West, J. J. (2017). Co-benefits of global, domestic, and sectoral greenhouse gas mitigation for US air quality and human health in 2050. *Environmental Research Letters*, 12(11), 114033. <<https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa8f76>>

Zhang, Y., West, J. J., Mathur, R., Xing, J., Hogrefe, C., Roselle, S. J., Bash, J. O., Pleim, J. E., Gan, C. M., et Wong, D. C. (2018). Long-term trends in the ambient PM_{2.5}- and O₃-related mortality burdens in the United States under emission reductions from 1990 to 2010. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 18(20), 15003–15016. <<https://doi.org/10.5194/acp-18-15003-2018>>

Zickfeld, K., et Herrington, T. (2015). The time lag between a carbon dioxide emission and maximum warming increases with the size of the emission. *Environment Research Letters*, 10(3), 031001. doi:10.1088/1748-9326/10/3/031001

Ziska, L. H., et Beggs, P. J. (2012). Anthropogenic climate change and allergen exposure: The role of plant biology. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 129(1), 27-32. doi:10.1016/j.jaci.2011.10.032

Ziska, L. H., Makra, L., Harry, S. K., Bruffaerts, N., Hendrickx, M., Coates, F., Saarto, A., Thibaudon, M., Oliver, G., Damialis, A., Charalampopoulos, A., Vokou, D., Heidmarsson, S., Gudjohnsen, E., Vonini, M., Oh, J. W., Sullivan, K., Ford, L., Brooks, G. D., Myszewska, D., ...Crimmins, A. R. (2019). Temperature-related changes in airborne allergenic pollen abundance and seasonality across the northern hemisphere: A retrospective data analysis. *The Lancet Planetary Health*, 3(3), e124-e131. doi:S2542-5196(19)30015-4



CHAPITRE 6

Maladies infectieuses

LA SANTÉ DES CANADIENS ET DES CANADIENNES
DANS UN CLIMAT EN CHANGEMENT : FAIRE
PROGRESSER NOS CONNAISSANCES POUR AGIR



Santé
Canada

Health
Canada

Canada



Auteur principal

Nick H. Ogden, Agence de la santé publique du Canada

Auteurs collaborateurs

Catherine Bouchard, Agence de la santé publique du Canada

Gabrielle Brankston, Université de Guelph

Elizabeth M. Brown, Santé publique Ontario

Tricia Corrin, Agence de la santé publique du Canada

Antonia Dibernardo, Agence de la santé publique du Canada

Michael A. Drebot, Agence de la santé publique du Canada

David N. Fisman, Université de Toronto

Eleni Galanis, Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique et Université de la Colombie-Britannique

Amy Greer, Université de Guelph

Emily Jenkins, Université de la Saskatchewan

Julianne V. Kus, Santé publique Ontario et Université de Toronto

Patrick A. Leighton, Université de Montréal

L. Robbin Lindsay, Agence de la santé publique du Canada

Anne-Marie Lowe, Agence de la santé publique du Canada

Antoinette Ludwig, Agence de la santé publique du Canada

Shaun K. Morris, Hospital for Sick Children et Université de Toronto

Victoria Ng, Agence de la santé publique du Canada

Linda Vrbova, Agence de la santé publique du Canada

Lisa Waddell, Agence de la santé publique du Canada

Heidi Wood, Agence de la santé publique du Canada

Suggestion de citation

Ogden, N. H., Bouchard, C., Brankston, G., Brown, E. M., Corrin, T., Dibernardo, A., Drebot, M. A., Fisman, D. N., Galanis, E., Greer, A., Jenkins, E., Kus, J. V., Leighton, P. A., Lindsay, L. R., Lowe, A.-M., Ludwig, A., Morris, S. K., Ng, V., Vrbova, L., Waddell, L., et Wood, H. (2022). Maladies infectieuses. Dans P. Berry et R. Schnitter (éd.), [La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir](#). Ottawa (Ontario) : gouvernement du Canada.

Table des matières

Résumé	413
Messages clés	413
6.1 Introduction	420
6.1.1 Émergence et réémergence des maladies infectieuses	421
6.1.2 Maladies infectieuses et évaluations antérieures des changements climatiques et de la santé	423
6.1.3 Gestion des risques de maladies infectieuses	430
6.2 Méthodes et approche	430
6.3 Risques climatiques pour la santé, impacts prévus des changements climatiques et données probantes sur les impacts à ce jour	432
6.3.1 Maladies à transmission vectorielle	432
6.3.1.1 Effets des changements climatiques sur l'écologie et l'épidémiologie des vecteurs et sur la transmission des maladies à transmission vectorielle	432
Encadré 6.1 Effets des changements climatiques et météorologiques sur les arthropodes vecteurs et les maladies à transmission vectorielle	433
6.3.1.2 Maladies exotiques transmises par les moustiques	436
Encadré 6.2 Scénarios d'introduction de maladies exotiques à transmission vectorielle au Canada	437
6.3.1.3 Maladies endémiques transmissibles par les moustiques au Canada	446
6.3.1.4 Autres zoonoses transmises par les insectes	450
6.3.1.5 Zoonoses transmises par les tiques	452
Encadré 6.3 Maladies et agents pathogènes transmis par les tiques <i>Ixodes scapularis</i> qui émergent avec la maladie de Lyme	456
6.3.2 Zoonoses transmises directement des animaux aux humains	463
6.3.2.1 Zoonoses virales	464
Encadré 6.4 Changements climatiques et coronavirus (COVID-19)	466
6.3.2.2 Zoonoses parasitaires	468
6.3.2.3 Zoonoses bactériennes	470
6.3.3 Maladies infectieuses transmises directement d'une personne à une autre	471
6.3.3.1 Infections respiratoires	472
6.3.3.2 Infections gastro-intestinales	474
6.3.4 Maladies infectieuses acquises par inhalation à partir de sources environnementales	475
6.3.4.1 Légionellose	475



Encadré 6.5 Effets des changements climatiques sur le risque de légionellose et données probantes connexes	478
6.3.4.2 Infection à <i>Cryptococcus gattii</i>	478
Encadré 6.6 Effets des changements climatiques sur le risque d'infection par <i>Cryptococcus gattii</i> et données probantes connexes	480
6.3.4.3 Blastomycose	481
Encadré 6.7 Effets des changements climatiques sur le risque de blastomycose et données probantes connexes	483
6.3.4.4 Histoplasmosse	483
Encadré 6.8 Effets des changements climatiques sur le risque d'histoplasmosse et données probantes connexes	484
6.3.4.5 Coccidioïdomycose	484
Encadré 6.9 Effets des changements climatiques sur le risque de coccidioïdomycose et données probantes connexes	485
6.4 Adaptation en vue de réduire les risques pour la santé	486
6.4.1 Évaluation des risques en vue de cerner les risques actuels et futurs	488
6.4.1.1 Évaluations rapides et réactives du risque	488
6.4.1.2 Prévision des populations à risque futures et élaboration d'alerte précoce au moyen d'évaluations quantitatives des risques fondées sur des modèles	488
6.4.2 Établissement des priorités	489
6.4.3 Surveillance des risques connus ou des risques futurs possibles	490
6.4.4 Interventions visant à prévenir et à contrôler l'incidence des maladies	492
6.4.5 Défis en matière d'adaptation pour les collectivités et les membres de la société exposés à un risque accru	494
6.4.6 Lacunes en matière d'adaptation et possibilités	495
6.4.6.1 Lacunes en matière d'adaptation	495
6.4.6.2 Possibilités d'adaptation	496
6.5 Lacunes sur le plan des connaissances	499
6.6 Conclusion	501
6.7 Références	503

Résumé

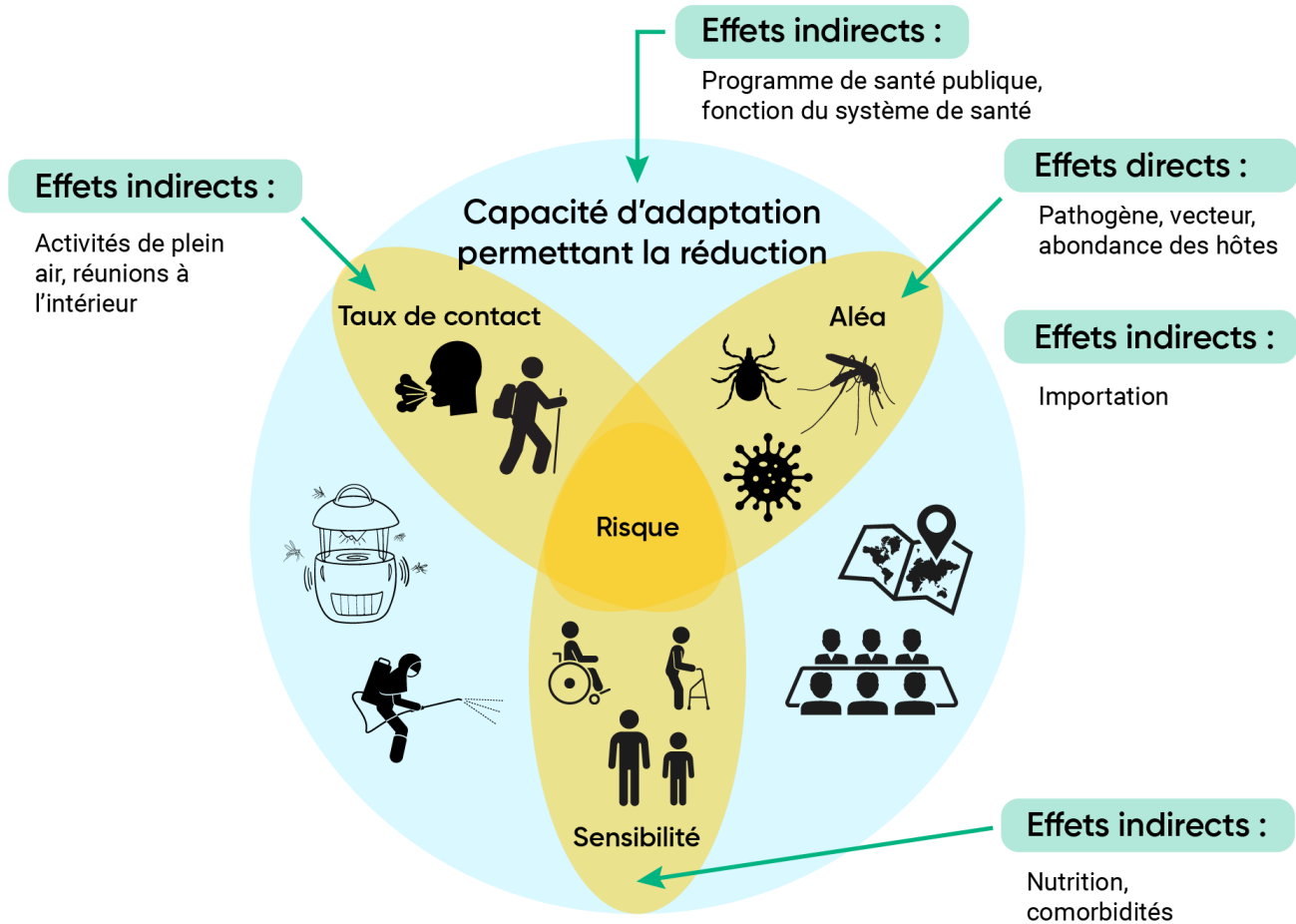
Les changements climatiques ont une incidence sur le risque de maladies infectieuses. Selon les données probantes, l'émergence récente de la maladie de Lyme au Canada a été favorisée par le réchauffement du climat, ce qui a rendu une plus grande partie du pays propice aux espèces de tiques qui sont porteuses de cette maladie. L'émergence d'autres maladies transmises par des insectes, comme l'encéphalite équine de l'Est, a possiblement été favorisée par le réchauffement du climat. En outre, des épidémies d'infections imputables au virus du Nil occidental ont probablement été favorisées par la variabilité des conditions météorologiques et climatiques, qui va augmenter en raison des changements climatiques. On sait également que des risques découlant d'un très grand éventail d'autres maladies infectieuses peuvent être fonction des conditions météorologiques et climatiques. L'évolution des tendances géographiques et saisonnières de ces maladies en Amérique du Nord de même que le risque accru d'importation de maladies sensibles au climat en provenance de contrées plus lointaines, sont susceptibles de poser des risques accrus pour la population canadienne au cours des prochaines décennies. Les mesures d'adaptation comprennent des évaluations des risques et des vulnérabilités, des systèmes intégrés de surveillance et d'alerte précoce qui exploitent des technologies émergentes, et l'approche « Un monde, une santé » (aussi connu sous le nom d'Une seule santé) qui englobe la santé humaine, animale et environnementale.

Messages clés

- En raison des changements climatiques, bon nombre de maladies considérées comme étant « sensibles au climat » sont plus susceptibles d'émerger ou de réémerger au Canada et dans le monde entier. Ces maladies comprennent celles transmises par des arthropodes vecteurs (p. ex., virus du Nil occidental, maladie de Lyme), celles transmises directement de l'animal à l'humain (zoonoses, p. ex., rage, syndrome cardio-pulmonaire à hantavirus), celles transmises directement d'un humain à un autre (p. ex., grippe saisonnière, infections entérovirales) et celles pouvant être contractées par inhalation à partir de sources environnementales (p. ex., infection à *Cryptococcus*, maladie du légionnaire).
- Des maladies infectieuses nouvelles au Canada peuvent se propager vers le nord à partir des États-Unis, et d'ailleurs dans le monde, par des personnes, des marchandises ou des animaux sauvages. Les effets socioéconomiques indirects des changements climatiques peuvent avoir une incidence sur la capacité des pays à prévenir et à contrôler les maladies infectieuses à l'échelle mondiale, ce qui accroît la probabilité que de nouvelles maladies arrivent au Canada par le biais des déplacements et de la migration des humains.



- On s'attend à ce que les changements climatiques rendent l'environnement canadien plus propice aux arthropodes vecteurs (comme les moustiques et les tiques) et à la transmission de nouvelles maladies infectieuses. Par exemple, des maladies transmises par le moustique déjà au Canada, comme le virus du Nil occidental, qui cause habituellement un nombre limité d'infections chaque année, peuvent produire des épidémies dans un climat plus variable connaissant des événements météorologiques extrêmes plus fréquents.
- Les effets potentiels des changements climatiques sur les maladies infectieuses sont déterminés au moyen d'études de modélisation, tandis que la surveillance des maladies a permis de cerner des changements au chapitre de l'occurrence des maladies infectieuses et, dans certains cas, de lier ces changements aux effets récents des changements climatiques. Ces études se limitent en grande partie aux maladies que les humains contractent à partir d'arthropodes vecteurs (insectes et tiques) et directement des animaux.
- Le Canada a une importante capacité d'adaptation qui lui permet de faire face aux maladies infectieuses, étant donné ses robustes mécanismes de surveillance et d'intervention nationaux en matière de santé publique qui se rattachent à des réseaux nationaux et internationaux, de son système de santé solide et de sa capacité à innover sur le plan technologique. Il est également un chef de file pour ce qui est des approches « Un monde, une santé » (aussi connu sous le nom d'Une seule santé) qui tiennent compte des facteurs humains, animaux et environnementaux combinés, mettant à profit des connaissances provenant d'une multitude de disciplines et de secteurs. De telles approches sont essentielles à la planification en prévision des maladies infectieuses émergentes et réémergentes, y compris celles liées aux changements climatiques.
- Le Canada accroît également sa capacité à réagir aux effets des changements climatiques sur les maladies infectieuses. Cette capacité sera renforcée par les mégadonnées et les technologies génomiques modernes, l'observation de la Terre à partir de satellites et l'exploration Web, de même que par les approches axées sur la « science participative » pour ce qui est de la surveillance des impacts des changements climatiques sur les maladies infectieuses.



Éléments constitutifs de la vulnérabilité aux maladies infectieuses dans le contexte des changements climatiques. Les trois éléments constitutifs du risque qui se recoupent sont les aléas et le taux de contact (qui déterminent ensemble l'exposition), et la sensibilité. L'adaptation (représentée par le cercle bleu en arrière-plan) est fonction de la capacité à atténuer ces trois éléments constitutifs du risque et à y réagir. Les flèches vertes et le texte illustrent les effets directs et indirects possibles des changements climatiques.

Aperçu des impacts des changements climatiques sur les maladies infectieuses

CATÉGORIE D'IMPACT ET D'ALÉA SANITAIRE	CAUSES LIÉES AU CLIMAT	EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ
Maladies infectieuses transmises par des arthropodes vecteurs	<ul style="list-style-type: none">• Accroissement de l'abondance et de l'aire de répartition géographique des vecteurs que l'on retrouve au Canada en raison de l'accélération des taux de reproduction et d'un taux de survie plus élevé• Effets de la variabilité des conditions météorologiques et des événements météorologiques extrêmes sur les taux de reproduction et de survie des moustiques qui entraînent des changements rapides dans les populations• Accroissement de la probabilité d'établissement des vecteurs exotiques et des maladies qu'ils transmettent (agents pathogènes) en raison des taux de reproduction plus rapides et d'un taux de survie plus élevé des vecteurs exotiques une fois qu'ils sont transportés au Canada• Développement plus rapide des agents pathogènes chez les moustiques vecteurs	<ul style="list-style-type: none">• Incidence accrue des maladies à transmission vectorielle endémiques au Canada (p. ex., maladie de Lyme, infection par le virus du Nil occidental, encéphalite équine de l'Est)• Augmentation des épidémies de maladies transmises par les moustiques endémiques au Canada (infection par le virus du Nil occidental, encéphalite équine de l'Est, virus du séro groupe de la Californie)• Propagation au Canada de maladies transmises par les tiques endémiques aux États-Unis (p. ex., ehrlichiose monocytique) et les moustiques (p. ex., infection par le virus La Crosse)• Risque accru de transmission autochtone de maladies tropicales/subtropicales transmises par les moustiques <i>Aedes</i> (p. ex., dengue, chikungunya, Zika)• Impacts sur les services de santé



CATÉGORIE D'IMPACT ET D'ALÉA SANITAIRE	CAUSES LIÉES AU CLIMAT	EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ
<p>Maladies infectieuses transmises directement par les animaux (maladies zoonotiques ou zoonoses)</p>	<ul style="list-style-type: none">• Changements dans les taux de reproduction et de survie des hôtes naturels qui sont des animaux sauvages et d'autres espèces entraînant des changements dans les aires géographiques et les niveaux d'aléa pour les humains et les taux de contact avec ces derniers• Effets des conditions météorologiques sur les taux de reproduction et la survie d'espèces comme les rongeurs qui peuvent entraîner des changements rapides pour ce qui est de leur abondance	<ul style="list-style-type: none">• Changements (augmentation à certains endroits, diminution à d'autres) au chapitre des tendances géographiques et temporelles du risque de zoonoses transmises directement (p. ex., rage, brucellose)• Possibilité d'accroissement de la fréquence des éclosions de certaines zoonoses transmises par les rongeurs (p. ex., syndrome pulmonaire à hantavirus)• Impacts sur les services de santé
<p>Maladies infectieuses contractées par inhalation à partir de sources environnementales</p>	<ul style="list-style-type: none">• Accroissement possible du taux de survie et de reproduction des champignons dans les sols et d'autres environnements terrestres• Accroissement possible de la prolifération des bactéries <i>Legionella</i> en raison de l'utilisation accrue des climatiseurs	<ul style="list-style-type: none">• Augmentation de l'incidence des infections fongiques en suspension dans l'air ou en aérosol et variation de leur portée géographique (p. ex., cryptococcose)• Augmentation des éclosions de légionellose• Impacts sur les services de santé



CATÉGORIE D'IMPACT ET D'ALÉA SANITAIRE	CAUSES LIÉES AU CLIMAT	EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ
Maladies infectieuses émergentes	<ul style="list-style-type: none">• Accroissement du risque d'émergence, de propagation aux humains et de transmission au Canada en raison des modifications découlant des changements climatiques en lien avec l'écologie des zoonoses à l'échelle internationale• Accroissement de la propagation mondiale des zoonoses qui sont également transmissibles de personne à personne en raison de l'augmentation des voyages internationaux, y compris la migration des populations humaines	<ul style="list-style-type: none">• Probabilité et fréquence accrues d'épidémies et de pandémies (p. ex., SRAS et COVID-19), y compris les maladies infectieuses d'origine hydrique, alimentaire, zoonotique et à transmission vectorielle• Transmission accrue d'agents pathogènes et de maladies infectieuses pouvant non seulement avoir des impacts sur la santé physique, mais sur la santé mentale, spirituelle et psychologique• Impacts sur les services de santé



Liste d'acronymes

ADMC	analyse décisionnelle multicritères
EEV	encéphalomyélite équine du Venezuela
EJ	encéphalite japonaise
FJ	fièvre jaune
FPMR	fièvre pourprée des montagnes Rocheuses
FVR	fièvre de la vallée du Rift
GOARN	Réseau mondial d'alerte et d'action en cas d'épidémie
MCM	modèle climatique mondial
MMPB	maladie mains-pieds-bouche
OMS	Organisation mondiale de la Santé
PIE	période d'incubation extrinsèque
RCP	profils représentatifs d'évolution de concentration
RMISP	Réseau mondial d'information en santé publique
RSI	Règlement sanitaire international
VEEE	virus de l'encéphalite équine de l'Est
VELC	virus de l'encéphalite de La Crosse
VESL	virus de l'encéphalite de Saint-Louis
VJC	virus de Jamestown Canyon
VNO	virus du Nil occidental
VSGC	virus du sérogroupe de la Californie
VSSH	virus snowshoe hare
VUSU	virus Usutu
WGS	séquençage du génome entier

6.1 Introduction

Les maladies infectieuses continuent d'émerger et de réémerger dans le monde entier, comme l'illustrent les épidémies et les pandémies de maladies nouvelles et existantes, telles que la maladie à coronavirus 2019 (COVID-19) causée par le coronavirus SRAS-CoV-2, le virus Ebola en Afrique, le coronavirus du syndrome respiratoire du Moyen-Orient (CoV-SRMO) dans le Moyen-Orient, et les infections par les virus Zika et chikungunya, la fièvre jaune et le virus de la dengue dans les Amériques. De nombreuses maladies infectieuses sont sensibles au climat; par conséquent, les changements climatiques peuvent avoir un effet direct ou indirect sur la transmission de maladies. Au Canada, on s'attend à ce que les risques actuels de maladies infectieuses augmentent et que de nouvelles maladies apparaissent à mesure que le climat se réchauffe, ce qui est préoccupant pour la santé humaine. Le présent chapitre examine les impacts des changements climatiques sur les risques de maladies infectieuses importantes pour la santé publique au Canada. Il donne suite aux évaluations nationales antérieures sur les changements climatiques et la santé afin de déterminer l'état des connaissances sur les risques actuels et prévus liés aux maladies infectieuses, d'évaluer la vulnérabilité et de définir les efforts en matière de santé publique qui s'imposent pour protéger la population canadienne. Les maladies infectieuses liées aux impacts des changements climatiques sur la transmission des agents pathogènes dans l'eau et les aliments sont examinées au chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau, et au chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments, respectivement.

La composition démographique de la population canadienne évolue, avec le vieillissement de la population (Statistique Canada, 2016) et le nombre accru de personnes atteintes de maladies chroniques, deux facteurs pouvant modifier la sensibilité des gens aux aléas des maladies infectieuses (Dye, 2014). Dans le présent chapitre, on explique que le risque comporte deux composantes principales, soit la probabilité d'exposition et la sensibilité (c.-à-d. la gravité du résultat), tandis que la vulnérabilité de la population est considérée comme le risque jumelé à la capacité d'adaptation (figure 6.1). Cela s'assimile à d'autres versions dans la littérature portant sur le lien entre le risque et la vulnérabilité, où la vulnérabilité est une composante du risque qui combine la sensibilité, l'exposition et la capacité d'adaptation de la population humaine (GIEC, 2014). La probabilité d'exposition dépend du niveau d'aléa, c'est-à-dire du nombre d'organismes infectieux (c.-à-d. humains, micro-organismes, arthropodes vecteurs, hôtes animaux infectieux) dans l'environnement d'un individu, et du taux de contact des personnes non infectées avec l'aléa (figure 6.1). Dans le contexte des maladies infectieuses, la capacité d'adaptation s'entend de la capacité des systèmes de santé publique à repérer, à prévenir et à contrôler les maladies, et des systèmes de santé à réduire au minimum l'impact de la maladie par un traitement rapide et efficace. Les changements climatiques peuvent avoir une incidence sur chacun des éléments constitutifs de la vulnérabilité par des effets directs sur l'existence et le niveau d'aléa, par des effets indirects sur les taux de contact avec l'aléa, par une augmentation ou une diminution de la sensibilité de la population et par une incidence sur la capacité d'adaptation en tant que telle (figure 6.1).

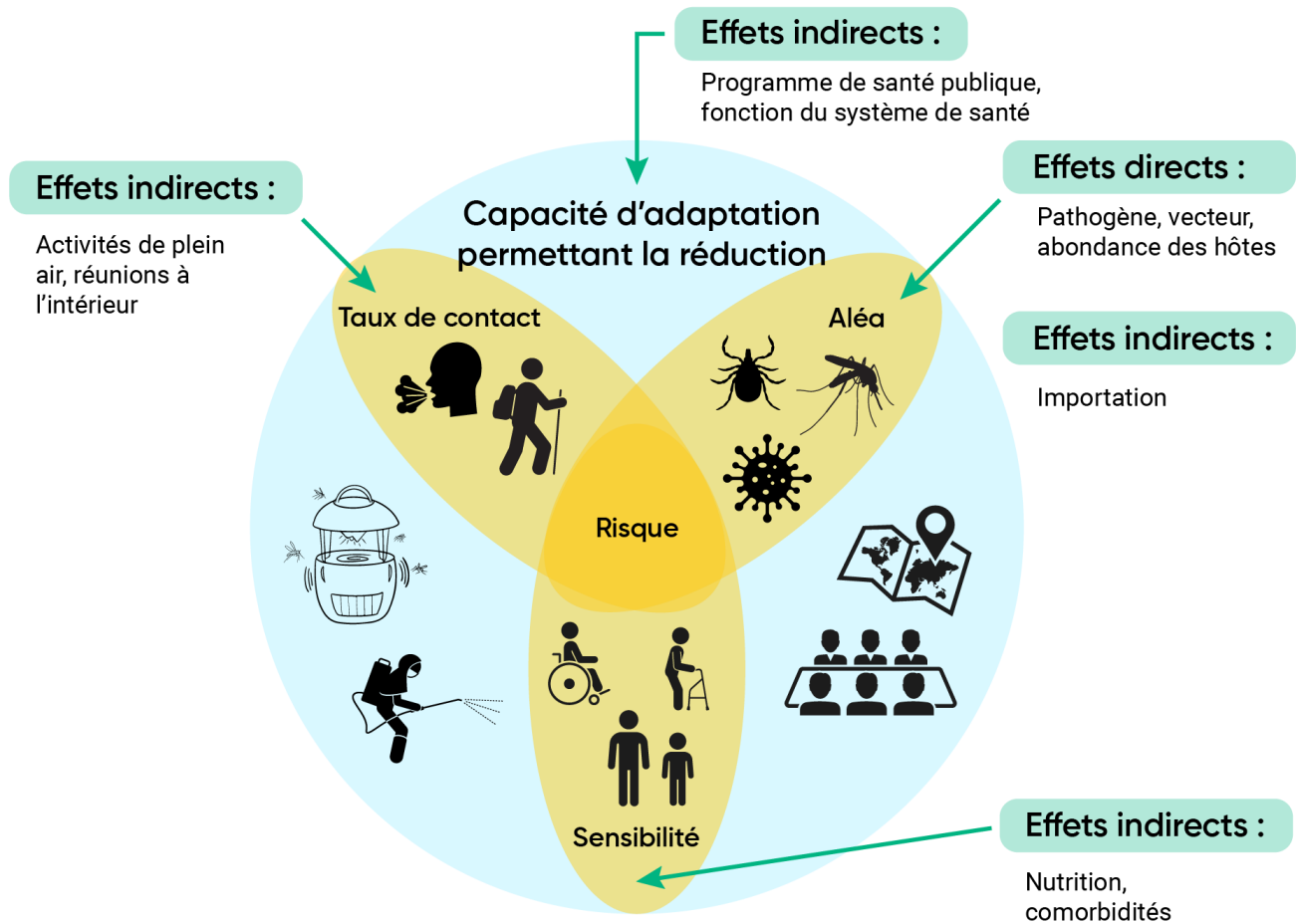


Figure 6.1 Éléments constitutifs de la vulnérabilité aux maladies infectieuses dans le contexte des changements climatiques. Les trois éléments constitutifs du risque qui se recoupent sont les aléas et le taux de contact (qui déterminent ensemble l'exposition), et la sensibilité. L'adaptation (représentée par le cercle bleu en arrière-plan) est fonction de la capacité à atténuer ces trois éléments constitutifs du risque et à y réagir. Les flèches vertes illustrent les effets directs et indirects possibles des changements climatiques.

6.1.1 Émergence et réémergence des maladies infectieuses

Les maladies infectieuses émergent à la suite de changements dans leur aire géographique, de la « propagation interspèce » et de « l'émergence adaptative ». Il y a propagation interspèce lorsque certains changements environnementaux ou socioéconomiques permettent à un agent zoonotique déjà transmissible à l'humain d'entrer en contact avec celui-ci (p. ex., virus Nipah). L'émergence adaptative est imputable à un changement génétique dans un micro-organisme infectant les animaux, habituellement des espèces sauvages, de sorte

qu'il devient transmissible à l'humain (c.-à-d. qu'il devient une zoonose) et possiblement transmissible entre les humains (p. ex., SARS-CoV) (Ogden et coll., 2017).

Il y a de multiples facteurs d'émergence des maladies, notamment ceux qui sont associés à la mondialisation et à l'environnement. Ces derniers comprennent notamment les changements climatiques, les changements sociaux et démographiques, et les changements sur le plan des systèmes et des politiques de santé publique (Semenza et coll., 2016). Ces mêmes facteurs peuvent être responsables de la réémergence des maladies endémiques (c.-à-d. l'accroissement de leur incidence ou leur réapparition sous forme d'épidémies). Les changements climatiques peuvent avoir une incidence directe sur l'émergence et la réémergence des maladies infectieuses en raison des effets sur la survie des agents pathogènes, des taux de survie et de reproduction des arthropodes vecteurs (p. ex., moustiques, tiques, puces) et, dans le cas des zoonoses, des effets sur l'abondance des hôtes animaux. Ces facteurs déterminent le potentiel de propagation d'un agent pathogène chez les humains ou, dans le cas des zoonoses, chez les hôtes animaux; ce potentiel est représenté par le taux de reproduction de base R_0 . Si R_0 est égal ou supérieur à un (ce qui signifie qu'une infection entraîne au moins une autre infection), l'agent pathogène peut persister et se propager, mais s'il est inférieur à un, il disparaîtra (Anderson et May, 1991). Les effets directs des changements climatiques qui provoquent l'émergence de la maladie à un endroit particulier sont en fait ceux qui font passer la valeur R_0 de moins de un ou un et plus à cet endroit.

Les changements climatiques peuvent avoir des impacts indirects sur l'émergence et la réémergence des maladies, en influant sur d'autres changements environnementaux et sociaux et en réduisant la capacité d'intervention des systèmes de santé publique (p. ex., les événements météorologiques extrêmes peuvent perturber la capacité de la santé publique à contrôler les éclosions de maladies). Les effets des changements climatiques sur les écosystèmes, y compris sur la biodiversité, peuvent modifier les aléas posés par les zoonoses par des effets complexes sur les communautés d'espèces sauvages (Altizer et coll., 2013; Cable et coll., 2017). D'autres changements susceptibles d'avoir une incidence sur l'émergence et la réémergence peuvent être liés aux initiatives de santé publique en matière d'adaptation qui visent à réduire les risques plus généraux pour la santé liés aux changements climatiques. Par exemple, les efforts visant à réduire les îlots de chaleur dans les zones urbaines par le virage écologique des villes (Beaudoin et Gosselin, 2016) et les mesures de gestion des inondations (voir le chapitre 3 : Aléas naturels) peuvent accroître les risques de zoonoses causées par la faune et l'incidence des maladies à transmission vectorielle (Medlock et Vaux, 2011; Millins et coll., 2017). L'utilisation accrue de la climatisation pour lutter contre la chaleur urbaine pourrait accroître les risques de légionellose (Fitzhenry et coll., 2017).

Les changements climatiques peuvent avoir des impacts négatifs sur les économies, particulièrement celles des pays à revenu faible ou intermédiaire, qui pourraient directement ou indirectement, en raison d'une fréquence accrue des conflits, nuire à la lutte contre les maladies infectieuses et contribuer à l'intensification de la densité des agents infectieux (Ogden, 2017). Les impacts économiques et les déplacements de populations peuvent simultanément entraîner une augmentation de la migration économique ou de l'arrivée de réfugiés, et donc l'importation de maladies infectieuses au Canada en provenance de l'étranger (Ogden, 2017). En outre, si les systèmes de santé ne sont pas résilients face aux changements climatiques (p. ex., résilients aux pannes d'électricité et de systèmes de communication associées aux événements météorologiques extrêmes; voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé), les

changements climatiques pourraient avoir un impact sur la capacité de repérer les maladies infectieuses émergentes ou réémergentes et d'y réagir (Mayhew et Hanefeld, 2014; Ebi et coll., 2018; Commission mondiale sur l'adaptation, 2019). La gamme de changements climatiques prévus comprend les changements à long terme dans les régimes de température et de précipitations, l'accroissement de la variabilité du climat et la fréquence accrue des événements météorologiques extrêmes, qui variera selon la région géographique du Canada (Bush et Lemmen, 2019). Ces changements auront une incidence directe et indirecte sur différents risques de maladies infectieuses de façon idiosyncratique (Ogden et Lindsay, 2016).

6.1.2 Maladies infectieuses et évaluations antérieures des changements climatiques et de la santé

Depuis 2008, il y a eu six évaluations nationales, régionales ou internationales des impacts des changements climatiques sur les risques de maladies infectieuses et la vulnérabilité à cet égard (tableau 6.1). Deux évaluations canadiennes ont été réalisées : une portait sur la santé, en 2008 (Charron et coll., 2008), et l'autre, sur la santé dans un rapport plus général du gouvernement du Canada sur les impacts des changements climatiques et l'adaptation à ces changements, en 2014 (Berry et coll., 2014a). Les évaluations internationales pertinentes pour le Canada comprenaient des chapitres sur la santé et sur l'Amérique du Nord du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (Romero-Lankao et coll., 2014; Smith et coll., 2014) et des évaluations nationales menées aux États-Unis (Beard et coll., 2016; Ebi et coll., 2018).

Toutes les évaluations ont déterminé que les maladies transmises par les arthropodes (tels que les moustiques, les tiques et les puces) sont les plus sensibles au climat, et que celui-ci détermine leur occurrence et leur abondance par ses effets sur la survie et la reproduction des vecteurs et sur le développement d'agents pathogènes dans certains vecteurs. Les évaluations semblent indiquer que le réchauffement climatique est susceptible d'accroître les risques associés à ces maladies, mais la plupart ont indiqué une confiance modérée dans la capacité de déterminer les maladies à transmission vectorielle qui seront touchées et l'ampleur des effets. Cela s'explique par la complexité des cycles de transmission des maladies à transmission vectorielle. De multiples déterminants non climatiques, dont les changements environnementaux et ceux liés à l'aménagement du territoire, en particulier pour les zoonoses à transmission vectorielle comme le virus du Nil occidental (VNO) et la maladie de Lyme, et les mesures de contrôle, surtout pour les maladies exotiques transmises par les moustiques comme le paludisme et la dengue, sont importants pour déterminer l'occurrence et l'abondance des vecteurs et des agents pathogènes. Des évaluations antérieures ont mis en évidence l'incidence du climat sur la sensibilité aux aléas endémiques au Canada et aux États-Unis, y compris la peste et les infections à hantavirus transmise par des rongeurs, la maladie de Lyme et d'autres maladies transmises par les tiques, comme la fièvre pourprée des montagnes Rocheuses (FPMR), et les maladies transmises par les moustiques, comme le VNO, le virus de l'encéphalite équine de l'Est (VEEE) et les virus du séro groupe de la Californie. Les évaluations ont révélé qu'il est fort probable que les changements climatiques modifient les aires géographiques et la durée des saisons de transmission (Charron et coll., 2008; Berry et coll., 2014a; Smith et coll., 2014; Beard et coll., 2016; Ebi et coll., 2018). La figure 6.2 illustre les voies par lesquelles les changements climatiques peuvent avoir une incidence sur les risques de maladies infectieuses au Canada, selon des évaluations antérieures.

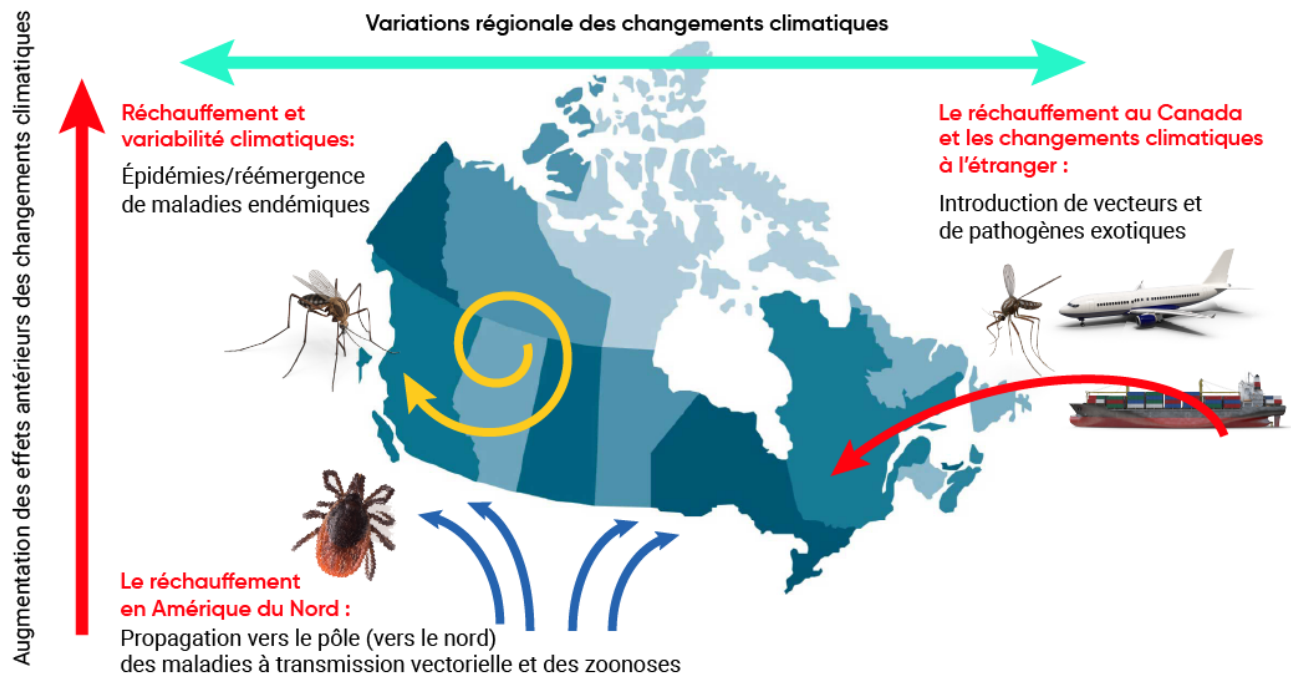


Figure 6.2 Effets des changements climatiques sur les risques de maladies infectieuses au Canada. Source : Ogden et Gachon, 2019.

L'évaluation canadienne de 2008 a fourni des projections fondées sur un modèle de la propagation de la maladie de Lyme vers le nord, c'est-à-dire des États-Unis au Canada, en raison de l'expansion de l'aire de répartition du vecteur de la tique *Ixodes scapularis* causée par les changements climatiques (Charron et coll., 2008). La propagation de la tique le long des trajectoires déterminées par le climat et l'émergence de la maladie de Lyme au Canada ont depuis été documentées (Berry et coll., 2014a; Smith et coll., 2014; Beard et coll., 2016; Ebi et coll., 2018) (tableau 6.1). Ces mêmes évaluations ont également permis d'évaluer les risques d'introduction de maladies exotiques à transmission vectorielle, telles que le paludisme, la dengue et le virus chikungunya, associés aux changements climatiques. Les températures à la hausse devraient accroître l'étendue des zones géographiques de l'Amérique du Nord propices à la transmission d'agents pathogènes par des vecteurs exotiques et à la survie des vecteurs de maladie des moustiques exotiques (p. ex., espèces d'*Aedes*).

Tableau 6.1 Résumé des constatations des évaluations relatives aux effets des changements climatiques sur les maladies infectieuses, à l'exclusion des maladies d'origine hydrique et alimentaire

ÉVALUATION	MALADIES INFECTIEUSES SENSIBLES AU CLIMAT DÉCELÉES	IMPACTS ANTICIPÉS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	DONNÉES PROBANTES CONCERNANT LES IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES RISQUES DE MALADIE	ADAPTATION ET CAPACITÉ D'ADAPTATION AU MOMENT DE L'ÉVALUATION
<p>Chapitre 5 : Répercussions des changements climatiques sur les maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs dans Santé et changements climatiques : Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada (Charron et coll., 2008)</p>	<ul style="list-style-type: none">• Maladies transmises par les tiques• Maladies transmises par les moustiques• Hantavirus• Peste	<ul style="list-style-type: none">• Propagation des maladies transmises par les tiques et les moustiques vers le nord, c'est-à-dire des États-Unis vers le Canada• Importation de maladies exotiques transmises par les moustiques (p. ex., dengue, paludisme)• Importation d'infections exotiques transmises directement (p. ex., SRAS)	Aucune	Solide capacité d'adaptation du Canada en matière d'évaluation des risques, de surveillance, de prévention et de contrôle, mais lacunes relevées au chapitre des connaissances sur l'écologie des maladies, les effets du climat, la capacité spécialisée, la surveillance et les systèmes d'avertissement



ÉVALUATION	MALADIES INFECTIEUSES SENSIBLES AU CLIMAT DÉCELÉES	IMPACTS ANTICIPÉS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	DONNÉES PROBANTES CONCERNANT LES IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES RISQUES DE MALADIE	ADAPTATION ET CAPACITÉ D'ADAPTATION AU MOMENT DE L'ÉVALUATION
Chapitre 7 : Santé humaine dans Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation (Berry et coll., 2014a)	Voir ci-dessus	Voir ci-dessus	Données probantes sur l'émergence de la maladie de Lyme le long de trajectoires déterminées par les facteurs climatiques, ainsi que sur l'incidence croissante des cas chez l'humain	Voir ci-dessus



ÉVALUATION	MALADIES INFECTIEUSES SENSIBLES AU CLIMAT DÉCELÉES	IMPACTS ANTICIPÉS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	DONNÉES PROBANTES CONCERNANT LES IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES RISQUES DE MALADIE	ADAPTATION ET CAPACITÉ D'ADAPTATION AU MOMENT DE L'ÉVALUATION
<p>Chapitre 11 : Santé humaine : Incidences, adaptation et avantages accessoires dans le cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (Smith et coll., 2014)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Maladies transmises par les moustiques, telles que le paludisme et la dengue, dans les pays à revenu faible ou intermédiaire • Maladies transmises par les tiques en Europe et en Amérique du Nord • Peste en Asie et en Amérique du Nord • Hantavirus en Amérique du Nord 	<p>Augmentation possible de l'incidence et de l'expansion de l'aire de répartition des maladies transmises par les moustiques et les tiques</p>	<p>Aucune</p>	<p>Besoin d'aborder les risques et la capacité d'adaptation dans tous les pays par les moyens suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réduction de la pauvreté • Amélioration de la nutrition ainsi que des services de santé publique et de santé de base • Cartographie des vulnérabilités • Mise sur pied de systèmes d'alerte précoce liés aux programmes de lutte



ÉVALUATION	MALADIES INFECTIEUSES SENSIBLES AU CLIMAT DÉCELÉES	IMPACTS ANTICIPÉS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	DONNÉES PROBANTES CONCERNANT LES IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES RISQUES DE MALADIE	ADAPTATION ET CAPACITÉ D'ADAPTATION AU MOMENT DE L'ÉVALUATION
<p>Chapitre 26 : Amérique du Nord dans le cinquième Rapport d'évaluation du GIEC (Romero-Lankao et coll., 2014)</p>	<ul style="list-style-type: none">• Maladies transmises par les moustiques, comme le virus du Nil occidental• Maladies transmises par les tiques, en particulier la maladie de Lyme	<ul style="list-style-type: none">• Augmentation possible de l'incidence et de l'expansion de l'aire de répartition des maladies transmises par les moustiques et les tiques• Risque de propagation de maladies exotiques transmise par les moustiques	<p>Données probantes sur l'émergence de la maladie de Lyme le long de trajectoires déterminées par les facteurs climatiques au Canada</p>	<p>Nécessité d'améliorer les ensembles de données et les modèles pour comprendre les effets des changements environnementaux par rapport aux autres déterminants du risque de maladies à transmission vectorielle et des systèmes d'alerte précoce</p>



ÉVALUATION	MALADIES INFECTIEUSES SENSIBLES AU CLIMAT DÉCELÉES	IMPACTS ANTICIPÉS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	DONNÉES PROBANTES CONCERNANT LES IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES RISQUES DE MALADIE	ADAPTATION ET CAPACITÉ D'ADAPTATION AU MOMENT DE L'ÉVALUATION
<p>Chapitre 5 : Vector-Borne Diseases dans <i>The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment</i> (en anglais seulement) (Beard et coll., 2016)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Maladies transmises par les moustiques comme le virus du Nil occidental et la dengue • Maladies transmises par les tiques comme la maladie de Lyme • Peste 	<p>Variation de l'aire de répartition géographique, de la saisonnalité et de la période d'activité (début et durée) du vecteur</p>	<p>Aucune</p>	<p>Besoin de modèles améliorés pour comprendre et prévoir les effets des changements météorologiques et climatiques par rapport à d'autres déterminants du risque de maladies à transmission vectorielle, et d'observations sur le terrain à l'appui</p>
<p>Chapitre 14 : Human Health dans <i>Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment</i> (Ebi et coll., 2018; en anglais seulement)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Maladies transmises par les moustiques comme le virus du Nil occidental et la dengue • Maladies transmises par les tiques comme la maladie de Lyme 	<ul style="list-style-type: none"> • Changements au chapitre des aires géographiques, de la répartition saisonnière et de l'abondance des vecteurs de maladies • Risques accrus de maladies transmises par les moustiques à l'étranger, qui peuvent se propager sur le territoire américain 	<p>Aucune</p>	<p>Nécessité de réaliser des évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation, d'élaborer des plans d'intervention, d'assurer une surveillance intégrée des maladies à transmission vectorielle et mettre en place des systèmes d'alerte précoce, comme la prévision des maladies</p>

6.1.3 Gestion des risques de maladies infectieuses

L'adaptation aux maladies infectieuses liées au climat passe d'abord par l'évaluation des risques pour la santé et la détermination des populations plus vulnérables à leurs impacts. Il convient d'évaluer la capacité des systèmes de santé publique à déceler les maladies infectieuses émergentes et réémergentes en exerçant surveillance, et de prévenir et contrôler celles-ci grâce à la promotion de la santé ou la prise de mesures plus proactives (p. ex., au point de vaccins), de même que la capacité des systèmes de soins de santé à réduire au minimum les conséquences des maladies infectieuses. Les évaluations fournissent des renseignements sur la vulnérabilité aux maladies infectieuses et déterminent les mesures les plus efficaces pour la réduire (Berry, 2008). De façon générale, des évaluations antérieures ont indiqué qu'en Amérique du Nord, la capacité des systèmes de santé publique d'évaluer les risques liés aux maladies infectieuses émergentes et réémergentes et de les déceler, de les prévenir et de les contrôler est robuste (voir le tableau 6.1). Le risque pour la plupart des Canadiens et des Canadiennes est faible en raison du statut socioéconomique relativement élevé d'une grande proportion de la population qui évolue dans un milieu qui limite de nombreux risques de maladie, et en raison de la robustesse des infrastructures et des systèmes de soins de santé et de santé publique. En outre, des progrès ont été réalisés pour combler les lacunes en matière de connaissances, de surveillance, de capacité et de système d'alerte précoce relevées dans les évaluations précédentes (voir section 6.4 Adaptation en vue de réduire les risques pour la santé).

6.2 Méthodes et approche

Le présent chapitre analyse les impacts des changements climatiques sur les risques que présentent pour les humains les maladies infectieuses importantes pour la santé publique au Canada, à l'exception des maladies infectieuses transmises dans l'eau potable et celle utilisée à des fins récréatives et dans les aliments, qui sont traitées dans des chapitres distincts (voir le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau et le chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments). Le chapitre est un compte rendu narratif rédigé par des experts en la matière. Toutefois, afin d'appuyer l'équipe de rédaction, un examen rapide a été mené pour répertorier la majeure partie de la littérature nationale et internationale sur les impacts des conditions météorologiques, du climat et des changements climatiques sur les maladies infectieuses. L'examen portait sur les cinq domaines examinés dans le chapitre répertoriés ci-dessous.

- Maladies à transmission vectorielle :
 - Maladies exotiques transmises par les moustiques, y compris celles pour lesquelles les humains sont les principaux hôtes (p. ex., paludisme, dengue)
 - Maladies transmises par les moustiques endémiques au Canada (p. ex., maladie du VNO)
 - Maladies transmises par des insectes autres que les moustiques (p. ex., peste)
 - Maladies transmises par les tiques (p. ex., maladie de Lyme)
- Zoonoses transmises directement (p. ex., rage, hantavirus)

- Maladies infectieuses transmises directement de personne à personne (p. ex., influenza, infections entérovirales)
- Maladies infectieuses transmises par inhalation de sources environnementales (p. ex., cryptococcose, légionellose)
- Capacité du Canada de s'adapter à l'évolution des risques liés aux maladies infectieuses

L'examen rapide a suivi le cadre général des examens de la portée proposé d'abord par Arksey et O'Malley (2005), puis peaufiné au cours des 15 dernières années (Levac et coll., 2010; Peters et coll., 2015; Tricco et coll., 2016). Il a recensé et caractérisé toutes les recherches internationales disponibles sur les changements climatiques et les maladies infectieuses à l'aide d'une méthodologie systématique et reproductible. Un protocole a été élaboré au préalable et définit la portée de l'examen rapide, la stratégie de recherche exhaustive et tous les outils utilisés pour trier les citations et extraire l'information de la documentation (disponible sur demande). La recherche électronique a été effectuée au moyen d'Embase, de PubMed et de Global Health en septembre 2018 afin de recenser la documentation pertinente publiée en anglais et en français sur les maladies infectieuses qui examinait également les effets des conditions météorologiques, du climat et des changements climatiques. Une recherche dans la littérature grise a été effectuée manuellement dans divers sites Web gouvernementaux et scientifiques afin de repérer les rapports qui n'étaient pas indexés dans les bases de données électroniques. Les doublons ont été supprimés dans le logiciel de gestion des références EndNote (EndNote X7, Clarivate Analytics), et les citations uniques ont été téléchargées dans le logiciel de revue systématique en ligne DistillerSR (DistillerSR, Evidence Partners, Ottawa, Canada). La sélection de la pertinence a été effectuée par deux examinateurs, travaillant indépendamment, à l'aide d'un outil de sélection de la pertinence mis au point au préalable. Toutes les citations qui ont été incluses après l'examen de la pertinence ont été obtenues, et leur pertinence a été confirmée. La recherche a ensuite été caractérisée à l'aide de l'outil de caractérisation des données conçu. Des publications plus récentes ont été recensées au cours du processus d'examen des chapitres.

Lorsqu'il existe suffisamment de renseignements, le présent chapitre établit le niveau de confiance à l'égard des orientations et de l'intensité des effets des changements climatiques. La détermination de la sensibilité des maladies aux conditions climatiques ou météorologiques semblerait fournir des données probantes *limitées* sur les effets des changements climatiques; le jumelage de ce type de données aux projections des effets des changements climatiques semblerait produire des données probantes de qualité *moyenne*, tandis que les changements recensés à l'égard des risques liés aux maladies infectieuses imputables aux récents changements climatiques sembleraient fournir des données probantes *solides* relativement aux effets des changements climatiques.

6.3 Risques climatiques pour la santé, impacts prévus des changements climatiques et données probantes sur les impacts à ce jour

6.3.1 Maladies à transmission vectorielle

6.3.1.1 Effets des changements climatiques sur l'écologie et l'épidémiologie des vecteurs et sur la transmission des maladies à transmission vectorielle

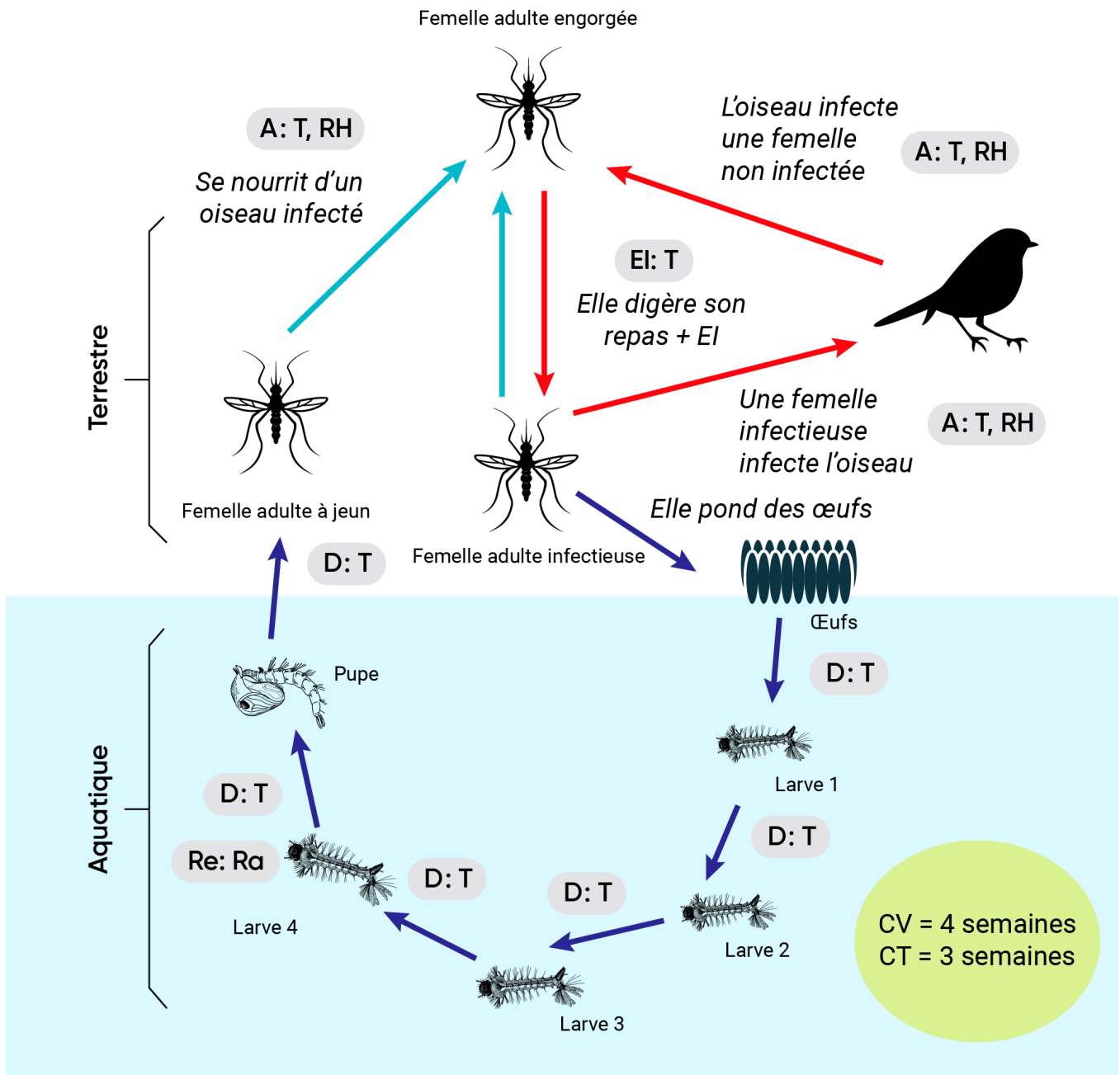
Les cycles de vie de nombreux arthropodes vecteurs et les impacts des conditions météorologiques et climatiques sur ces cycles de vie ont été étudiés de manière intensive en laboratoire, sur le terrain et par des études de modélisation, et sont examinés ailleurs (Ogden et Lindsay, 2016). La façon dont les changements climatiques et météorologiques peuvent avoir une incidence sur les arthropodes vecteurs et la transmission des maladies à transmission vectorielles est résumée dans l'encadré 6.1. Bien que les effets des conditions météorologiques et climatiques soient les mêmes pour les arthropodes vecteurs, la façon dont ils touchent expressément les cycles de vie et les cycles de transmission est hautement idiosyncrasique parmi les différents vecteurs et agents pathogènes (figure 6.3). Les changements climatiques peuvent avoir une incidence sur le risque de maladies à transmission vectorielle en modifiant les facteurs de risque liés au comportement social comme la perception du risque et l'adoption de comportements préventifs (Bouchard et coll., 2018). La croissance démographique, les déplacements et des facteurs sociaux et économiques (p. ex., changement de l'exposition au virus de l'encéphalite à tiques en Europe de l'Est en raison de l'évolution de l'exposition de la population à la suite de l'effondrement du bloc communiste) ont également été associés à des taux différentiels d'exposition humaine aux vecteurs et aux maladies à transmission vectorielle (Randolph, 2004). La façon dont les changements climatiques peuvent avoir une incidence indirecte sur les risques en raison de ces facteurs doit faire l'objet d'une étude plus approfondie.

Encadré 6.1 Effets des changements climatiques et météorologiques sur les arthropodes vecteurs et les maladies à transmission vectorielle

Le réchauffement des températures peut avoir plusieurs effets sur les vecteurs et les maladies à transmission vectorielle, notamment :

- l'accroissement du taux de survie des vecteurs;
- l'accélération du passage d'une étape de la vie à la suivante, ce qui entraîne des cycles de vie plus courts et une plus grande abondance de vecteurs;
- la prolongation des périodes de l'année pendant lesquelles les vecteurs peuvent être actifs, accroissant ainsi la probabilité qu'ils se nourrissent avec succès (Monaghan et coll., 2015);
- le raccourcissement de la durée de la période d'incubation extrinsèque (PIE) des agents pathogènes transmis par les moustiques. La PIE est le temps qu'il faut à un agent pathogène ingéré dans un repas de sang pour passer de l'intestin du moustique à ses glandes salivaires, d'où il peut être introduit dans un autre hôte.

Il y a une plage de température optimale pour la plupart des vecteurs et des maladies à transmission vectorielle. Des températures extrêmement élevées ou basses peuvent réduire l'activité et la survie des vecteurs. Par exemple, dans le cas des maladies transmises par les moustiques, si la température est trop froide, la plupart des moustiques meurent avant la fin de la PIE, alors qu'à des températures très élevées, la plupart des moustiques meurent, que la PIE soit terminée ou non. Il en résulte une plage de températures, propre aux combinaisons agent pathogène-espèce de moustique, à l'extérieur de laquelle la transmission efficace des agents pathogènes par les moustiques est impossible. Des plages de précipitations optimales sont également nécessaires pour les vecteurs et les maladies à transmission vectorielle. L'augmentation des précipitations contribue généralement à une plus grande abondance de moustiques parce que les précipitations créent des habitats supplémentaires pour les moustiques immatures (larves et nymphes), qui sont aquatiques. Seules les femelles adultes se nourrissent de sang et transmettent des agents pathogènes. Cependant, les chutes de pluie abondantes peuvent réduire l'activité vectorielle, par exemple en noyant les tiques et en emportant les moustiques immatures hors de leur habitat. Dans certains cas, les sécheresses peuvent restreindre les populations d'arthropodes vecteurs. Par exemple, les sécheresses diminuent généralement les populations de moustiques en restreignant l'habitat des moustiques immatures, et peuvent réduire le nombre de tiques si elles sont assez sévères pour assécher le terrain boisé où elles-ci vivent. Cependant, les sécheresses peuvent accroître le nombre de moustiques dans certains habitats urbains en transformant en eau stagnante les drains qui constituent un habitat pour les larves et les pupes de moustiques.



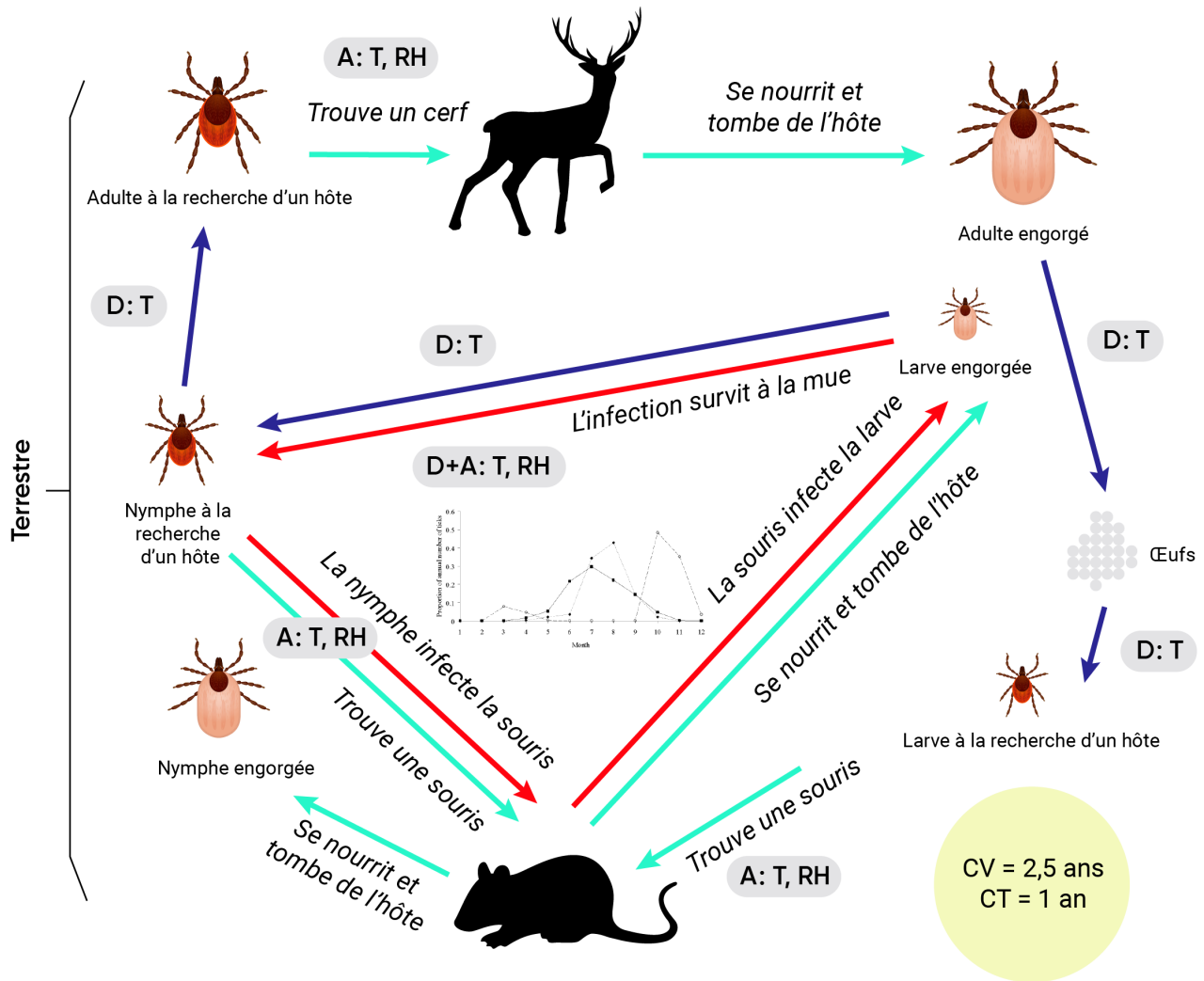


Figure 6.3 Impacts des conditions météorologiques et climatiques sur le cycle de vie des diptères et des tiques ixodides vecteurs. Les impacts des changements climatiques sont illustrés en utilisant dans le diagramme A l'exemple du cycle de vie du moustique *Culex pipiens* et de son rôle dans la transmission du virus du Nil occidental (VNO). Le cycle de vie de la tique *Ixodes scapularis* et son rôle dans la transmission de *Borrelia burgdorferi*, l'agent de la maladie de Lyme, est illustré dans le diagramme B. Dans les deux cas, les flèches bleu foncé et bleu pâle indiquent respectivement le développement et la recherche d'hôtes ou le détachement des hôtes, tandis que les flèches rouges indiquent les cycles de transmission des agents pathogènes. Les étapes auxquelles les conditions météorologiques et le climat (et, potentiellement, les changements climatiques) peuvent avoir une incidence sur le cycle de vie (CV) du vecteur et le cycle de transmission (CT) des agents pathogènes sont indiquées par les cases grisées dans lesquelles « A » correspond aux effets sur l'activité, « D » correspond aux effets sur les taux de passage d'un stade à l'autre, « E » correspond aux effets sur la période d'incubation extrinsèque, « Re » correspond aux effets sur la reproduction, « T » correspond aux effets de la température, « Ra » correspond aux effets des précipitations et « RH » correspond aux effets de l'humidité. Au centre du cycle de transmission de *B. burgdorferi* (B) se trouve une illustration de l'activité saisonnière des tiques vectrices qui pourrait être touchée par le climat et les changements climatiques en raison des effets sur le développement et l'activité décrits dans le texte. Source : Ogden et Lindsay, 2016.

6.3.1.2 Maladies exotiques transmises par les moustiques

Il y a un vaste éventail de maladies transmises par les moustiques qui ont une incidence sur la santé publique à l'échelle mondiale. Certaines, comme le paludisme, la dengue, la fièvre jaune et le chikungunya, qui sont transmis de personne à personne par les moustiques, figurent parmi les plus grandes menaces à la santé publique au monde, avec des millions de cas et de décès chaque année (OMS, 2019a). D'autres maladies, dont bon nombre sont des zoonoses transmises par les moustiques comme celles causées par et les virus de l'encéphalite équine du Sindbis et du Venezuela, surviennent de façon plus sporadique (tableau 6.2). Les maladies exotiques transmises par les moustiques ne sont pas établies au Canada en raison de nombreux facteurs, dont le climat. Dans le cas de la plupart des maladies exotiques transmises par des moustiques, le climat du Canada est actuellement trop froid pour les vecteurs ou pour le développement des agents pathogènes chez le moustique (Ng et coll., 2019). D'autres obstacles existent, notamment l'absence d'hôtes animaux pour certaines maladies (comme les primates pour le virus de la fièvre jaune), les normes en matière de logement, notamment les portes et les fenêtres qui empêchent l'entrée des vecteurs et les systèmes de climatisation, qui inhibent la transmission d'une personne à une autre par les moustiques (Reiter, 2001). Les barrières physiques doivent être surmontées pour que les agents pathogènes et les vecteurs soient transportés ici depuis l'étranger.

L'expansion de la dispersion géographique des maladies exotiques à transmission vectorielle au Canada exige l'introduction de vecteurs et d'agents pathogènes exotiques en provenance des pays où ils sont endémiques. On s'attend à ce que l'augmentation du commerce et des déplacements à l'échelle mondiale facilite la migration internationale des moustiques vecteurs (infectés ou non) et des voyageurs infectés, accroissant ainsi la possibilité d'introduire des vecteurs et des agents pathogènes dans des régions où ils étaient absents auparavant (Tatem et coll., 2006; Tatem et coll., 2012; Semenza et coll., 2016). Il y a trois scénarios d'introduction d'agents pathogènes exotiques à transmission vectorielle au Canada (encadré 6.2).

L'impact des changements climatiques sur la santé publique variera selon le scénario d'émergence et pourrait accroître la possibilité que les Canadiens et les Canadiennes contractent une infection lors d'un voyage à l'étranger, que la transmission autochtone soit de courte durée (c.-à-d. locale, confinée au Canada) lorsque des vecteurs compétents sont déjà établis au Canada, et qu'il y ait endémicité permanente de nouvelles maladies (Ng et coll., 2019).

Encadré 6.2 Scénarios d'introduction de maladies exotiques à transmission vectorielle au Canada

Scénario 1 – Propagation locale d'agents pathogènes endémiques aux États-Unis vers des régions du Canada où les moustiques vecteurs sont déjà présents

D'après les connaissances actuelles, ce scénario concerne en particulier le virus de l'encéphalite de Saint-Louis (VESL, un flavivirus) et le virus de l'encéphalite de La Crosse (VELC, un bunyavirus), qui causent des maladies rares, mais graves et parfois mortelles chez les humains et qui sont endémiques dans les États de l'est et du centre des États-Unis en bordure du Canada (Centers for Disease Control and Prevention, 2018a; Centers for Disease Control and Prevention, 2018b). Les principaux vecteurs du VESL (*Culex tarsalis* et *Cx. pipiens*) et du VELC (*Aedes triseriatus*), de même que leurs animaux sauvages réservoirs (oiseaux sauvages dans le cas du VESL et tamias et écureuils dans le cas du VELC) sont établis dans certaines régions du Canada (Centers for Disease Control and Prevention, 2018a; Centers for Disease Control and Prevention 2018b; Giordano et coll., 2015). Une brève épidémie de VESL dans le sud de l'Ontario en 1975 porte à croire que l'endémicité peut être possible si les conditions environnementales deviennent favorables (Spence et coll., 1977).

Scénario 2 – Propagation de maladies « exotiques » endémiques dans d'autres pays vers des régions du Canada où des moustiques vecteurs sont déjà présents

La possibilité de transmission autochtone de maladies exotiques transmises par les moustiques de l'espèce *Aedes* est une réalité là où les moustiques sont devenus endémiques, comme dans le sud de l'Europe et le sud des États-Unis (Rezza et coll., 2007; Bouri et coll., 2012; Delisle et coll., 2015; Likos et coll., 2016; Septfons et coll., 2016; Venturi et coll., 2017). L'émergence du virus du Nil occidental aux États-Unis et au Canada a été le résultat de ce mécanisme, probablement par l'importation de moustiques infectés à bord d'un avion, suivie d'une transmission endémique en raison de l'existence de moustiques vecteurs compétents et d'hôtes réservoirs aviaires (Gubler, 2007; Artsob et coll., 2009; Zheng et coll., 2014; Giordano et coll., 2017). Parmi les autres maladies qui peuvent apparaître au Canada selon ce scénario, mentionnons l'encéphalite japonaise (EJ), le paludisme, l'infection par le virus Sindbis (VSIN), l'infection par le virus Usutu (VUSU) et l'infection par l'encéphalite équine du Venezuela (EEV) (tableau 6.2). Toutes ces maladies sont transmises par des moustiques vecteurs qui sont établis depuis longtemps dans certaines régions du Canada (Berrang-Ford et coll., 2009; Giordano et coll., 2015; Giordano et coll., 2018). Les hôtes réservoirs qui hébergent bon nombre de ces maladies existent déjà au Canada. Par exemple, les porcs, les oiseaux sauvages, les rongeurs et les chevaux sont des réservoirs des virus de l'EJ, du VSIN, du VUSU et du virus de l'EEV, respectivement.

Scénario 3 – Propagation de maladies « exotiques » endémiques dans d'autres pays vers des régions du Canada où des moustiques vecteurs ne sont pas présents à l'heure actuelle

Ce scénario est le même que le scénario 2, sauf qu'il s'applique aux maladies exotiques transmises par les moustiques pour lesquelles il faudrait que les agents pathogènes et les vecteurs soient importés et deviennent endémiques. Par conséquent, il s'agit du scénario le moins probable pour l'émergence d'une nouvelle maladie transmise par les moustiques au Canada. Les maladies transmises par les moustiques à la plus grande partie du Canada qui se retrouvent dans ce groupe comprennent le chikungunya, la dengue,

la fièvre jaune (FJ) et l'infection par le virus Zika puisque les vecteurs de l'espèce *Aedes Ae. albopictus* et *Ae. aegypti* sont considérés comme étant absents. Cependant *Ae. albopictus* a récemment fait son apparition dans une région du sud de l'Ontario (Windsor-Essex County Health Unit, 2019b), de sorte que le chikungunya, la dengue et le virus Zika sont des agents pathogènes qui pourraient émerger dans cette région selon le scénario 2. La fièvre jaune est transmise par l'espèce *Ae. aegypti*, mais pas l'espèce *Ae. albopictus* (Cuoto-Lima et coll. 2017); le virus de la FJ demeure donc un agent pathogène du scénario 3. Le virus de la fièvre de la vallée Rift (VFVR) est endémique en Afrique de l'Est, mais on pense que des espèces d'animaux d'élevage et sauvages comme le cerf de Virginie en Amérique du Nord pourraient servir de réservoirs pour le virus (Golnar et coll., 2014, Wilson et coll., 2018). Les espèces d'*Aedes* vecteurs du VFVR qui se reproduisent dans les eaux de crue en Afrique sont absentes en Amérique du Nord, mais on a signalé que des espèces de moustiques endémiques aux États-Unis et au Canada peuvent transmettre le virus dans des conditions de laboratoire (Gargan et coll., 1988; Turell et coll., 2010; Iranpour et coll., 2011; Turell et coll., 2013a; Turell et coll., 2013b; Turell et coll., 2014). Si ces moustiques peuvent transmettre le virus sur le terrain, le VFVR devrait être considéré comme un agent pathogène dont l'émergence est possible selon le scénario 2.

Les vecteurs de maladies exotiques transmises par les moustiques sont sensibles aux conditions météorologiques, lesquelles devraient être touchées par les changements climatiques. Des expériences sur le terrain et en laboratoire démontrent la sensibilité à la température des moustiques des espèces *Aedes* et *Anopheles*, qui sont les principaux vecteurs des maladies exotiques les plus graves à l'échelle mondiale (Brady et coll., 2013; Shapiro et coll., 2017). En général, des températures plus chaudes, un taux d'humidité élevé et une augmentation des précipitations facilitent le cycle de vie des moustiques en soutenant le développement et la survie des larves et en prolongeant la durée de vie des adultes (Reeves et coll., 1994; Jetten et Focks, 1997; Paaijmans et coll., 2009; Yang et coll., 2009). Ces conditions climatiques influenceront sur la transmission des agents pathogènes de la façon suivante :

- Réduction du temps de développement des œufs chez les moustiques femelles adultes, diminuant ainsi le temps entre les repas de sang et accroissant leur fréquence
- Raccourcissement de la période d'incubation extrinsèque (PIE), ce qui permet aux moustiques de devenir infectieux plus rapidement (Davis, 1932; Reeves et coll., 1994; Jetten et Focks, 1997; Paaijmans et coll., 2009; Paaijmans et coll., 2013; Xiao et coll., 2014)
- Augmentation de la longévité des moustiques, permettant aux moustiques infectieux de piquer un plus grand nombre de personnes (Yang et coll., 2009)

Toutefois, bon nombre de ces relations dépendantes des conditions météorologiques sont complexes; les relations peuvent être non linéaires, peuvent avoir des effets opposés selon les circonstances et peuvent être influencées par des facteurs non climatiques (encadré 6.1).

La mesure dans laquelle les changements climatiques auront ou ont déjà eu un effet sur la répartition mondiale de nombreux moustiques et maladies transmises par les moustiques est incertaine. En effet, la relation entre le climat et les maladies à transmission vectorielle, en particulier celles transmises de personne

à personne par les moustiques, est complexe, et la répartition spatiotemporelle des vecteurs et des agents pathogènes qu'ils transportent dépend d'une série de facteurs qui ne sont pas directement liés au climat. Ces facteurs comprennent : la mobilité accrue et l'interconnectivité des personnes et des biens (Junxiong et Yee-Sin, 2015; Semenza et coll., 2016; Tabachnick, 2016; Lindsey et coll., 2018; Romeo-Aznar et coll., 2018); l'urbanisation et d'autres changements dans l'aménagement du territoire (Junxiong et Yee-Sin, 2015; Jones et O'Neill, 2016; Semenza et coll., 2016; Asad et Carpenter, 2018; Romeo-Aznar et coll., 2018); les facteurs socioéconomiques (KC et Lutz, 2017; Reina Ortiz et coll., 2017; Lindsey et coll., 2018; Moreno-Madriñán et Turell, 2018; Romeo-Aznar et coll., 2018); les changements démographiques, y compris ceux imputables à l'immigration et à la croissance démographique (Asad et Carpenter, 2018; Lindsey et coll., 2018; Romeo-Aznar et coll., 2018); l'immunité de la population (Anyamba et coll., 2012; Larrieu et coll., 2014; Semenza et coll., 2016); l'évolution et l'adaptation génétiques (Gubler, 2007; Tsetsarkin et coll., 2007; Tabachnick, 2016); l'accès aux soins de santé (Reiter, 2008; Ooi et Gubler, 2009; Semenza et coll., 2016); et les programmes de lutte et d'intervention contre les vecteurs (Githeko et coll., 2000; Junxiong et Yee-Sin, 2015; Tasanee et coll., 2015). Les changements climatiques n'ont aucune incidence sur certains de ces facteurs, mais peuvent avoir un effet sur d'autres et, par le fait même, avoir des répercussions indirectes sur les maladies transmises par les moustiques.

Malgré l'incertitude, il est probable que les changements climatiques auront des effets sur la propagation des moustiques et des maladies transmises par les moustiques (confiance élevée), et il y aura des variations régionales partout dans le monde (Smith et coll., 2014). En raccourcissant la durée du cycle de vie, en prolongeant la survie des moustiques et en améliorant la transmission des agents pathogènes, les changements climatiques favoriseront l'expansion des populations de moustiques et d'agents pathogènes transmis par les moustiques à certains endroits et élargiront la répartition géographique de leurs niches écologiques dans de nombreux cas, principalement en direction du pôle et en altitude (Campbell et coll., 2015; Kraemer et coll., 2015; Samy et coll., 2016; Hertig, 2019; Kamal et coll., 2019; Kraemer et coll., 2019). Bien que les populations de moustiques puissent étendre leur territoire à de nouvelles régions géographiques, elles peuvent disparaître dans d'autres régions (Machado-Machado, 2012; Escobar et coll., 2016; Williams et coll., 2016).

On s'attend à ce que le réchauffement climatique augmente l'abondance des populations d'espèces de moustiques endémiques au Canada (Hongoh et coll., 2012) et améliore les conditions de transmission des agents pathogènes, ce qui créera un environnement plus propice à l'émergence de nouvelles maladies transmises par les moustiques selon les scénarios 1 et 2, surtout dans le sud du Canada (encadré 6.2). De plus, les conditions de température dans certaines parties du sud du Canada devraient devenir de plus en plus favorables pour les populations de moustiques *Ae. aegypti* et *Ae. albopictus* (moustique tigre), qui sont des vecteurs de la dengue, du chikungunya, du Zika et de la fièvre jaune. Les changements climatiques devraient faire en sorte que les températures se prêtent davantage à la transmission de virus (Ng et coll., 2017), accroissant ainsi la possibilité que l'émergence de maladies transmises par les moustiques selon le scénario 3 (encadré 6.2) se produise dans le sud du Canada. On anticipe que les conditions climatiques de la côte sud de la Colombie-Britannique ainsi que du Québec, du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et du sud de l'Ontario, deviennent adaptées sur le plan climatique pour l'espèce *Ae. albopictus* (Ogden et coll., 2014a). Les conditions climatiques de la côte sud de la Colombie-Britannique pourraient également devenir adaptées pour l'espèce *Ae. aegypti* (Campbell et coll., 2015; Kamal et coll., 2019). En 2016, un spécimen d'*Ae. aegypti* adulte a été collecté dans le sud de l'Ontario. Un très petit nombre d'adultes et de larves ont été trouvés au cours de l'année suivante dans le cadre du piégeage des moustiques et d'une surveillance

accrue sur le terrain dans la région, ce qui porte à croire que cette espèce n'est pas établie au Canada (Windsor-Essex County Health Unit, 2019a). Cependant, l'espèce *Ae. albopictus* a été observée de façon sporadique dans plusieurs endroits précis du sud de l'Ontario depuis 2005. Il y a une petite région du Canada où le moustique *Ae. albopictus* s'est établi entre 2017 et 2018. Toutefois, à ce jour, rien n'indique que ces moustiques sont porteurs d'agents pathogènes pouvant provoquer des maladies chez les humains (Windsor-Essex County Health Unit, 2019b).

La probabilité d'émergence de nouvelles maladies à transmission vectorielle au Canada, pour les scénarios d'émergence 2 et 3, dépendra du nombre d'événements d'introduction d'agents pathogènes ou de vecteurs, ainsi que de la mesure dans laquelle les changements climatiques font du Canada un environnement plus propice à leur établissement. Certaines formes de déplacements mondiaux peuvent être imputables aux changements climatiques, par exemple, les réfugiés climatiques (McMichael et coll., 2012) et les changements dans les habitudes de voyage (Organisation mondiale du tourisme et Programme des Nations Unies pour l'environnement, 2008). Les changements climatiques peuvent donc avoir trois impacts qui accroissent la probabilité d'émergence selon les scénarios 2 et 3 :

- Conditions climatiques plus favorables à la transmission au Canada
- Augmentation de l'abondance d'agents pathogènes exotiques et de leurs vecteurs dans les pays autres que le Canada
- Introduction accrue d'agents pathogènes et de vecteurs

Même sans les effets des changements climatiques, l'interconnectivité mondiale augmente (Findlater et Bogoch, 2018) et les Canadiens et les Canadiennes sont des voyageurs enthousiastes (Statistique Canada, 2019). Les déplacements locaux et mondiaux continueront donc de présenter un risque croissant d'introduction au Canada d'agents pathogènes exotiques par l'intermédiaire de vecteurs importés et d'humains infectés. Les voies d'introduction peuvent toutefois être prévisibles. Dans le cas du virus de l'encéphalite japonaise (VEJ), le scénario le plus probable d'introduction aux États-Unis serait l'arrivée de moustiques femelles infectés par le VEJ à bord d'avions en provenance de l'est de la Chine (Oliveira et coll., 2018). L'introduction du VEJ suivrait probablement une voie similaire vers le Canada, la côte de la Colombie-Britannique étant peut-être le lieu d'entrée le plus probable en raison d'une forte connectivité avec l'Asie sur le plan des voyages et du commerce. Cette région jouit également d'un climat tempéré et les réservoirs et moustiques vecteurs endémiques qui pourraient soutenir la transmission locale du VEJ, s'il est introduit, y sont établis.

Outre un climat propice, d'autres facteurs tels que la pauvreté et le manque d'accès aux infrastructures, aux soins de santé et aux mesures de lutte contre les maladies sont également importants pour la transmission endémique des agents pathogènes exotiques transmis de personne à personne par les moustiques (Ebi et coll., 2006a; Halstead, 2008). Les conditions sociales de la majeure partie de la population canadienne (en particulier la densité démographique et les conditions de logement) devraient limiter les taux de piqûres de moustiques, et les services de santé retirent les personnes infectées de la chaîne de transmission, ce qui fait qu'il est plus difficile pour ces agents pathogènes exotiques d'établir des cycles de transmission efficaces et soutenus (Berrang-Ford et coll., 2009; Ng et coll. 2019). Il est plus probable que l'impact sur la santé publique se fera sentir dans des cas autochtones occasionnels chez des Canadiens et des Canadiennes qui n'ont pas

voyagé. Ceci pourrait avoir de graves conséquences pour la santé parce que le diagnostic peut être retardé en l'absence d'antécédents de voyage (Berrang-Ford et coll., 2009; Ng et coll., 2019). Un diagnostic tardif de cas « inattendus » de maladies exotiques transmises par les moustiques chez la population canadienne pourrait déboucher sur quelques chaînes de transmission et des éclosions limitées. Parmi les exemples provenant de l'extérieur du Canada, mentionnons l'introduction du virus du chikungunya en Europe méditerranéenne en 2007 et de la dengue en France, en Croatie et à Madère entre 2010 et 2013. Ces événements pourraient avoir été imputables à des conditions météorologiques particulièrement chaudes (Rezza et coll., 2007; Tomasello et Schlagenhauf, 2013).

En revanche, si les zoonoses exotiques transmises par les moustiques sont introduites, elles risquent davantage de devenir endémiques si les conditions environnementales, y compris le climat, sont favorables, car la transmission d'agents pathogènes parmi les hôtes réservoirs chez les animaux sauvages ou les animaux d'élevage ne serait pas grandement limitée, comme ce fut le cas pour le VNO. L'expansion de l'aire de répartition du virus Sindbis (VSIN) et du virus Usutu (VUSU), à l'extérieur de l'Afrique et en Europe, a fortement ressemblé à celle du VNO en Amérique du Nord (Weissenböck et coll., 2002; Ashraf et coll., 2015). Étant donné que les moustiques vecteurs et les réservoirs du VUSU et du VSIN sont déjà présents au Canada et que le climat dans les régions envahies de l'Europe est très semblable à celui des régions du sud du Canada, l'émergence du VSIN ou du VUSU en tant que virus endémiques est possible dans ce pays. Les infections par le VSIN et le VUSU produisent des infections désagréables, mais relativement bénignes chez les humains immunocompétents.

Une autre zoonose exotique transmise par les moustiques, le virus de la fièvre de la vallée Rift (VFVR), peut causer des infections graves et mortelles (OMS, 2019b), de sorte que la possibilité d'émergence de ce virus au Canada est une menace plus préoccupante. Il a été démontré que les espèces de moustiques endémiques au Canada sont des vecteurs compétents pour le VFVR, alors qu'un large éventail d'espèces sauvages et de bétail domestiqué sont des réservoirs animaux (encadré 6.2, tableau 6.2). On estime que le mécanisme d'introduction le plus probable en Amérique du Nord est celui des personnes infectées par le VFVR qui arrivent à bord d'un avion en provenance des zones endémiques touchées par une éclosion (Golnar et coll., 2014; Golnar et coll., 2018). Si le voyageur entre en contact avec des moustiques vecteurs endémiques, la transmission aux espèces sauvages et au bétail peut engendrer de l'endémicité.

Tableau 6.2 Principales maladies transmises par les moustiques à l'échelle mondiale et caractéristiques de leur transmission (vecteurs et hôtes), occurrence géographique et présence de vecteurs et d'hôtes au Canada et aux États-Unis

MALADIE	AGENT(S) PATHOGÈNE(S)	RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES CAS CHEZ L'HUMAIN	ENDÉMICITÉ AUX ÉTATS-UNIS	PRINCIPAUX VECTEURS	VECTEURS ÉTABLIS AU CANADA?	S'ILS SONT ABSENTS DU CANADA, SONT-ILS ÉTABLIS AUX ÉTATS-UNIS?	PRINCIPAUX RÉSERVOIRS	PRINCIPAUX RÉSERVOIRS PRÉSENTS AU CANADA?	DONNÉES INDIQUANT UNE SENSIBILITÉ AU CLIMAT	INTRODUCTION SCENARIO
Chikungunya	Virus Chikungunya	Afrique, Asie du Sud-Est, Philippines, îles du Pacifique, Moyen-Orient, Caraïbes, Amériques	Non endémique, mais des cas d'origine locale ont été signalés en 2014-2015 en Floride et au Texas	<i>Aedes aegypti</i> et <i>Ae. albopictus</i>	Population émergente d' <i>Ae. albopictus</i> dans une zone très limitée du sud de l'Ontario	<i>Aedes aegypti</i> dans les états du Sud jusqu'au sud de l'État de New York, <i>Ae. albopictus</i> dans les États du Sud et du Nord-Est, y compris ceux qui longent la frontière des provinces du centre et de l'est du Canada	Humains, primates sauvages (en Afrique)	Oui (humains), pas de primates sauvages	Oui	2
Dengue	Virus de la dengue, sérotypes 1 à 4	Asie, Pacifique, Amériques, Afrique, Caraïbes	Endémique à Porto Rico	<i>Ae. aegypti</i> et <i>Ae. albopictus</i>	Population émergente d' <i>Ae. albopictus</i> dans une zone très limitée du sud de l'Ontario	<i>Aedes aegypti</i> dans les états du Sud jusqu'au sud de l'État de New York, <i>Ae. albopictus</i> dans les États du Sud et du Nord-Est, y compris ceux qui longent la frontière des provinces du centre et de l'est du Canada	Humains, primates sauvages en Asie du Sud-Est et en Afrique de l'Ouest	Oui (humains), pas de primates sauvages	Oui	2



MALADIE	AGENT(S) PATHOGÈNE(S)	RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES CAS CHEZ L'HUMAIN	ENDÉMICITÉ AUX ÉTATS-UNIS	PRINCIPAUX VECTEURS	VECTEURS ÉTABLIS AU CANADA?	S'ILS SONT ABSENTS DU CANADA, SONT-ILS ÉTABLIS AUX ÉTATS-UNIS?	PRINCIPAUX RÉSERVOIRS	PRINCIPAUX RÉSERVOIRS PRÉSENTS AU CANADA?	DONNÉES INDIQUANT UNE SENSIBILITÉ AU CLIMAT	INTRODUCTION SCENARIO
Encéphalite japonaise	Virus de l'encéphalite japonaise	Asie, îles du Pacifique, détroit de Torres d'Australie, Papouasie-Nouvelle-Guinée	Non endémique	Espèce de moustiques <i>Culex</i>	<i>Cx. tarsalis</i> dans l'ouest et le centre du Canada		Porcs domestiques et oiseaux sauvages	Oui	Oui	2
Encéphalite de La Crosse	Virus La Crosse	États-Unis (États du Haut-Midwest, du centre du littoral atlantique et du sud-est)	Endémique dans la plupart des États de l'Est, y compris les États qui longent la frontière du Canada	<i>Aedes triseriatus</i>	<i>Aedes triseriatus</i> dans l'est du Canada		Petits mammifères (tamia rayé et écureuil)	Oui	Oui	1
Malaria	<i>Plasmodium spp.</i>	Amérique centrale, Amérique du Sud, Afrique, Asie du Sud-Est, Moyen-Orient, sud-ouest du Pacifique	Non endémique	Moustiques <i>Anophèles spp.</i> , en particulier <i>An. gambiae</i> et <i>An. arabiensis</i>	<i>Anopheles quadrimaculatus</i> dans l'est de l'Ontario et au Québec, <i>Anopheles freeborni</i> en Colombie-Britannique		Humains	Oui	Oui	2
Fièvre de la vallée du Rift	Fièvre de la vallée du Rift	Afrique orientale et australe, Arabie saoudite, océan Indien	Non endémique	Moustiques <i>Aedes spp.</i> qui se reproduisent dans les eaux de crue en Afrique	Certaines espèces d' <i>Aedes</i> établies au Canada peuvent transmettre le virus en laboratoire		Inconnus, peut-être le bétail, les équidés et les ongulés sauvages	Oui	Oui	3



MALADIE	AGENT(S) PATHOGÈNE(S)	RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES CAS CHEZ L'HUMAIN	ENDÉMICITÉ AUX ÉTATS-UNIS	PRINCIPAUX VECTEURS	VECTEURS ÉTABLIS AU CANADA?	S'ILS SONT ABSENTS DU CANADA, SONT-ILS ÉTABLIS AUX ÉTATS-UNIS?	PRINCIPAUX RÉSERVOIRS	PRINCIPAUX RÉSERVOIRS PRÉSENTS AU CANADA?	DONNÉES INDIQUANT UNE SENSIBILITÉ AU CLIMAT	INTRODUCTION SCENARIO
Fièvre Sindbis	Virus Sindbis	Europe du Nord, Australie, Chine, Afrique du Sud	Non endémique	Moustiques ornithophiles <i>Culex</i> , <i>Culiseta</i> , <i>Ochlerotatus</i> et <i>Aedes</i> spp.	<i>Culex pipiens</i> et quelques <i>Ochlerotatus</i> et <i>Aedes</i> spp.		Oiseaux	Oui	Oui	2
Encéphalite de Saint-Louis	Virus de l'encéphalite de Saint-Louis	Centre, ouest et sud des États-Unis	Endémique dans les États du nord, de l'est et du centre, y compris les États qui longent la frontière du Canada	<i>Culex tarsalis</i> , <i>C. pipiens</i> , <i>C. quinquefasciatus</i> , <i>C. nigripalpus</i>	<i>Culex tarsalis</i> dans l'ouest et le centre du Canada et <i>Culex pipiens</i> le long de la frontière canado-américaine		Oiseaux	Oui	Oui	1
Virus Usutu	Virus Usutu	Afrique, Europe	Non endémique	<i>Culex pipiens</i> , <i>Cx. neavei</i>	<i>Culex pipiens</i> le long de la frontière canado-américaine		Oiseaux	Oui	Oui	2
Encéphalomyélite équine du Venezuela	Virus de l'encéphalite équine du Venezuela	Amérique du Sud et centrale, Mexique et cas jusqu'au sud des États-Unis	Non endémique	Moustiques <i>Culex</i> , <i>Aedes</i> , <i>Mansonia</i> , <i>Psorophora</i> , <i>Deinocerites</i> et <i>Ochlerotatus</i> spp.	<i>Oc. sollicitans</i> dans l'est du Canada	<i>Oc. taeniorhynchus</i> le long de la majeure partie de la côte américaine et <i>Culex melanoconion</i> en Floride	Rongeurs, équidés	Oui	Oui	2
Fièvre jaune	Virus de la fièvre jaune	Afrique tropicale et subtropicale, Amérique du Sud	Non endémique	<i>Ae. aegypti</i>		<i>Aedes aegypti</i> dans les états au sud de l'État de New York	Humains, primates sauvages	Oui (humains), pas de primates sauvages	Oui	3



MALADIE	AGENT(S) PATHOGÈNE(S)	RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES CAS CHEZ L'HUMAIN	ENDÉMICITÉ AUX ÉTATS-UNIS	PRINCIPAUX VECTEURS	VECTEURS ÉTABLIS AU CANADA?	S'ILS SONT ABSENTS DU CANADA, SONT-ILS ÉTABLIS AUX ÉTATS-UNIS?	PRINCIPAUX RÉSERVOIRS	PRINCIPAUX RÉSERVOIRS PRÉSENTS AU CANADA?	DONNÉES INDIQUANT UNE SENSIBILITÉ AU CLIMAT	INTRODUCTION SCENARIO
Zika	Virus Zika	Afrique, Asie du Sud-Est, Amérique du Sud	Non endémique, mais des cas acquis localement ont été signalés à Porto Rico, en Floride et au Texas de 2015 à 2016	<i>Ae. aegypti</i> , <i>Ae. albopictus</i>	Population émergente d' <i>Ae. albopictus</i> dans une zone très limitée du sud de l'Ontario	<i>Aedes aegypti</i> dans les états du Sud jusqu'au sud de l'État de New York, <i>Ae. albopictus</i> dans les États du Sud et du Nord-Est, y compris ceux qui longent la frontière des provinces du centre et de l'est du Canada	Humains, primates sauvages	Oui (humains), pas de primates sauvages	Oui	2

6.3.1.3 Maladies endémiques transmissibles par les moustiques au Canada

Les quatre arbovirus les plus importants sur le plan médical qui sont endémiques au Canada, soit le VNO, le VEEE, le virus de Jamestown Canyon (VJC) et le virus snowshoe hare (VSSH), sont transmis par des piqûres de moustiques femelles infectées. Les moustiques contractent les agents pathogènes d'hôtes réservoirs mammifères ou aviaires précis. Les principaux vecteurs du VNO sont *Cx. pipiens* et *Cx. restuans* dans l'est du Canada et *Cx. tarsalis* dans l'ouest (Kramer et coll., 2008), tandis que *Culiseta melanura* est le principal vecteur du VEEE (Armstrong et Andreadis, 2010). Les espèces de moustiques de catégories autres que *Culex* (p. ex., les espèces *Aedes*, *Culiseta* et *Anopheles*) sont les principaux vecteurs des virus du séro groupe Californie (VSGC) comme le VSSH et le VJC (Drebot, 2015; Pastula et coll., 2015; Webster et coll., 2017). Pour ce qui est du VNO et du VEEE, un large éventail d'espèces d'oiseaux servent de réservoirs, y compris les corvidés et les passereaux (Kilpatrick et coll., 2006; Kramer et coll., 2008; Ludwig et coll., 2010; Reisen, 2013). Le principal réservoir du VJC est le cerf de Virginie (Andreadis et coll., 2008), tandis que les écureuils, les tamias et les lièvres sont les hôtes réservoirs du VSSH (Drebot, 2015). Un certain nombre de ces agents pathogènes peuvent aussi être transférés par transmission ovarienne, ce qui permet de moins dépendre des réservoirs des mammifères (Griot et coll., 1993).

D'autres agents viraux et bactériens transmis par les insectes sont également endémiques au Canada, mais ils sont moins actifs, ou leur présence est sous-étudiée. La prévalence du virus de l'encéphalite équine de l'Ouest semble avoir diminué au Canada au cours des dernières décennies, tandis que le virus de Cache Valley (VCV) a été responsable d'un certain nombre d'éclotions chez le bétail (c.-à-d. le mouton) en Ontario, au Québec et dans d'autres provinces, mais les cas d'infection chez l'humain sont probablement sous-déclarés (Drebot, 2015). Les arbovirus peuvent aussi parfois être transmis à la suite d'une transfusion sanguine ou d'une greffe de tissu (Fonseca et coll., 2005; Direction de la réglementation des agents pathogènes, 2010). Hormis cette possibilité, les humains sont des hôtes accidentels ou « terminaux » des arbovirus transmis par des moustiques, ce qui signifie que, bien qu'ils puissent être infectés, ils ne peuvent pas transmettre ces virus efficacement aux moustiques qui se nourrissent de leur sang en raison d'une virémie faible et transitoire ou d'une charge virale faible (Kramer et coll., 2008; Kulkarni et coll., 2015).

Environ 20 % des personnes exposées à des virus transmis par les moustiques, comme le VNO, le VEEE, le VJC ou le VSSH, développeront une maladie clinique aiguë dont les symptômes sont, notamment, la fièvre, des maux de tête, des éruptions cutanées, des nausées et des douleurs musculaires. La plupart des personnes infectées se rétablissent complètement, mais environ 1 % d'entre elles développent une maladie grave (p. ex., méningite, encéphalite, paralysie flasque aiguë et poliomyélite) causant des déficits neurologiques et cognitifs qui peuvent être prolongés ou permanents. Environ 10 % des cas graves sont mortels. La maladie peut frapper plus gravement les personnes de plus de 70 ans et celles qui ont des problèmes médicaux sous-jacents, comme l'obésité, le diabète, l'hypertension et les maladies du cœur. Cependant, le VSSH cause aussi des maladies neurologiques chez les enfants. Les personnes immunodéprimées sont aussi plus à risque (Petersen et coll., 2013a; Petersen et coll., 2013b; Sejvar, 2014; Badawi et coll., 2018). La gravité de la maladie varie et dépend du virus. Par exemple, le VEEE est l'une des maladies transmises par les moustiques les plus graves aux États-Unis, avec un taux de mortalité d'environ 33 % chez les personnes développant une maladie neurologique et des dommages cérébraux importants chez la plupart des survivants qui ont développé une maladie symptomatique (Centers for Disease Control and Prevention, 2018c). Le virus de l'encéphalite équine de l'Ouest et le VCV donnent lieu à une gamme similaire

de symptômes – la majorité des cas sont asymptomatiques, mais, pour un pourcentage variable d'entre eux, l'infection se manifeste par une encéphalite, une méningite, une encéphalomyélite, une forte fièvre, une conscience altérée, une dysfonction neurologique, une méningite aseptique, une raideur de la nuque, des maux de tête, une myalgie, des tremblements, des nausées, des vomissements ou une infection des voies urinaires. Le taux de mortalité de l'encéphalite de Saint-Louis se situe entre 5 % et 20 %, mais on croit qu'il est beaucoup plus faible pour l'encéphalite équine de l'Ouest et l'infection par le VCV (Centers for Disease Control and Prevention, 2018d).

Les effets prévus des changements climatiques sur les maladies endémiques transmises par les moustiques au Canada sont les suivants : une expansion de l'aire de répartition vers le nord associée au réchauffement à long terme et une augmentation du comportement épidémique associée à la variabilité du climat et aux événements météorologiques extrêmes en raison de leurs effets sur la survie des vecteurs et les taux de reproduction (deux éléments qui influent sur l'abondance des vecteurs), les taux de morsure, la durée de la saison d'activité et la durée de la PIE. Les maladies endémiques transmises par les moustiques au Canada sont des zoonoses transmises par des animaux sauvages (oiseaux et mammifères). Les effets des changements climatiques sur les populations de ces animaux devraient avoir une incidence sur les cycles de transmission des agents pathogènes. Ces effets pourraient simplement entraîner une expansion de l'aire de répartition des hôtes vers le nord, mais des effets plus complexes sur la biodiversité des hôtes réservoirs peuvent se manifester. Par exemple, les changements au chapitre de l'abondance et de l'aire de répartition géographique des hôtes peuvent être limités par des conditions physiques (p. ex., obstacles au déplacement) et des processus biologiques (p. ex., réduction de l'accès aux aliments à des moments critiques du cycle de vie, comme les périodes de reproduction et d'élevage). Les changements qui en résultent dans la composition des espèces peuvent avoir des conséquences variées, comme des perturbations dans les relations prédateur-proie et hôte-parasite. Par conséquent, bien qu'il soit probable que la biodiversité des hôtes change en réponse aux nouvelles conditions climatiques, des incertitudes subsistent quant à la façon dont ces changements influenceront sur le risque d'exposition des Canadiens et des Canadiennes aux maladies à transmission vectorielle (Varrin et coll., 2007). Selon toute vraisemblance, l'impact sera propre à l'écosystème ou à l'habitat, ce qui entraînera un ensemble incohérent d'augmentations et de diminutions de la biodiversité des populations hôtes, qui changera avec le temps à l'échelle du pays. Les événements météorologiques extrêmes causés par les changements climatiques, comme des sécheresses et des épisodes de chaleur, peuvent avoir des effets plus rapides sur les populations d'hôtes réservoirs en les amenant à chercher des sources d'eau dans les aires de reproduction des moustiques (Shaman et coll., 2005; Wang et coll., 2010; Harrigan et coll., 2014).

De nombreuses études de modélisation ont examiné la relation entre les variables climatiques (principalement la température et les précipitations) et l'infection par le VNO (humains, oiseaux ou moustiques infectés) au Canada (Wang et coll., 2011; Chen et coll., 2013; Tam et coll., 2014; Paz, 2015; Yoo et coll., 2016; DeFelice et coll., 2018). Toutefois, l'écologie du VEEE et des VSGC demeure sous-étudiée, probablement en raison des perceptions selon lesquelles ces virus ne sont pas aussi importants pour la santé publique, de même que du manque de données de surveillance détaillées. Cependant, on sait que la couverture terrestre, y compris la proximité et la taille de zones boisées de conifères et de terres humides, a une incidence sur la présence du VEEE et du VJC (Vander Kelen et coll., 2014; Rocheleau et coll., 2018) et qu'elle pourrait également être touchée par les changements climatiques.

L'impact des changements climatiques sur la transmission du VNO au Canada a fait l'objet de deux études qui sont parvenues aux mêmes conclusions. Chen et coll. (2013) ont examiné la transmission du VNO dans les Prairies, où *Cx. tarsalis* est le principal vecteur, et prévoient une prolongation de l'activité saisonnière de *Cx. tarsalis* infecté par le VNO, qui passerait de trois mois (c.-à-d. de juin à août) à cinq mois (c.-à-d. de mai à septembre) d'ici les années 2080. Les auteurs ont également prévu une expansion de l'aire de répartition vers le nord pour *Cx. tarsalis* et le VNO. Comme ce vecteur est également capable de transmettre le VCV, l'étendue et la prévalence de cette maladie peuvent également être touchées par cette expansion de *Cx. tarsalis* (Ayers et coll., 2018). Hongoh et coll. (2012) ont modélisé la répartition potentielle des populations de *Cx. pipiens* dans l'est du Canada en fonction des changements climatiques actuels et anticipés et prédisent une expansion semblable de l'aire de répartition de ce vecteur du VNO vers le nord.

Une meilleure compréhension de la façon dont les changements climatiques peuvent perturber les populations d'espèce réservoirs aviaires et mammifères permettrait une évaluation plus robuste des effets des changements climatiques, mais peu d'études ont réalisé ces évaluations en raison de données limitées et de contraintes méthodologiques. Les données actuelles indiquent que les aires de répartition (ou les enveloppes climatiques) dont le climat est adéquat pour de nombreuses espèces se déplaceront probablement vers le nord par suite du réchauffement des températures. Par exemple, les modèles de niche écologique pour 765 espèces portent à croire que les changements climatiques pourraient accroître la biodiversité dans le sud du Québec au cours de ce siècle à mesure que les espèces se déplacent vers le nord (Berteaux et coll., 2010; Chambers et coll., 2013). De même, de nombreuses espèces d'oiseaux qui nichent actuellement dans la partie nord de l'est des États-Unis sont susceptibles de se déplacer vers le nord au Canada, ce qui accroîtra la richesse des espèces d'oiseaux dans l'est du Canada (DesGranges et Morneau, 2010). La perte et la perturbation de l'habitat causées par les changements climatiques ou d'autres facteurs qui peuvent entraîner la fragmentation de l'habitat (Warren et Lemmen, 2014) peuvent avoir une incidence sur les populations des hôtes réservoirs aviaires et mammifères (Berteaux et Stenseth, 2006). La mesure dans laquelle ces effets positifs et négatifs sur les populations hôtes entraîneront une augmentation ou une réduction des risques de maladies transmises par les moustiques n'est pas encore claire et nécessite une étude plus approfondie (Salkeld et coll., 2013).

Les infections transmises par les moustiques sont signalées au Canada depuis de nombreuses décennies; toutefois, récemment, le nombre de cas d'infection à arbovirus semble augmenter (Ludwig et coll., 2019). Depuis 2002, le nombre de cas signalés chaque année de VNO chez l'humain, la seule maladie endémique transmise par les moustiques au Canada à déclaration obligatoire au pays, a fluctué considérablement au fil du temps à l'échelle nationale. Les cas signalés fluctuaient de 5 cas en 2010 à des sommets de 1 481 en 2003 (pendant l'invasion initiale au Canada) et de 2 215 cas en 2007, ce qui était associé à une abondance sans précédent de moustiques *Cx. tarsalis* dans les provinces des Prairies (figure 6.4). Cette augmentation pourrait être compatible avec les effets des conditions météorologiques et la variabilité du climat sur la dynamique du VNO (Ludwig et coll., 2019).

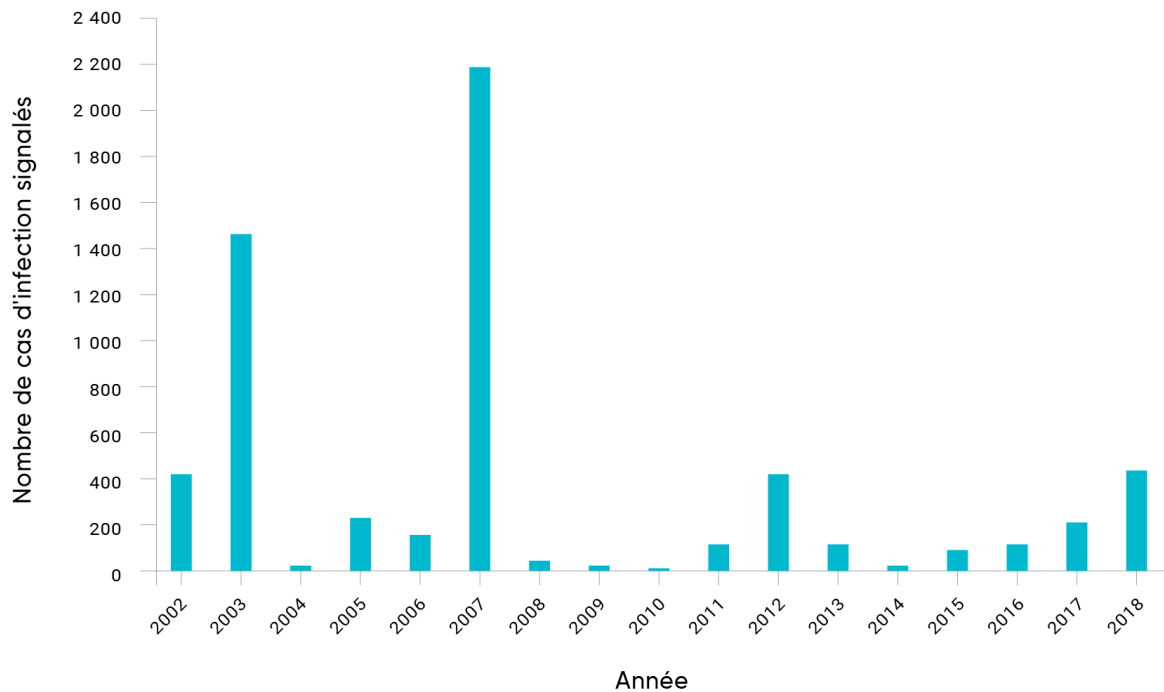


Figure 6.4 Nombre de cas de VNO déclarés chez l'humain chaque année au Canada. Source : Gouvernement du Canada, 2019a.

Les variations géographiques au fil du temps ont également été très prononcées. En 2003 et 2007, la plupart des cas humains de VNO ont été signalés dans les Prairies (Alberta, Saskatchewan et Manitoba), mais en 2002, 2012 et 2018, la plupart des cas déclarés ont été détectés en Ontario et au Québec. Cette variabilité est, à tout le moins, partiellement compatible avec les effets de la variabilité des conditions météorologiques locales sur l'abondance des moustiques *Cx. tarsalis*, *Cx. pipiens* et *Cx. restuans* pendant les années d'éclosion, et une indication qu'une variabilité plus importante des conditions météorologiques causée par les changements climatiques pourrait engendrer un comportement épidémique accru des maladies endémiques transmises par les moustiques (Ludwig et coll., 2019). Des cas humains de VSGC ont été détectés partout au Canada, et un seul cas de VEEE chez l'humain a été signalé en 2016 en Ontario (M. Drebot, communication personnelle, 2019).

La sensibilisation accrue aux VSGC, l'amélioration de la surveillance sur le terrain des hôtes réservoirs et une plus grande capacité de diagnostic chez les humains et les animaux ont possiblement contribué à leur « émergence » comme problème de santé publique pendant la saison des moustiques. Des tests diagnostiques de routine pour les VSGC étaient réalisés à la fin des années 1970 et au cours des années 1980; ils ont cependant été interrompus jusqu'à ce que de nouvelles méthodes d'essai soient introduites en 2005, lorsque des cas chez l'humain ont encore une fois été documentés au Canada. De 2005 à 2014, plus de 200 cas probables et confirmés d'infections et d'expositions au VSGC ont été dépistés par une surveillance en laboratoire, la maladie causée par le VJC étant détectée plus souvent que celle causée par le VSSH (Drebot,

2015; Lau et coll., 2017; Webster et coll., 2017; M. Drebot, communication personnelle, 2019). Bien que la déclaration des infections par le VSGC ne soit pas obligatoire à l'échelle nationale, le nombre d'infections par ce virus est mentionné dans les rapports annuels sur les arbovirus de l'Agence de la santé publique du Canada (gouvernement du Canada, 2019a) et varie de 34 à 122 cas par année. À ce jour, aucun lien direct n'a été observé entre les effets de la variabilité des conditions météorologiques ou des changements climatiques récents et l'incidence de ces virus transmis par les moustiques au Canada, bien qu'un tel lien puisse exister.

Au Canada, des changements ont été observés au chapitre de la répartition géographique et de la densité des moustiques vecteurs. La faune de moustiques du Canada, qui comprend 74 espèces de moustiques de 10 genres différents, a été décrite dans les années 1970 (Wood et coll., 1979). Depuis, six espèces (*Ochlerotatus ventrovittis*, *Oc. japonicus*, *Culex salinarius*, *Cx. erraticus*, *Anopheles perplexens* et *An. crucians*) ont été déclarées comme étant peut-être nouvellement établies au Canada (Thielman et Hunter, 2007; Giordano et coll., 2015; Iranpour et coll., 2017). De plus, l'aire de répartition géographique de dix espèces (*Uranotaenia sapphirina*, *Culiseta melanura*, *Cs. minnesotae*, *Culex tarsalis*, *Ochlerotatus sticticus*, *Oc. spencerii*, *Oc. dorsalis*, *Oc. nigromaculis*, *Oc. campestris* et *Oc. cataphylla*) a pris de l'expansion au Canada (Iranpour et coll., 2009). Il est possible que certaines de ces expansions de l'aire de répartition, lesquelles peuvent avoir une incidence sur la santé publique, aient été facilitées par les changements climatiques; toutefois, le manque de surveillance systématique ne permet pas de conclure à un tel lien.

Il y a de solides données d'observation qui étayent des changements au chapitre de l'aire de répartition des espèces de mammifères et d'oiseaux en Amérique du Nord. Au cours des 40 dernières années, environ 180 des 305 espèces d'oiseaux hivernant en Amérique du Nord ont étendu leur aire de répartition vers le nord à un rythme moyen de 1,4 km par année. De même, les aires de reproduction des oiseaux dans le sud de l'Amérique du Nord se sont déplacées de 2,4 km par année en moyenne (gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada, 2010). Dans les forêts du nord-est de l'Amérique du Nord, 27 des 38 espèces dont l'aire de répartition historique est documentée ont étendu leur aire de répartition, principalement vers le nord (Rodenhouse et coll., 2009). Une évolution de l'aire de répartition au Canada a été recensée pour un certain nombre d'espèces (Hitch et Leberg, 2007; Blancher et coll., 2008;), et des analyses détaillées ont été réalisées pour certaines espèces, notamment la paruline à capuchon (*Setophaga citrina*) (Melles et coll., 2011) et le petit polatouche (*Glaucomys volans*) (Garroway et coll., 2010; Garroway et coll., 2011). Il est très possible que les déplacements géographiques de ces espèces soient en partie attribuables au réchauffement climatique récent. De tels changements dans l'aire de répartition pourraient avoir une incidence sur la transmission par les moustiques des agents pathogènes endémiques en modifiant l'aire de répartition des espèces réservoirs, tandis que les espèces qui ne sont pas des réservoirs pourraient « diluer » les cycles de transmission des arbovirus (Levine et coll., 2017). Cependant, d'autres études sont nécessaires pour comprendre précisément comment, où et quand cela peut avoir un impact sur les risques pour les humains.

6.3.1.4 Autres zoonoses transmises par les insectes

Les changements climatiques peuvent également avoir un impact sur d'autres zoonoses transmises par les insectes. Des cas de peste, causée par la bactérie *Yersinia pestis*, ont été documentés sporadiquement dans l'ouest du Canada. Cette bactérie se transmet par la morsure d'une puce infectée ou par contact direct avec des tissus ou des liquides infectieux lors de la manipulation d'un animal ou d'un être humain qui a contracté

la maladie ou qui est décédé des suites de celle-ci. La peste pneumonique peut également être transmise par les gouttelettes produites par la toux ou les éternuements d'un animal ou d'un humain infecté (Centers for Disease Control and Protection, 2019a). Les personnes infectées par la peste développent habituellement des symptômes assimilables à ceux de la grippe. Après cette phase grippale, ils développent des symptômes variables selon la forme de peste – bubonique, septicémique (cette forme se développe généralement comme une complication de la peste bubonique) ou pneumonique. La peste est une infection qui nécessite des soins médicaux d'urgence, car les taux de mortalité sont élevés en l'absence de traitement (Centers for Disease Control and Protection, 2019a). Les réservoirs naturels de *Y. pestis* sont des rongeurs sauvages, en particulier des spermophiles en Amérique du Nord, et des gerbilles en Asie.

Il y a un lien bien connu entre les régimes climatiques (généralement les périodes plus chaudes et plus humides) et le passage interspèce de la peste des cycles de transmission gerbilles-puces aux humains en Asie centrale en raison des effets sur la végétation qui favorisent les populations de gerbilles et, ensuite, les populations de puces (Kausrud et coll., 2010; Samia et coll., 2011). On pense que ces événements de passage interspèce en Asie ont été la source des grandes pandémies de peste (peste de Justinien, Peste noire) qui ont décimé les populations humaines en Europe (Kausrud et coll., 2010). L'impact du climat a été étudié sur les épidémies de peste dans l'Europe préindustrielle (1347-1760 après J.-C). Contrairement au passage interspèce dans les steppes asiatiques, les résultats semblent indiquer que la peste en Europe était associée à des climats plus secs et plus froids (Yue et Lee, 2018). Cette différence est probablement imputable au fait que la transmission en Europe est due à une combinaison de transmission directe de personne à personne (provoquant une peste de type pneumonique chez l'humain) et de transmission par les puces à partir de réservoirs de rats péri-domestiques (produisant la peste de type bubonique), les deux pouvant être influencés par les effets du climat sur la densité et le comportement de la population humaine (Earn et coll., 2020). Une série chronologique de 56 ans de cas de peste chez l'humain dans l'ouest des États-Unis a été utilisée pour étudier les effets des modèles climatiques sur l'incidence de la peste. Comme en Asie centrale, un climat plus chaud et plus humide a été associé à une augmentation du nombre de cas chez l'humain (Ben Ari et coll., 2008). Dans une étude consécutive, le même groupe a trouvé que la combinaison du phénomène El Niño-oscillation australe et de l'oscillation décennale du Pacifique, en favorisant la transition vers un climat plus humide, avait une incidence sur la dynamique de la peste dans l'ouest des États-Unis. Le mécanisme sous-jacent pourrait comprendre des changements dans les précipitations et les températures qui ont une incidence sur les hôtes et les vecteurs comme en Asie. La neige peut jouer un rôle clé, possiblement par des effets sur l'humidité du sol en été, qui a une incidence sur la survie et le développement des puces, et la croissance de la végétation nécessaire aux rongeurs (Ben Ari et coll., 2010). Les résultats d'une étude sur le lien entre les variables climatiques et la fréquence des cas de peste humaine (de 1960 à 1997) dans le nord-est de l'Arizona et le nord-ouest du Nouveau-Mexique portent à croire qu'il est possible d'estimer le risque de peste en surveillant les variables climatiques clés, plus particulièrement les valeurs des températures maximales quotidiennes en été et les quantités de précipitations décalées dans le temps (un et deux ans) en fin d'hiver (février-mars) (Enscore et coll., 2002).

Des études de modélisation ont été menées sur l'impact des changements climatiques sur la distribution de la peste en Amérique du Nord. Basés sur la modélisation des niches écologiques, les modèles de Holt et coll. (2009) prévoient que, d'ici 2050, les conditions climatiques pourraient réduire le risque de peste dans les zones sud de la Californie et accroître le risque le long de la côte nord et dans les Sierras. Une étude réalisée par Nakazawa et coll. (2007) a révélé que la maladie se déplace en fonction des changements climatiques,

mais que les changements géographiques globaux seront probablement subtils, avec un certain déplacement des limites sud vers le nord et peut-être un déplacement des limites nord vers le nord également. Des études sur les espèces de puces vectrices *Y. pestis* dans les populations de chiens de prairie au Canada ont suggéré que le nombre de puces par individu variait inversement au nombre de jours de la saison de croissance précédente ayant reçu plus de 10 mm de précipitations, un indice du nombre d'événements de précipitations qui pourraient avoir causé une augmentation substantielle et prolongée de l'humidité du sol et de la croissance végétative (Eads et Hoogland, 2017). En dehors de ces études, aucune tentative n'a été faite pour évaluer précisément comment les changements climatiques peuvent avoir un impact sur la dynamique de la peste et son aire de répartition géographique au Canada, et aucune donnée de surveillance sur le terrain n'est disponible pour étudier les impacts climatiques sur les aléas environnementaux liés à la peste au Canada. La peste est une maladie à déclaration obligatoire à l'échelle nationale, mais un seul cas chez l'humain, qui a survécu en 1939, a été recensé (gouvernement du Canada, 2018a).

La maladie de Chagas est causée par le parasite protozoaire *Trypanosoma cruzi* et est une infection qui est le plus souvent contractée par contact avec les matières fécales du triatome (punaise américaine), un insecte hématophage qui se nourrit de sang humain et animal. La maladie de Chagas a une phase aiguë et chronique et, si elle n'est pas traitée, l'infection dure toute la vie. L'infection peut être légère ou asymptomatique. Il peut y avoir de la fièvre et de l'enflure autour du site d'inoculation. Bon nombre de personnes peuvent demeurer asymptomatiques toute leur vie, mais de 20 % à 30 % des personnes infectées développeront tôt ou tard des problèmes médicaux débilissants et parfois mortels (Centers for Disease Control and Prevention, 2018e). La maladie de Chagas n'est pas présente au Canada, et si la plupart des 300 000 cas de maladie de Chagas estimés chez les personnes vivant aux États-Unis ont probablement été acquis dans des pays d'Amérique latine, des cycles de transmission de *T. cruzi* impliquant des hôtes animaux et des humains, et des infections humaines autochtones transmises par un vecteur ont été signalés dans les États américains du Texas, de la Californie, du Tennessee, de la Louisiane et du Mississippi (Steverding, 2014).

La prévalence de la maladie de Chagas est probablement sous-estimée et son impact se fait sentir sur le système de soins de santé et l'économie mondiale en raison du dépistage et du traitement limités et d'un manque de sensibilisation chez les professionnels de la santé (Click Lambert et coll., 2008; Bern et Montgomery, 2009). L'impact potentiel des changements climatiques sur les vecteurs de la maladie de Chagas en Amérique du Nord a été étudié à l'aide de la modélisation des niches écologiques; bien que l'on ait prédit l'expansion de l'aire de répartition de certaines espèces vers le nord, aucune augmentation des risques n'a été relevée pour le Canada (Carmona-Castro et coll., 2018).

6.3.1.5 Zoonoses transmises par les tiques

Les tiques transmettent une vaste gamme d'agents pathogènes bactériens, viraux et protozoaires à l'échelle mondiale (Sonenshine, 2018). Bien qu'il soit généralement admis que les augmentations de température liées aux changements climatiques contribueront probablement à un accroissement général du nombre, du type, du niveau d'activité et de la répartition géographique des tiques en Amérique du Nord (Eisen et coll., 2016; Sonenshine, 2018), l'ampleur des impacts des changements climatiques sur les risques associés aux maladies transmises par les tiques est incertaine et variera probablement d'une région à l'autre. Au Canada, les données probantes indiquent que l'émergence de la maladie de Lyme associée à la propagation de la

tique *Ixodes scapularis* vers le nord est imputable, du moins en partie, au récent réchauffement climatique (Ebi et coll., 2017; Hoegh-Guldberg et coll., 2019).

Les maladies transmises par les tiques qui ont une incidence sur la santé publique sont des zoonoses et, en Amérique du Nord, les hôtes réservoirs naturels sont des animaux sauvages, en particulier des rongeurs. Il existe deux types de tiques : les tiques dures (*Ixodidae*) et les tiques molles (*Argasidae*) (Lindquist et coll., 2016). Dans le nord de l'Amérique du Nord, y compris au Canada, la tique molle la plus importante pour la santé publique est la tique *Ornithodoros hermsi*, qui transmet la bactérie responsable de la fièvre récurrente, *Borrelia hermsii*. D'autres tiques molles et espèces *Borrelia* responsables de la fièvre récurrente sont présentes aux États-Unis; *Borrelia turicatae* et *Borrelia parkeri* sont transmises par *Ornithodoros turicata* et *Ornithodoros parkeri*, respectivement, mais ne sont pas endémiques au Canada en ce moment (Sage et coll., 2017). Les espèces *O. hermsi* et *B. hermsii* vivent naturellement dans des cavernes, et les rongeurs sauvages sont les hôtes naturels dont les tiques se nourrissent et les hôtes réservoirs de *B. hermsii*. Même si les tiques *Ornithodoros hermsi* et *B. hermsii* se trouvent le plus souvent dans les grottes des régions montagneuses de l'ouest des États-Unis et ont une répartition limitée dans le sud de la Colombie-Britannique, ils envahissent les chalets dans ces régions, là où la plupart des cas chez l'humain sont contractés (Dworkin et coll., 2008).

La fièvre récurrente transmise par les tiques est une maladie septicémique fébrile dont l'apparition soudaine est suivie de nombreuses rechutes avec des intervalles afebriles (Artsob, 2000; Murray, 2003). La persistance des bactéries et les rechutes s'expliquent par le fait que la bactérie échappe à la réponse immunitaire (Cutler, 2010). Les symptômes sont très variés : éruptions cutanées, lésions oculaires, jaunisse et vomissements (Ogden et coll., 2014b). Toutefois, elle est rare chez les humains au Canada, en raison de la faible fréquence avec laquelle les gens entrent en contact avec des tiques infectées.

La modélisation de niche écologique a permis de déterminer que l'élévation (les plus élevées étant plus favorables) et des plages précises de température et de précipitations étaient des déterminants clés de la présence des tiques *O. hermsi* et *B. hermsii* (Sage et coll., 2017). Cette même étude a projeté l'expansion de l'aire de répartition vers le nord et l'ouest dans les régions montagneuses de la Colombie-Britannique à l'aide de trois modèles climatiques mondiaux (MCM) (ACCESS1-0, HadGEM2-ES et CCSM4) et de deux estimations des trajectoires de concentration de gaz à effet de serre indiquées par les profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP) 4.5 et 8.5. La plus grande expansion de l'aire de répartition au Canada était observée avec le scénario d'émissions de gaz à effet de serre plus élevées, RCP 8.5. Tous les modèles basés sur les scénarios RCP 4.5 et 8.5 prévoyaient une contraction de la répartition aux États-Unis.

Les maladies transmises par les tiques dures posent les plus grands défis en matière de santé publique en Amérique du Nord, et parmi ceux-ci, la plus importante est la maladie de Lyme causée par la bactérie *Borrelia burgdorferi*. La maladie de Lyme est une maladie qui touche plusieurs systèmes corporels et qui commence par une maladie bénigne aspécifique et, dans la plupart des cas, une éruption cutanée typique appelée érythème migrant. Si elle n'est pas traitée, la maladie progresse à la maladie de Lyme avec des manifestations neurologiques ou cardiaques et, aux stades avancés, à l'arthrite (Wormser et coll., 2006). Cette bactérie est transmise par la tique *Ixodes scapularis* (la tique à pattes noires) dans le nord-est et le Haut-Midwest des États-Unis, et dans le sud du centre et de l'est du Canada, et par la tique *I. pacificus* (la tique à pattes noires occidentale) dans les états américains qui bordent le Pacifique et le sud de la Colombie-Britannique (Bouchard et coll., 2015; Eisen et coll., 2016). Dans le sud de la Colombie-Britannique, l'aire de répartition géographique de *I. pacificus*, et le risque d'infection par *B. burgdorferi* que pose la tique, serait

assez vaste (Mak et coll., 2010). Toutefois, le risque de contracter la maladie de Lyme est beaucoup plus faible là où *I. pacificus* est le vecteur, par rapport à la plupart des régions où *I. scapularis* est le vecteur, en raison des caractéristiques de l'écologie de *I. pacificus* qui font que la prévalence de l'infection chez cette tique est généralement faible et qu'il est moins probable qu'elle pique les humains (Eisen et coll., 2016). Jusqu'à maintenant, aucune étude n'a été menée pour évaluer les impacts possibles des changements climatiques sur les répartitions futures de *I. pacificus* et de *B. burgdorferi* en Colombie-Britannique. La modélisation des distributions actuelles de *I. pacificus* et de *B. burgdorferi* en Colombie-Britannique a déterminé que les températures moyennes quotidiennes en janvier et en juillet étaient un déterminant important de la niche écologique de ces espèces, et on s'attend à un impact des changements climatiques sur les distributions vers le nord et possiblement en altitude (Mak et coll., 2010).

Concernant la tique *I. scapularis*, une série d'études sur le terrain et en laboratoire (Ogden, 2014) ont indiqué que le principal impact de la température sur cette espèce touche les taux de développement et l'activité. Les habitats forestiers au Canada fournissent aux tiques des refuges dans lesquels elles sont protégées contre les effets directs des très basses températures hivernales qui autrement les tueraient. Les évaluations fondées sur un modèle du risque d'occurrence de *I. scapularis* ont utilisé les effets de la température sur les taux de développement, et donc sur la durée du cycle de vie, pour déterminer les seuils de basse température permettant la persistance des populations de tiques autosuffisantes (Ogden et coll., 2005). Ces limites ont maintenant été largement validées par des études de terrain qui, de concert avec l'analyse des données de surveillance passive des tiques, ont établi un schéma spatiotemporel de l'aire de répartition sud-nord qui s'étend des États-Unis au Canada (et maintenant à l'intérieur du Canada), ce qui cadre avec l'hypothèse selon laquelle le récent réchauffement climatique a été un facteur clé (Ogden et coll., 2010; Leighton et coll., 2012; Clow et coll., 2017; Ebi et coll., 2017).

L'augmentation rapide de l'incidence de la maladie de Lyme au Canada, déterminée par la surveillance nationale (Gasmi et coll., 2017), cadre avec l'expansion observée de l'aire de répartition des tiques *I. scapularis* et avec l'accroissement de la prévalence de l'infection chez les populations de tiques récemment établies (Ogden et coll., 2013; Clow et coll., 2017) (voir la figure 6.5). En raison du degré élevé de concordance entre les études et des données probantes à l'appui des impacts des changements climatiques, il est possible d'affirmer avec une très grande certitude que l'émergence de la maladie de Lyme dans l'est et le centre du Canada est associée au récent réchauffement climatique. L'émergence observée de la maladie de Lyme au Canada correspond aux effets des changements climatiques sur la tique qui en est le vecteur. Cependant, il y a aussi des données probantes selon lesquelles le réchauffement du climat peut influencer sur le risque de maladie de Lyme en raison des effets sur d'autres parties du cycle de transmission, en particulier l'abondance et l'aire de répartition géographique des principaux hôtes réservoir, les rongeurs (Simon et coll., 2014).

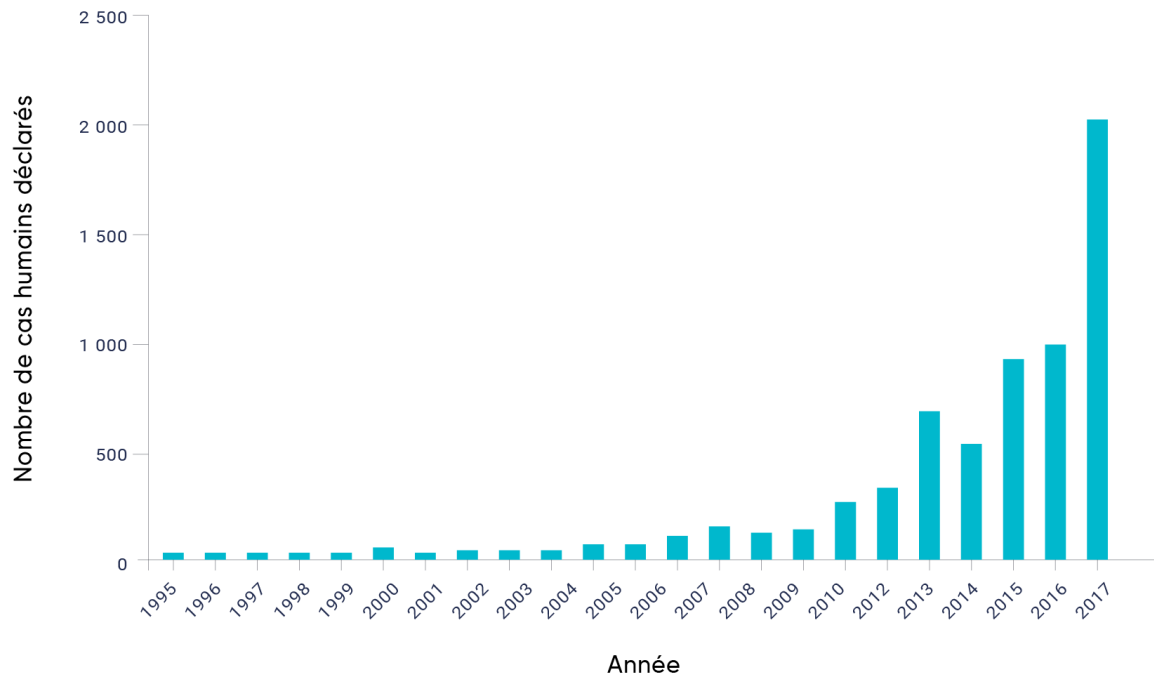


Figure 6.5 Évolution du risque de maladie de Lyme au Canada et cas chez l'humain. L'évolution des cas de maladie de Lyme chez l'humain est présentée dans le diagramme à barres. Il est à noter que la maladie de Lyme est devenue une maladie à déclaration obligatoire à l'échelle nationale en décembre 2009. Les données de 2009 et des années précédentes sont fondées sur la présentation volontaire de renseignements provenant des provinces et des territoires où la maladie de Lyme était à déclaration obligatoire. Source : Gasmi et coll., 2018.

D'autres agents pathogènes transmis par les tiques *Ixodes scapularis*, en plus de *B. burgdorferi*, émergent au Canada en provenance des États-Unis à mesure que les tiques se propagent vers le nord (tableau 6.3), mais aucune des maladies dont ils sont responsables n'est actuellement à déclaration obligatoire à l'échelle nationale. Des renseignements détaillés à l'égard de ceux-ci sont présentés dans l'encadré 6.3.

Encadré 6.3 Maladies et agents pathogènes transmis par les tiques *Ixodes scapularis* qui émergent avec la maladie de Lyme

L'**anaplasmose**, causée par la bactérie *Anaplasma phagocytophilum*, donne lieu à des symptômes aspécifiques (p. ex., fièvre, maux de tête et douleurs musculaires) avec un taux de mortalité inférieur à 1 % (Biggs et coll., 2016). Des cas chez l'humain ou l'animal ont été signalés dans la plupart des provinces où les tiques sont présentes (Edginton et coll., 2018).

La **babésiose**, causée par le protozoaire *Babesia microti*, est une maladie semblable à la maladie de Lyme dont le taux de mortalité est de 2 % à 5 % (Biggs et coll., 2016). L'agent pathogène a été détecté chez des tiques de l'espèce *I. scapularis* au Manitoba, en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick (O'Brien et coll., 2016), bien que des cas chez l'humain n'aient été identifiés qu'au Manitoba (Bullard et coll., 2014).

Le **virus Powassan**, qui a été détecté pour la première fois à Powassan, en Ontario, est transmis par un certain nombre d'espèces de tiques différentes. La présentation peut varier considérablement, des infections asymptomatiques aux cas d'encéphalite mortelle, et le taux de mortalité est de 10 % (Artsob, 1988). Deux lignées ont été identifiées dans les tiques vectrices : la lignée I a été identifiée dans *I. cookei*, la tique de la marmotte, en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick, tandis que la lignée II, également connue sous le nom de virus de la tique du chevreuil, est transmise par la tique *I. scapularis* au Manitoba, en Ontario et en Nouvelle-Écosse (Corrin et coll., 2018).

Borrelia miyamotoi a été signalé pour la première fois en 2013 au Canada, et cet agent pathogène a été détecté chez les tiques *I. scapularis* et *I. pacificus* (Dibernardo et coll., 2014). *Borrelia miyamotoi* est plus étroitement lié à l'espèce de *Borrelia* qui cause la fièvre récurrente, qui se transmet par les tiques molles. La maladie se manifeste généralement par des symptômes aspécifiques de fièvre, de fatigue, de maux de tête, de myalgie, de frissons, de nausées et d'arthralgie, qui peuvent entraîner une rechute comme d'autres infections de fièvre récurrente.

Une évaluation basée sur un modèle des effets potentiels des changements climatiques sur l'aire de répartition géographique de la tique *Dermacentor variabilis*, un vecteur de la fièvre pourprée des montagnes Rocheuses (FPMR) et de la tularémie, qui est déjà endémique dans une grande partie du sud du Canada, semblait indiquer qu'il y aura une expansion de l'aire de répartition de cette tique vers le nord au Canada (Minigan et coll., 2018). Des températures extrêmes prolongées (c.-à-d. élevées ou basses), une faible humidité et des précipitations intenses pourraient nuire à la survie des tiques en réduisant leur activité et en accroissant leur taux de mortalité (Ogden et Lindsay, 2016). Cependant, on s'attend à ce que cela ait moins d'effet sur les tiques que sur les moustiques en raison de la capacité des tiques à trouver refuge dans leurs habitats boisés (Ogden et Lindsay, 2016). Des études de modélisation semblaient indiquer que, bien que l'on prédise que la limite nord de l'aire de répartition géographique des tiques *I. scapularis* et *D. variabilis* se déplacera vers le nord en raison des changements climatiques, il y aura également une contraction vers le nord de la limite sud de l'aire de répartition des tiques à mesure que le climat devient trop chaud pour elles (Brownstein et coll., 2005a; Minigan et coll., 2018). Si c'est le cas, cela peut avoir une incidence

sur l'exposition aux tiques pour les personnes vivant dans les États du sud des États-Unis, mais il est peu probable que cela ait une incidence sur le risque au Canada. Des études sur la tique *I. scapularis* semblent indiquer que les tiques du sud-est des États-Unis pourraient s'adapter à un climat chaud (Ogden et coll., 2018), de sorte que cet effet pourrait être minime.

Les facteurs non climatiques déterminent également où les populations de tiques et les cycles de transmission des agents pathogènes peuvent s'établir. Il s'agit notamment des caractéristiques du microhabitat, comme les caractéristiques du sol, qui sont essentielles à la survie des tiques et à l'établissement réussi de nouvelles populations de tiques (Lindsay et coll., 1998; Guerra et coll., 2002). Les modifications des caractéristiques de l'habitat, parallèlement aux changements climatiques, comme la fragmentation de l'habitat, la perte de biodiversité, la disponibilité des ressources et l'aménagement du territoire, ont une incidence sur la dynamique des tiques, leurs hôtes animaux et l'exposition des humains aux tiques (Brownstein et coll., 2005b; Simon et coll., 2014). Dans certaines régions du Canada, l'émergence des tiques *I. scapularis* et *B. burgdorferi* est irrégulière et inégale, probablement en raison du caractère favorable de différents boisés pour la survie des tiques, et en raison des variations pour ce qui est de l'abondance des hôtes des tiques (Gabriele-Rivet et coll., 2015). Les changements au chapitre des facteurs non climatiques peuvent entraîner l'émergence de maladies transmises par les tiques. Par exemple, la maladie de Lyme est apparue aux États-Unis au XX^e siècle, probablement en raison du reboisement des terres agricoles et de l'augmentation des populations de cerfs, ce qui a rendu possible l'expansion des populations de tiques (Kilpatrick et coll., 2017).

Bien que la maladie de Lyme et d'autres maladies transmises par les tiques *I. scapularis* et *I. pacificus* soient les maladies transmises par les tiques les plus préoccupantes pour la santé publique au Canada à l'heure actuelle, d'autres maladies endémiques transmises par les tiques au Canada (tableau 6.3) pourraient être touchées par le réchauffement du climat ou sont susceptibles de l'être à l'avenir. Il n'y a pas encore de données probantes sur l'impact du réchauffement récent sur ces maladies; toutefois, des données de surveillance indiquent des augmentations récentes de l'abondance et de l'étendue des tiques vectrices de ces autres maladies. Il s'agit notamment de l'abondance accrue de la tique *I. cookei* (un vecteur de la lignée II du virus Powassan), de la *Dermacentor variabilis* (un vecteur de la FPMR, de la tularémie et de la fièvre à tiques du Colorado) et de la *Rhipicephalus sanguineus* (un vecteur de la FPMR) dans l'est du Canada (Gasmi et coll., 2018), et de l'expansion de l'aire de répartition de la tique *D. variabilis* dans les provinces des Prairies (Dergousoff et coll., 2013) (tableau 6.3).

L'expansion vers le nord de l'aire de répartition de la maladie de Lyme au Canada valide le concept selon lequel :

- l'aire de répartition géographique des tiques et des maladies transmises par les tiques en Amérique du Nord peut être limitée par le climat;
- il est possible que le réchauffement climatique permette l'expansion de l'aire de répartition de ces espèces vers le nord;
- les oiseaux migrateurs et, possiblement, d'autres espèces de mammifères hôtes agissent comme une voie d'introduction de tiques et d'agents pathogènes transmis par les tiques chaque année des États-Unis vers certaines régions du Canada qui deviennent adaptées sur le plan climatique à leur caractère endémique (Ogden et coll., 2008; Nelder et coll., 2019).



Par conséquent, d'autres tiques endémiques aux États-Unis et des agents pathogènes transmis par les tiques qui ne sont pas actuellement endémiques au Canada pourraient se propager vers le nord. L'expansion vers le nord de l'aire de répartition de la tique *Amblyomma americanum*, un vecteur de la tularémie, du virus Heartland et des agents pathogènes bactériens *Ehrlichia ewingii* et *E. chaffeensis*, de même que la cause présumée des allergies à la viande rouge (Reynolds et Elston, 2017), a été observée aux États-Unis (Stafford et coll., 2018). De nombreuses évaluations fondées sur des modèles indiquent que le climat des régions du sud du Canada deviendra adapté pour cette tique en raison du réchauffement climatique (Raghavan et coll., 2019; Sagurova et coll., 2019). Cette tique émergente, de même que les maladies infectieuses et autres problèmes de santé publique qu'elle cause, sont susceptibles de se propager au Canada au cours des prochaines décennies, et seront probablement introduites par des oiseaux migrateurs (Gasmi et coll., 2018; Nelder et coll., 2019).



Tableau 6.3 Agents pathogènes transmis par les tiques qui touchent les humains et espèces de tiques vectrices connexes qui sont présentes ou qui pourraient se propager au Canada

AGENT PATHOGÈNE (MALADIE CHEZ L'HUMAIN)	ANNÉE D'IDENTIFICATION	PRINCIPALES TIQUES VECTRICES	PRINCIPALES ESPÈCES D'HÔTES RÉSERVOIRS	RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ^a		DÉCLARATION OBLIGATOIRE À L'ÉCHELLE NATIONALE	PREUVE DE L'ENDÉMICITÉ AU CANADA		
				CANADA	ÉTATS-UNIS		TIQUES	HUMAINS	ANIMAUX
<i>Anaplasma phagocytophilum</i> (anaplasmose humaine)	1994	<i>Ixodes scapularis</i> , <i>Ixodes pacificus</i>	Rongeurs	C.-B., Alb., Sask., <u>Man.</u> , <u>Ont.</u> , <u>Qc.</u> , <u>N.-B.</u> , T.-N.-L., <u>N.-É.</u> et Î.-P.-É.	États du Haut-Midwest et du nord-est	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Babesia microti</i> (babésiose humaine)	1970	<i>Ixodes scapularis</i>	Souris	<u>Man.</u> , <u>Ont.</u> , <u>Qc.</u> , <u>N.-B.</u> et N.-É.	États du nord-est et du Haut-Midwest	Non	Oui	Oui	Oui
<i>Borrelia burgdorferi</i> (maladie de Lyme)	1982	<i>Ixodes scapularis</i> , <i>Ixodes pacificus</i>	Rongeurs	<u>C.-B.</u> , Alb., Sask., <u>Man.</u> , <u>Ont.</u> , <u>Qc.</u> , <u>N.-B.</u> , <u>N.-É.</u> , T.-N.-L. et Î.-P.-É.	États du nord-est et du Haut-Midwest	Oui	Oui	Oui	Oui
<i>Borrelia hermsii</i> (fièvre récurrente transmise par les tiques)	1935	<i>Ornithodoros hermsi</i>	Rongeurs et lapins	<u>C.-B.</u>	États de l'Ouest	Non	–	Oui	–
<i>Borrelia mayonii</i> /agent pathogène semblable à <i>Borrelia mayonii</i> ? (aucun nom précis*)	2014	<i>Ixodes scapularis</i> , <i>Ixodes angustus</i>	Rongeurs	Ont. et C.-B.	États du Haut-Midwest : Minnesota et Wisconsin	Non	Oui	–	Oui



AGENT PATHOGÈNE (MALADIE CHEZ L'HUMAIN)	ANNÉE D'IDENTIFICATION	PRINCIPALES TIQUES VECTRICES	PRINCIPALES ESPÈCES D'HÔTES RÉSERVOIRS	RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ^a		DÉCLARATION OBLIGATOIRE À L'ÉCHELLE NATIONALE	PREUVE DE L'ENDÉMICITÉ AU CANADA		
				CANADA	ÉTATS-UNIS		TIQUES	HUMAINS	ANIMAUX
<i>Borrelia miyamotoi</i> (aucun nom précis)	2013	<i>Ixodes scapularis</i> , <i>Ixodes pacificus</i>	Souris	C.-B., Alb., Man., Ont., Qc, N.-B., N.-É., T.-N.-L. et Î.-P.-É.	États du Haut-Midwest, du nord-est et du centre du littoral de l'Atlantique	Non	Oui	Non	–
Virus de la fièvre à tiques du Colorado (fièvre à tiques du Colorado)	1946	<i>Dermacentor andersoni</i>	Spermophile à mante dorée, souris sylvestres et lapins	Sask. et Alb.	États de l'Ouest : Colorado, Utah, Montana, Wyoming	Non	Non	Oui	–
<i>Ehrlichia chaffeensis</i> (ehrlichiose monocytique humaine)	1987	<i>Amblyomma americanum</i>	Cerf de Virginie	–	États du sud-est et du centre-sud	Non	Non	Non	–
<i>Ehrlichia ewingii</i> (nom générique : ehrlichiose)	1999	<i>Amblyomma americanum</i>	Cerf de Virginie	–	États du sud-est et du centre-sud	Non	–	–	–
Agent semblable à <i>Ehrlichia muris</i> (aucun nom précis)	2011	<i>Ixodes scapularis</i> , <i>Ixodes muris</i>	Souris	Man.	États du Haut-Midwest	Non	Oui	–	–



AGENT PATHOGÈNE (MALADIE CHEZ L'HUMAIN)	ANNÉE D'IDENTIFICATION	PRINCIPALES TIQUES VECTRICES	PRINCIPALES ESPÈCES D'HÔTES RÉSERVOIRS	RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ^a		DÉCLARATION OBLIGATOIRE À L'ÉCHELLE NATIONALE	PREUVE DE L'ENDÉMICITÉ AU CANADA		
				CANADA	ÉTATS-UNIS		TIQUES	HUMAINS	ANIMAUX
<i>Francisella tularensis</i> ^c (tularémie)	1924	<i>Dermacentor variabilis</i> , <i>Dermacentor andersoni</i> , <i>Haemaphysalis leporispalustris</i> , <i>Amblyomma americanum</i>	Lapins, lièvres et rongeurs	<u>Au Canada</u>	Tous les États	Oui	Oui	Oui	Oui
Virus Heartland (aucun nom précis)	2012	<i>Amblyomma americanum</i>	Cerf de Virginie	–	États du Midwest et du sud	Non	Non	–	–
Lignée I du virus Powassan (aucun nom précis)	1963	<i>Ixodes cookei</i> , <i>Ixodes marxi</i> , <i>Ixodes spinipalpis</i>	Mammifères des régions boisées de petite taille ou de taille moyenne (marmotte commune)	<u>Ont.</u> , <u>Qc.</u> , <u>N.-B.</u> et <u>Î.-P.-É.</u>	États du nord-est et région des Grands Lacs	Non	Oui	Oui	Oui
Lignée II du virus Powassan (aucun nom précis)	2001	<i>Ixodes scapularis</i> , <i>Dermacentor andersoni</i>	Souris	<u>Man.</u> , <u>Ont.</u> et <u>N.-É.</u>	États du nord-est et du Haut-Midwest	Non	Oui	–	–



AGENT PATHOGÈNE (MALADIE CHEZ L'HUMAIN)	ANNÉE D'IDENTIFICATION	PRINCIPALES TIQUES VECTRICES	PRINCIPALES ESPÈCES D'HÔTES RÉSERVOIRS	RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ^a		DÉCLARATION OBLIGATOIRE À L'ÉCHELLE NATIONALE	PREUVE DE L'ENDÉMICITÉ AU CANADA		
				CANADA	ÉTATS-UNIS		TIQUES	HUMAINS	ANIMAUX
<i>Rickettsia rickettsii</i> (fièvre pourprée des montagnes Rocheuses)	1909	<i>Dermacentor variabilis</i> , <i>Dermacentor andersoni</i> , <i>Rhipicephalus sanguineus</i>	Divers mammifères sauvages, y compris les rongeurs	<u>C.-B.</u> , <u>Alb.</u> , <u>Sask.</u> , <u>Ont.</u> et N.-É.	États de l'est, du centre, de l'ouest et du sud-ouest	Non	Oui ^b	Oui	Oui

Remarque : * Lorsqu'il n'y a pas de nom de maladie précis, les maladies portent le nom de l'agent pathogène (p. ex., maladie du virus Powassan).

Le symbole « – » indique qu'aucune donnée n'est disponible ou qu'aucune étude n'a été réalisée.

a. Canada : Les provinces où la transmission endémique est un fait connu sont soulignées. Quant à celles qui ne le sont pas, les cycles de transmission locaux d'agents pathogènes ne sont pas connus, et des infections ont été détectées chez des tiques adventices, des humains ou des animaux probablement infectés par des tiques adventices.

É.-U. : États où l'incidence de cas chez les humains était la plus élevée.

b. Basé sur des enquêtes menées par le passé sur les tiques au Canada, plutôt que sur des enquêtes récentes.

c. *Francisella tularensis* peut être transmise mécaniquement par une gamme de mouches piqueuses, mais seules les tiques agissent comme vecteurs biologiques.

Abréviations : Alb. – Alberta; C.-B. – Colombie-Britannique; Man. – Manitoba; N.-B. – Nouveau-Brunswick; T.-N.-L. – Terre-Neuve-et-Labrador; N.-É. – Nouvelle-Écosse; Ont. – Ontario; Î.-P.-É. – Île-du-Prince-Édouard; Qc – Québec; Sask. – Saskatchewan; É.-U. – États-Unis; NE – Nord-Est; MW – Midwest.

Source: Bouchard et coll., 2019.

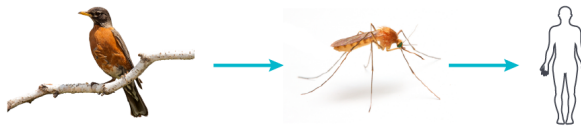
6.3.2 Zoonoses transmises directement des animaux aux humains

La présente section porte sur les zoonoses qui peuvent être transmises directement des animaux aux humains (figure 6.6). Les zoonoses transmises dans les aliments et l'eau sont examinées au chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau, et au chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments. Le risque d'infection par les zoonoses transmises directement peut dépendre des effets directs des changements climatiques et des conditions météorologiques sur la survie des agents pathogènes, des effets indirects sur les espèces et les populations hôtes et des effets sur les taux de contact entre les agents pathogènes et les humains. Ensemble, ces facteurs déterminent la fréquence des événements de « passage interespèce », c'est-à-dire lorsque les agents pathogènes sont transmis avec succès des animaux aux humains (Altizer et coll., 2013; Brierley et coll., 2016), de même que la possibilité d'émergence adaptative de zoonoses, qui entraînent ensuite des épidémies ou des pandémies touchant les populations humaines (Ogden et coll., 2017). Les changements climatiques peuvent donc engendrer l'émergence de maladies infectieuses zoonotiques à l'échelle mondiale. On pense que les zoonoses transmises directement, principalement par les espèces sauvages, sont celles qui émergent et réapparaissent le plus souvent à l'échelle mondiale (Jones et coll., 2008).

Les impacts des changements climatiques sur les zoonoses devraient être plus importants dans le Nord qu'ailleurs au Canada, y compris les effets sur les zoonoses d'origine vectorielle, alimentaire et hydrique, de même que les zoonoses transmises directement (Parkinson et coll., 2014). Un impact climatique plus important, conjugué, dans de nombreux cas, à une consommation plus élevée d'aliments traditionnels et prélevés dans la nature¹, donne à penser que les risques d'effets sur la santé seront plus importants dans les collectivités nordiques, en particulier les collectivités autochtones du Nord (Brook et coll., 2009). Un autre problème est lié au fait que, à mesure que fond le pergélisol en raison d'un climat plus chaud, des agents pathogènes qui sont demeurés dormants, mais viables dans les carcasses d'animaux ou le sol, peuvent être libérés dans l'environnement et causer des éclosions de maladies (Revich et coll., 2012). Pour la plupart des zoonoses transmises directement dont il est question dans la présente section, des données étayant la sensibilité aux facteurs climatiques et aux conditions météorologiques soulèvent la possibilité d'impacts actuels et futurs des changements climatiques. Dans de très rares cas, on a tenté d'évaluer de tels impacts. En outre, très peu de zoonoses transmises directement présentent des signes de changement au chapitre des tendances en matière de maladies ou de risques, mais cela peut être imputable, en partie, au manque de surveillance systématique de ces maladies au Canada.

1 Les aliments traditionnels inuits, aussi appelés « aliments prélevés dans la nature », font partie intégrante de l'identité et de la culture inuites, sont une source importante de nutriments et contribuent à la santé et au bien-être des personnes et des collectivités. Ils comprennent les animaux marins (p. ex., morses, phoques), les caribous, les oiseaux, les poissons et les aliments fourragers.

Virus du Nil occidental



Coronavirus du syndrome respiratoire du Moyen-Orient (CoV-SRMO)



1. Changement génétique permettant une transmission interhumaine inefficace

2. Changement génétique permettant une transmission interhumaine efficace

Coronavirus 2 du syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS-CoV-2)



Grippe pH1N1

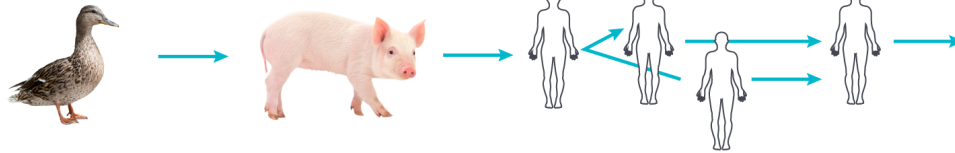


Figure 6.6 Zoonoses et émergence par changement génétique et/ou évolution.

6.3.2.1 Zoonoses virales

À l'échelle mondiale, les virus de la grippe aviaire A représentent l'un des groupes de zoonoses virales transmises directement les plus hautement pathogènes, et leurs impacts sont considérables. Des épidémies mondiales de virus de la grippe aviaire hautement pathogènes (pour les humains) sont survenues au cours des dernières décennies (Goneau et coll., 2018), et des éclosions se sont produites dans la volaille domestiquée au Canada, ce qui a fait craindre l'apparition de cas chez l'humain (Skowronski et coll., 2007). Chez les humains, la maladie varie d'une maladie légère à une maladie grave, avec des taux élevés de mortalité (Neumann, 2015). Les principaux réservoirs des virus de la grippe aviaire sont les oiseaux sauvages, en particulier le gibier d'eau (c.-à-d. les cygnes, les oies et les canards). Les virus de la grippe porcine sont également très préoccupants sur le plan de la santé publique, bien que ces virus soient maintenant principalement établis chez le porc domestiqué, et que les impacts des changements climatiques soient relativement peu probables (Schultz-Cherry et coll., 2011). Les virus pandémiques de la grippe, comme les virus H1N1 de 1918 et de 2009, émergent à la suite de la recombinaison (un processus moléculaire) des virus de la grippe aviaire, porcine et humaine (Neumann et coll., 2009). En raison du niveau élevé de menace que représentent les virus zoonotiques et pandémiques de la grippe, il y a une surveillance approfondie de ces



virus chez les animaux sauvages et domestiqués et les humains à l'échelle mondiale, de même qu'au Canada (gouvernement du Canada, 2017; gouvernement du Canada, 2018b), et un programme de préparation aux pandémies est en place (gouvernement du Canada, 2019b).

L'émergence et la réémergence des risques de grippe aviaire chez les humains pourraient être imputables à un certain nombre d'effets des changements climatiques sur l'écologie des virus, y compris les habitudes de migration des oiseaux et les changements dans l'aménagement du territoire et les modes de production du bétail (Morin et coll., 2018). La transmission des virus de la grippe aviaire chez les oiseaux sauvages, qui est souvent une transmission fécale-orale par l'eau, peut être inhibée par le réchauffement climatique, car la survie des virus est meilleure dans l'eau froide que dans l'eau chaude (Morin et coll., 2018). Dans le même ordre d'idées, la prévalence des oiseaux infectés était plus élevée, selon une étude canadienne, si l'échantillonnage était précédé d'une période de temps froid (Papp et coll., 2017), et les données phylogénétiques semblent indiquer que les virus de la grippe A ont en fait émergé après le petit âge glaciaire (Gatherer, 2010). Toutefois, la complexité associée à la transmission mondiale des virus de l'influenza aviaire signifie que, même si les virus de l'influenza aviaire sont intrinsèquement sensibles au climat, les changements climatiques pourraient avoir des répercussions positives en réduisant la transmission de la maladie en raison des effets sur la survie des virus dans l'environnement, ou négatives en accroissant la transmission par les effets indirects d'autres facteurs (Gilbert et coll., 2008; Gatherer, 2010; Morin et coll., 2018).

Encadré 6.4 Changements climatiques et coronavirus (COVID-19)

La pandémie de maladie à coronavirus (COVID-19) est un excellent exemple du passage interespèce d'une maladie infectieuse d'origine zoonotique, qui est devenue une pandémie en raison des caractéristiques du virus qui permet une transmission efficace d'humain à humain, et en raison de la mondialisation qui permet une propagation internationale rapide (Ogden et coll., 2017). Le virus en cause, le SRAS-CoV-2, est probablement un coronavirus qui vient des chauves-souris (Lau et coll., 2020) et qui s'est possiblement répandu chez les humains à partir d'un réservoir animal intermédiaire comme les pangolins (Han, 2020; Zhang et coll., 2020). Le contact avec des animaux infectés ou des produits d'origine animale dans un marché traditionnel de produits frais de la ville de Wuhan, dans la province de Hubei, en Chine, à la fin de 2019 a été mis en cause comme étant l'événement de passage interespèce initial (Zhang et coll., 2020), bien que l'incertitude entourant l'origine du virus demeure. Après cette période, le virus a probablement évolué de façon à être plus efficace sur le plan de la transmissibilité interhumaine (Andersen et coll., 2020). Malgré un contrôle intensif en Chine (Wang et coll., 2020) et des restrictions de voyage à destination et en provenance de ce pays, le virus s'est propagé à l'échelle mondiale (Wu et coll., 2020), et la maladie COVID-19 a été déclarée pandémie (OMS, 2020).

Il est possible que les changements climatiques récents aient, d'une certaine façon, influé sur la transmission du SRAS-CoV-2, par le biais d'impacts sur l'écologie des cycles de transmission naturels (voir la section 6.1.1 Émergence et réémergence des maladies infectieuses) qui ont engendré une prévalence particulièrement élevée de l'infection chez les animaux sauvages capturés pour l'alimentation ou la fabrication de produits médicinaux, et qui ont facilité le passage interespèce au marché traditionnel de produits frais de Wuhan. Toutefois, au moment de la rédaction du présent rapport, cela n'avait pas été démontré en preuve (O'Reilly et coll., 2020). Il y a peu de données qui étayaient une réduction de la transmission du SRAS-CoV-2 à des températures élevées (Pequeno et coll., 2020), et on spéculait que les changements climatiques pourraient entraîner une transmission saisonnière du SRAS-CoV-2 s'il devient endémique (Kanzawa et coll., 2020; Kissler et coll., 2020). Toutefois, à ce stade de la pandémie, il semble que l'effet des interventions en santé qui ne sont pas de nature pharmaceutique sur la transmission virale soit plus important que l'environnement physique (Jüni et coll., 2020).

Les changements climatiques pourraient avoir une incidence indirecte sur la transmission du virus de la COVID-19 par leurs effets sur les taux de contact entre les personnes et sur la qualité de l'air, comme pour les autres virus respiratoires transmis de personne à personne (voir la 6.3.3.1 Infections respiratoires). Même si l'on croit que la transmission du virus de la COVID-19 par la voie fécale-orale est possible (Gupta et coll., 2020), et que l'ARN viral a été détecté dans les eaux usées des collectivités où il y a transmission active de l'infection (Randazzo et coll., 2020), rien ne prouve jusqu'à maintenant que le SRAS-CoV-2 est un agent pathogène d'origine hydrique.

Bien qu'il y ait des données probantes limitées des impacts directs ou indirects des changements climatiques sur la transmission du virus de la COVID-19, d'autres études sont nécessaires. Ces études devraient également tenir compte du fait que les impacts de la COVID-19 sont probablement plus importants pour les personnes et les collectivités vulnérables et désavantagées sur le plan socioéconomique en raison de leur incidence sur la transmission et la gravité de la maladie (Ji et coll., 2020; Nash et Geng, 2020).

La rage est une maladie d'origine zoonotique qui représente un problème de santé mondial majeur, avec plus de 55 000 décès chaque année (Knobel et coll., 2005). Le virus de la rage est capable d'infecter les tissus du cerveau et du système nerveux de tous les mammifères, ce qui entraîne habituellement des modifications des comportements suivies de la mort (OMS, 2013). Au Canada, la rage est associée à plusieurs espèces sauvages, dont les chauves-souris, les mouffettes, les ratons laveurs et les renards, qui maintiennent des variants viraux distincts circulant de façon endémique au sein de leurs populations (Rosatte, 1988; Tinline et Gregory, 2020). Les cas humains de rage sont rares au Canada, avec seulement trois cas contractés au pays depuis 2000 (Filejski, 2016), mais l'exposition humaine aux animaux enrégés suivie de l'administration d'un traitement prophylactique post-exposition se produit chaque année dans tout le pays.

Bien que les changements écologiques causés par les facteurs climatiques soient susceptibles d'avoir une incidence sur la circulation de la rage dans chacune de ses populations hôtes respectives dans une certaine mesure, ces impacts seront probablement ressentis d'abord et avant tout dans l'Arctique. La rage sévit dans tout l'Arctique et est considérée comme enzootique – ou prévalente – dans le nord du Canada, c'est-à-dire au nord du 60^e parallèle (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). Le principal hôte réservoir de la rage dans l'Arctique est le renard arctique (*Vulpes lagopus*).

La rage dans l'Arctique est causée par une souche unique du virus de la rage appelée « variant arctique du virus de la rage », qui circule dans les régions arctiques et subarctiques avec des incursions sporadiques vers les régions plus au sud, ce qui mène parfois à l'établissement de la rage enzootique dans ces régions (Rosatte, 1988). Dans l'Arctique canadien, les cas de rage chez les animaux domestiques et les animaux sauvages sont signalés chaque année, et les résidents de l'Arctique reçoivent plus de traitements prophylactiques contre la rage par habitant que toute autre population au Canada (Rosatte, 1988; Mitchell et Kandola, 2005; Aenishaenslin et coll., 2014; ACIA, 2019).

Les changements climatiques sont plus rapides et plus vastes dans le nord du Canada que les moyennes mondiales et canadiennes (Larsen et coll., 2014; Bush et Lemmen, 2019). Bien que les impacts à long terme du réchauffement rapide du climat sur la rage dans l'Arctique n'aient pas encore été documentés, l'écologie et l'épidémiologie de la rage risquent d'être modifiées par les perturbations continues des écosystèmes arctiques causées par le climat. Il s'agit notamment des cycles de décroissance des populations de lemmings, une source essentielle de nourriture pour les renards arctiques (Fuglei et Ims, 2008; Kausrud et coll., 2008), de la réduction de la durée et de l'étendue de la glace de mer utilisée par les renards pour l'alimentation et les déplacements hivernaux (Kim et coll., 2016), et de l'expansion de l'aire de répartition des renards roux (*Vulpes vulpes*) vers le nord. Les renards roux font compétition aux renards arctiques pour les ressources et sont un hôte réservoir compétent pour le variant de la rage dans l'Arctique (Rosatte, 1988; Hersteinsson et MacDonald, 1992; Gallant et coll., 2012). Selon une étude de modélisation récente (Simon et coll., 2019), l'incidence de la rage pourrait d'abord se stabiliser en raison de la réduction de la variation de la dynamique des proies, les interactions entre les renards arctiques et roux intensifiant les éclosions là où ces espèces se chevauchent. Toutefois, à long terme, le déplacement des renards arctiques par les renards roux et la baisse d'activité hivernale en raison de la réduction de l'étendue de la glace de mer peuvent limiter la transmission de la rage dans les régions plus chaudes. De même, Huettmann et coll. (2017) ont prédit une réduction de la niche écologique actuelle du virus de la rage en Alaska avec le réchauffement climatique.

Les hantavirus causent des infections dans les populations de rongeurs sauvages et de mammifères insectivores et peuvent entraîner le syndrome pulmonaire à hantavirus, une fièvre suivie d'un œdème

pulmonaire aigu et de l'entrée en état de choc. Il n'y a pas de traitement particulier pour le syndrome pulmonaire à hantavirus; le taux de mortalité est de 38 % au Canada (Drebot et coll., 2000), où on signale en moyenne quatre cas chaque année (gouvernement du Canada, 2015). Les humains contractent l'infection par le contact avec des rongeurs infectés ou leurs excréments, en particulier l'urine ou les fèces aérosolisées (Weir, 2005). Dans un rapport précédent (Charron et coll., 2008), il a été déterminé que l'incidence des hantavirus est sensible aux facteurs climatiques et est associée aux effets sur les populations de rongeurs. Il n'y a pas eu d'autres études sur les hantavirus au Canada, et les impacts potentiels des changements climatiques sont inexplorés.

6.3.2.2 Zoonoses parasitaires

Au Canada, les protozoaires zoonotiques *Cryptosporidium*, *Giardia* et *Toxoplasma* sont les parasites les plus importants pour la santé publique, selon l'opinion d'experts, et les deux premiers sont à déclaration obligatoire à l'échelle nationale (ONUAA et OMS, 2014). Les protozoaires *Cryptosporidium* et *Giardia* spp. peuvent être transmis directement par les animaux, par exemple, les animaux de ferme nouveau-nés ou les animaux des zoos pour enfants. Il peut également y avoir transmission d'une personne à une autre par l'intermédiaire de contacts étroits et d'éclosions dans des milieux communautaires ou de soins, ou par les voies alimentaire ou hydrique. Les changements climatiques auront une incidence sur les infections par ces parasites en modulant la transmission d'origine alimentaire et hydrique (voir le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau et le chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments).

À l'heure actuelle, le fardeau humain de la maladie, y compris les lésions neuronales et oculaires associées à la migration larvaire viscérale (c.-à-d. la migration des larves dans le corps) des ascarides zoonotiques (c.-à-d. les vers ronds) *Baylisascaris procyonis* et *Toxocara canis*, n'est pas connu au Canada, et seuls les cas isolés et les données d'enquêtes de sérosurveillance sont signalés (Embil et coll., 1988; Sapp et coll., 2016). Les hôtes réservoirs de ces ascarides sont, respectivement, les rats laveurs et les chiens domestiques. Dans le sud du Canada, les chiens sont aussi des hôtes compétents pour les ascarides *B. procyonis* (Lee et coll., 2010). Une étude nationale au Canada a rapporté que le parasite *Toxocara canis* était celui qui était le plus souvent détecté dans les fèces des chiens dans les refuges (Villeneuve et coll., 2015). La transmission directe des chiens aux humains est possible par contact avec des œufs embryonnés présents sur la fourrure de l'animal, mais en général, on pense que le parasite *T. canis* est principalement acquis à partir d'œufs embryonnés présents dans l'environnement (Keegan et Holland, 2010).

Les œufs de ces deux ascarides passent par un stade de développement dans l'environnement qui est dépendant de la température avant de devenir infectieux pour les humains. Par conséquent, les principaux mécanismes par lesquels les changements climatiques peuvent avoir une incidence sur ces parasites sont l'amplification locale due à un développement plus rapide et à une survie accrue des œufs déposés dans les fèces des hôtes définitifs (c'est-à-dire ceux dans lesquels la reproduction du parasite a lieu), et l'expansion vers le nord de l'aire de répartition en raison des changements dans la distribution et l'abondance des hôtes canins et des rats laveurs. Les œufs de *T. canis* sont sensibles au gel (O'Lorcain, 1995) et leur développement est retardé après refroidissement, mais les œufs de *B. procyonis* peuvent survivre aux températures de congélation et aux cycles de gel-dégel (Shafir et coll., 2011). Cela porte à croire qu'un climat en évolution peut avoir différents effets sur ces parasites. Pour le parasite *B. procyonis*, l'expansion vers le

nord pourrait suivre celle de l'hôte principal, le raton laveur, dont l'aire de répartition est actuellement limitée aux parties du sud des provinces canadiennes (Naughton, 2012). Dans le cas du *T. canis*, l'expansion de l'aire de répartition vers le nord et l'amplification locale peuvent suivre l'augmentation du taux de survie et de développement des œufs dans l'environnement. L'augmentation de la circulation des deux parasites chez les chiens peut entraîner une augmentation des maladies chez les Canadiens et les Canadiennes en raison de leur lien étroit. Jusqu'à maintenant, aucune étude n'a examiné explicitement les effets des changements climatiques sur ces parasites. Toutefois, des œufs de *T. canis* ont récemment été signalés au Canada chez des chiens au nord du 60e parallèle pour la première fois (Salb et coll., 2008), ce qui pourrait indiquer une expansion de l'aire de répartition de cette espèce vers le nord (Jenkins et coll., 2011).

Jusqu'à récemment, on pensait que le cestode zoonotique *Echinococcus multilocularis* n'était transmis entre les canidés sauvages et les rongeurs que dans les régions du sud des provinces des Prairies et de la toundra arctique, et un seul cas humain autochtone avait été documenté au Canada (James et Boyd, 1937; Deplazes et coll., 2017). Les œufs d'*Echinococcus* sont excrétés dans les fèces des canidés sauvages ou domestiques, sont immédiatement infectieux et peuvent adhérer à la fourrure de l'hôte. L'infection peut se produire chez l'humain lorsqu'il consomme ces œufs par inadvertance. La transmission peut également se produire par la consommation de produits non lavés ou la consommation d'eau de surface non filtrée dans des environnements fortement contaminés (Deplazes et coll., 2017). Chez les humains, le parasite s'établit d'abord dans le foie et se comporte comme une tumeur parasitaire, finissant par produire des métastases dans tout l'abdomen, à moins d'une intervention chirurgicale et médicale agressive. Plus de cas d'échinococcose alvéolaire ont récemment été détectés chez les chiens et les humains au Canada, et le parasite a élargi son aire de répartition pour inclure la majeure partie de l'Ouest canadien (Deplazes et coll., 2017) et la partie sud de l'Ontario (Kotwa et coll., 2019). Cette émergence est probablement liée à la fois à l'introduction de souches européennes du parasite, qui se sont maintenant établies avec succès chez les espèces sauvages, et à l'accroissement des taux de contact entre les humains et la faune urbaine.

Les mécanismes possibles des répercussions des changements climatiques sur ce parasite comprennent des effets sur la survie des œufs, car ceux-ci sont résistants à l'environnement, mais sensibles aux températures élevées et à la dessiccation, de même que la stabilisation et l'amplification des populations d'hôtes intermédiaires (rongeurs), ce qui était considéré comme un facteur limitant le contrôle de ce parasite (Rausch, 1956; Jenkins et coll., 2013). Une corrélation a été établie entre les variables climatiques, à la fois la température et les précipitations, et la prévalence de l'infection chez les hôtes définitifs et intermédiaires (c.-à-d. les hôtes où il n'y a pas de reproduction parasitaire) (Takeuchi-Storm et coll., 2015), qui peut être associée à des effets directs sur la survie des œufs dans l'environnement ou des impacts sur les hôtes réservoirs (Mas-Coma et coll., 2008). Le parasite fait maintenant l'objet d'une déclaration obligatoire provinciale en Alberta et en Ontario. Les chiens peuvent servir d'hôtes définitifs et intermédiaires pour *E. multilocularis* et, par conséquent, un traitement régulier à l'aide d'un médicament anthelminthique administré aux chiens dont la consommation d'hôtes intermédiaires de rongeurs est connue peut aider à atténuer le risque pour l'humain (Jenkins, 2017).

6.3.2.3 Zoonoses bactériennes

Les bactéries de l'espèce *Brucella*, qui sont endémiques au Canada et qui causent des maladies chez les humains, sont *Brucella abortus* et *B. suis* biotype 4. On retrouve la bactérie *Brucella abortus* dans le bétail, lorsque la prévention de la maladie n'est pas assurée au moyen de programmes de lutte, et les ongulés sauvages comme le cerf et le bison (Nishi et coll., 2002). La bactérie *Brucella suis* biotype 4 s'attaque au caribou (Forbes, 1991). Chez les humains, la brucellose cause une fièvre persistante et souvent récurrente accompagnée de fatigue chronique et d'autres symptômes comme l'arthrite (Centers for Disease Control and Prevention, 2019b). Chez les animaux, le principal effet de l'infection est l'avortement. La principale voie de transmission vers la population humaine est d'origine alimentaire, mais les personnes qui travaillent dans les industries du bétail et de la transformation des aliments peuvent la contracter par contact direct avec des tissus du bétail infecté (Hunter et coll., 2015), tout comme les chasseurs peuvent la contracter par contact direct avec des tissus d'animaux sauvages infectés (Franco-Paredes et coll., 2017). Mis à part leurs effets directs possibles sur la survie de la bactérie *Brucella* spp. dans l'environnement, et donc sur la transmission d'animaux à animaux, les changements climatiques peuvent avoir une incidence sur la transmission par des effets sur la dynamique des populations d'hôtes sauvages (Cross et coll., 2007). Bien que la brucellose puisse être une maladie sensible au climat, aucune étude n'a été réalisée pour explorer les effets possibles des changements climatiques.

Causé par la bactérie *Bacillus anthracis*, le risque d'anthrax dans l'environnement est amplifié par les ongulés sauvages et domestiqués infectés qui souffrent de maladies hémorragiques à la suite d'une infection. Lorsque l'animal infecté meurt, son sang et sa carcasse contaminent les sols avec des bactéries qui forment des spores résistantes et persistantes (Valseth et coll., 2017). Les humains peuvent contracter l'infection par l'inhalation des spores, par l'ingestion des spores qui contaminent la nourriture ou l'eau, ou par l'introduction des spores dans la peau par le biais d'une coupure.

Les manifestations chez les humains dépendent de la voie de l'infection – manifestations cutanées après l'infection des coupures, manifestations gastro-intestinales après l'ingestion et manifestations respiratoires après l'inhalation. Le taux de décès est élevé (environ 25 %) chez les personnes non traitées (Centers for Disease Control and Prevention, 2017). Des températures élevées ont été associées à des éclosions chez des animaux sauvages et domestiqués dans des pays du Nord, dont le Canada, et on s'attend à ce que l'environnement devienne plus favorable à la transmission de l'anthrax et à la survie de la bactérie *B. anthracis* dans le nord et le centre-sud du Canada en raison du réchauffement climatique (Walsh et coll., 2018). La nature persistante des spores de *B. anthracis* dans les sols permet l'apparition d'épidémies causées par les conditions météorologiques qui peuvent devenir plus fréquentes avec les changements climatiques en raison des effets combinés du réchauffement et des inondations (Maksimovic et coll., 2017). L'anthrax et la brucellose sont des maladies à déclaration obligatoire lorsqu'elles sont dépistées dans le bétail au Canada (gouvernement du Canada, 2019c).

La fièvre Q est causée par la bactérie *Coxiella burnetii*. Cette bactérie est principalement transmise aux humains par voie aérienne dans les élevages de ruminants infectés, en particulier les élevages de moutons et de chèvres. Chez les humains, l'infection cause de la fièvre ainsi qu'une pneumonie, des infections du foie et des infections chroniques du cœur, et le taux de mortalité sans traitement est élevé (jusqu'à 25 %) (Centers for Disease Control and Prevention, 2019c). Chez les ruminants, il y a peu de manifestations cliniques

au-delà de l'avortement si l'animal est infecté à la fin de la grossesse. Les animaux infectés excrètent les bactéries dans le lait, l'urine, les fèces, le placenta et les liquides de naissance (Plummer et coll., 2018). La bactérie persiste dans l'environnement; bien que les travailleurs agricoles soient les plus à risque, de grandes éclosions associées à la transmission aérienne sur de longues distances à partir des fermes touchées ont eu lieu en Europe (Schneeberger et coll., 2014). La fièvre Q n'est pas à déclaration obligatoire à l'échelle nationale au Canada, mais on pense qu'elle est particulièrement répandue dans les fermes du Québec (Dolcé et coll., 2003), bien que la raison en soit inconnue. Une incidence accrue a été associée à une augmentation des précipitations dans les Caraïbes, ce qui semble indiquer une sensibilité aux conditions météorologiques (Eldin et coll., 2015; Sivabalan et coll., 2017). La dispersion de la bactérie augmente avec la vitesse du vent et un faible taux d'humidité, mais la réduction des précipitations associées aux changements climatiques dans certaines régions peut réduire la concentration de cet agent pathogène en suspension dans l'air (van Leuken et coll., 2016). Il n'existe aucune étude sur les effets possibles des changements climatiques.

6.3.3 Maladies infectieuses transmises directement d'une personne à une autre

La présente section est axée sur le sous-ensemble d'infections qui sont transmises directement d'une personne à une autre. La transmission directe peut être définie comme la transmission d'un agent infectieux entre des personnes par contact direct ou par des gouttelettes respiratoires plutôt que par des aliments, l'eau ou des arthropodes vecteurs. Le contact direct se produit par contact peau à peau, tandis que la propagation par les gouttelettes fait référence aux aérosols relativement gros et de courte portée produits par les éternuements et la toux ou en parlant (Dicker et coll., 2012). Les infections transmises directement causent un large éventail de maladies, et de nombreuses caractéristiques de la population humaine – comme l'évolution de la démographie et des comportements humains, les modèles de connectivité et le respect des recommandations en matière de santé publique (p. ex., vaccination contre la grippe) – ont un effet sur le fardeau de ces maladies au sein de la population (Heesterbeek et coll., 2015).

Le taux de reproduction de base (R_0) (c.-à-d. le nombre de cas secondaires causés par un cas de maladie primaire au sein d'une population totalement vulnérable et en l'absence d'intervention) est une mesure importante de la transmissibilité (Pandemic Influenza Outbreak Research Modelling Team, 2009). Dans le cas des agents pathogènes transmis directement, le R_0 est fonction de la durée de l'infection, du taux de contact effectif d'une personne infectée et de la « contagiosité » d'un cas individuel (Pandemic Influenza Outbreak Research Modelling Team, 2009). Si l'un ou l'autre de ces facteurs est modifié directement ou indirectement par les changements climatiques, il en résultera un changement dans l'épidémiologie des maladies. L'augmentation du R_0 peut alourdir le fardeau des maladies endémiques et accroître les risques d'éclosion et d'émergence de maladies. En fait, les impacts des changements climatiques sur l'habitat humain, la productivité agricole, les conflits, les moyens de subsistance et la stabilité politique entraîneront probablement des déplacements de populations et des modifications des schémas de mélange de populations qui auront des répercussions sur les maladies transmissibles; le lien entre les conflits humains, les déplacements de populations, les migrations à grande échelle et les maladies transmissibles a été démontré à maintes reprises dans un passé proche et lointain (Rabaan, 2019). Ces impacts de deuxième

et de troisième ordre des changements climatiques sur les maladies transmissibles peuvent éclipser les changements de premier ordre dans l'épidémiologie en raison des impacts sur les hôtes et les agents pathogènes.

De nombreuses études ont cerné les impacts des conditions météorologiques et climatiques sur les maladies infectieuses transmises directement d'une personne à une autre, mais les études qui tentent d'analyser explicitement les effets des changements climatiques font défaut. Seuls les effets pour la maladie mains-pieds-bouche (MMPB) ont été étudiés jusqu'à maintenant, et aucun effort n'a été déployé pour attribuer les changements survenus dans l'incidence de la maladie aux changements climatiques récents.

Un indicateur possible de la modification liée aux facteurs climatiques de l'épidémiologie des maladies transmissibles directement est leur saisonnalité. La saisonnalité de ces infections est bien connue et a fait son chemin dans le langage courant (p. ex., « saison de la grippe »). Si les mécanismes qui sous-tendent le caractère saisonnier des maladies transmissibles restent mal compris (Fisman, 2007; Greer et coll., 2008; Fisman, 2012), un nombre croissant d'ouvrages ont cherché à distinguer la contribution des facteurs environnementaux à la transmission des maladies de celle d'autres facteurs saisonniers, tels que les comportements humains saisonniers (fréquentation scolaire, vacances et rassemblement à l'intérieur) et les facteurs neuro-endocriniens (p. ex., mélatonine, vitamine D) (Dowell, 2001). De nombreux agents pathogènes viraux et bactériens, en particulier ceux qui causent une infection respiratoire et gastro-intestinale, présentent une saisonnalité marquée dans des climats tempérés comme celui du Canada, ce qui indique que les facteurs environnementaux sont d'importants déterminants du risque de maladie, et que les changements environnementaux peuvent entraîner des changements importants dans l'épidémiologie des maladies.

6.3.3.1 Infections respiratoires

Les infections respiratoires sont le facteur qui contribue le plus au fardeau global de la maladie dans le monde (Ferkol et Schraufnagel, 2014); elles représentaient la troisième cause de décès dans le monde en 2015 (Global Burden of Disease, 2015; Mortality and Causes of Death Collaborators, 2016). À cela s'ajoute maintenant la COVID-19; toutefois, à ce jour, il n'y a aucune preuve de l'incidence des conditions météorologiques et climatiques sur l'émergence et la propagation de cette maladie. Les maladies respiratoires transmissibles comprennent les maladies causées par des agents pathogènes viraux et bactériens. Pour de nombreuses maladies respiratoires d'origine virale, comme la grippe, un large éventail de manifestations sont courantes; la plupart des gens souffrent d'une maladie légère à modérée qui guérit sans traitement. Toutefois, une proportion de la population sera plus gravement malade ou développera une infection bactérienne secondaire qui nécessitera une hospitalisation. On estime qu'au Canada, une moyenne de 12 200 hospitalisations (Schanzer et coll., 2006; Schanzer et coll., 2008; Schanzer et coll., 2013a; Schanzer et coll., 2013b) et environ 3 500 décès sont imputables à la grippe chaque année (Schanzer et coll., 2013b). Les infections respiratoires graves sont plus fréquentes aux extrêmes d'âge (jeune et vieux) (Ampofo et coll., 2006; Schanzer et coll., 2006; Schanzer et coll., 2008; Schanzer et coll., 2013a; Schanzer et coll., 2013b).

Dans les régions tempérées, des infections respiratoires virales, comme la grippe et le virus respiratoire syncytial (VRS), peuvent se produire tout au long de l'année, mais on observe un pic épidémique saisonnier pendant les mois d'hiver (Thompson et coll., 2006; Rohr et coll., 2011). Le caractère saisonnier prévisible des infections respiratoires virales hivernales a amené les chercheurs à évaluer si les conditions

environnementales pouvaient influencer sur le moment de l'apparition ou la gravité des épidémies saisonnières de grippe. Certaines données indiquent que la baisse de l'humidité absolue (Shaman et coll., 2010), la baisse de la température (Earn et coll., 2012; Skog et coll., 2014), ou les deux (Chattopadhyay et coll., 2018) peuvent déclencher le début de la saison de la grippe dans les pays tempérés. La baisse des températures et la diminution de l'humidité absolue peuvent également accroître la transmissibilité de la grippe et des maladies semblables pendant les épidémies (Tang et coll., 2010; Roussel et coll., 2016; Caini et coll., 2018).

La gravité des saisons de la grippe est réduite en présence de fortes conditions du phénomène El Niño-oscillation australe (Viboud et coll., 2004; Choi et coll., 2006), ce qui fournit d'autres données probantes qui étayent la sensibilité au climat. Cette inversion thermique dans l'océan Pacifique est associée à des conditions inhabituellement chaudes et pluvieuses semblables à celles prévues dans les scénarios de changements climatiques (Fisman et coll., 2016). Compte tenu de l'augmentation apparente de la transmission de la grippe par temps froid, on pourrait s'attendre à ce que les changements climatiques aient pour effet de réduire le fardeau de la maladie associée aux infections respiratoires virales. Cependant, les effets du climat sur l'épidémiologie de la grippe peuvent dépendre de l'échelle temporelle. Une analyse du climat et des épidémies de grippe saisonnière antérieures aux États-Unis de 1997 à 2013 a révélé que des hivers doux étaient associés à des épidémies précoces et graves au cours de l'année suivante (Towers et coll., 2013). La diminution de la transmission de la grippe au cours d'une saison donnée peut donner lieu à une hausse du nombre de personnes vulnérables et, par conséquent, à une épidémie de grippe plus explosive au cours de la saison suivante. En outre, il a été suggéré que l'augmentation des températures mondiales pourrait causer un accroissement du taux de diversification de la grippe, ce qui pourrait diminuer l'immunité protectrice et donner lieu à des pandémies de grippe plus fréquentes (Gatherer, 2010).

Plusieurs agents pathogènes respiratoires humains bactériens importants présentent un caractère saisonnier stéréotypé. Les infections à *Streptococcus pneumoniae* et à *Neisseria meningitidis*, qui peuvent être causées en partie par un risque accru en raison d'une grippe antérieure et d'une infection par le VRS, sont plus courantes en hiver (Tuite et coll., 2010; Kuster et coll., 2011). Des impacts environnementaux directs sur ces infections sont également possibles. Les infections pneumococciques invasives ont tendance à être fortement saisonnières dans les climats tempérés, ce qui entraîne des corrélations causales avec le froid (Cilloniz et coll., 2017). Cependant, il a été suggéré que la diminution du rayonnement UV hivernal, qui est moins susceptible d'être touché par les changements climatiques que les régimes de température ou de précipitations, pourrait expliquer cette saisonnalité hivernale (White et coll., 2009). Des travaux de modélisation plus récents indiquent que la saisonnalité des infections pneumococciques peut être complexe et déterminée par les recouvrements entre les profils de contact de la population, les conditions météorologiques hivernales et les infections respiratoires virales prédisposantes (Domenech de Cellès et coll., 2019). Les infections à méningocoques ont toujours été très saisonnières en Afrique subsaharienne, l'apparition de l'épidémie étant liée à la période des vents de Harmattan (Sultan et coll., 2005). Dans les régions tempérées, l'incidence des infections invasives à méningocoques atteint souvent un sommet à la fin de l'hiver ou au début du printemps (Rosenstein et coll., 2001; Lindsay et coll., 2002; Brachman et Abrutyn, 2009). Cependant, les liens avec les facteurs environnementaux, bien qu'ils soient déterminés dans des régions individuelles, ne sont pas les mêmes d'une région à l'autre (Collier, 1992; Lindsay et coll., 2002; Sultan et coll., 2005; Michele et coll., 2006; Kinlin et coll., 2009). On prévoit que la fréquence accrue des événements météorologiques extrêmes, y compris les chutes de pluie abondantes, accompagnera les changements climatiques, et l'augmentation des maladies respiratoires a été associée à l'exposition aux eaux de crue (De

Man et coll., 2016). Toutefois, il est probable que ces maladies soient imputables à des agents pathogènes d'origine environnementale (p. ex., *Legionella*, tel qu'il est décrit ci-dessous) et à des agents pathogènes d'origine hydrique, qui sont abordés ailleurs dans le présent rapport (voir le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau).

6.3.3.2 Infections gastro-intestinales

Comme pour les infections virales respiratoires, les infections virales du tractus gastro-intestinal sont très saisonnières. Les infections entériques, y compris l'échovirus, les virus coxsackie A et B, et, avant qu'il ne soit maîtrisé, le poliovirus, sont associés à des éclosions à la fin de l'été et au début de l'automne dans les pays tempérés (Moore, 1982). Les norovirus et les rotavirus sont courants en hiver (Greer et coll., 2009; Patel et coll., 2013). Les entérovirus sont habituellement transmis par voie fécale-orale et peuvent causer des maladies reconnaissables, notamment la MMPB, les infections neuroinvasives (p. ex., paralysie flasque aiguë) et des syndromes aspécifiques, y compris la méningite virale, l'encéphalite, la myocardite, la gastroentérite et la conjonctivite. Les norovirus et les rotavirus sont associés à la gastroentérite et les norovirus, en particulier, peuvent causer d'importantes éclosions de sources ponctuelles, y compris celles qui surviennent dans des milieux fermés comme les navires de croisière et les établissements de soins de longue durée (Rajagopalan et Yoshikawa, 2016; Mouchtouri et coll., 2017).

Les mécanismes qui sous-tendent la saisonnalité des infections aux entérovirus ne sont pas entièrement compris. Cependant, Dowell (2001) a souligné que le caractère saisonnier de la poliomyélite devient plus évident avec la distance par rapport à l'équateur, et qu'il ne paraît pas dans les régions périéquatoriales, ce qui laisse entendre que les changements saisonniers des conditions météorologiques sont des facteurs clés de la saisonnalité des entérovirus. Il a été suggéré que la température module la reproduction et la survie des particules virales, et que l'humidité modifie la fixation des particules virales aux gouttelettes d'eau, facilitant ainsi la transmission (Patz et coll., 2005; Wong et coll., 2010). Conformément à ces hypothèses, des températures élevées ont été associées à un risque accru de MMPB dans plusieurs pays d'Asie (e.g., Hii et coll., 2011; Onozuka et Hashizume, 2011), une à deux semaines plus tard. Alors que certaines études semblent montrer que le lien entre la température et le risque de maladie est linéaire (Hii et coll., 2011; Wang et coll., 2016), ou associé à des températures quotidiennes maximales élevées (Sumi et coll., 2017), d'autres semblent révéler des liens non linéaires plus complexes entre le risque et la température (Kim et coll., 2016; Liao et coll., 2016; Zhao et coll., 2018).

L'augmentation de l'humidité relative et des précipitations a également été associée à un risque élevé de MMPB dans la plupart des études (Hii et coll., 2011; Onozuka et Hashizume, 2011; Zhao et coll., 2017), l'humidité pouvant moduler les effets de la température (Kim et coll., 2016; Sumi et coll., 2017). Il a été avancé que les événements de précipitations extrêmes pourraient accroître le risque de MMPB (Cheng et coll., 2014; Yu et coll., 2019). Tel qu'il est susmentionné, la combinaison d'une température plus élevée et de fortes pluies est liée au phénomène El Niño-oscillation australe, et ce phénomène entraîne des augmentations à court terme des cas de MMPB en Chine. Ces observations ont permis de paramétrer des modèles mathématiques qui semblent indiquer une augmentation de 5 % de l'incidence de la MMPB en Chine d'ici 2090, ce qui représenterait un accroissement substantiel du fardeau de la maladie (Zhao et coll., 2018). Si de telles estimations s'appliquent aux infections entérovirales de façon générale, cela pourrait également présenter

une augmentation des manifestations actuellement rares, mais graves, de maladies causées par des entérovirus, telles que les infections neuroinvasives et la myocardite.

La hausse des températures et les conditions humides associées aux changements climatiques pourraient donc engendrer une incidence plus forte des maladies entériques endémiques à l'échelle mondiale ainsi qu'une augmentation de la fréquence des épidémies, et favoriser l'émergence de souches d'entérovirus dans de nouvelles régions géographiques en faisant passer le R_0 au-delà du seuil de transmission soutenue de personne à personne. En effet, avec l'émergence récente de la paralysie flasque aiguë due aux entérovirus non poliomyélitiques en Amérique du Nord, y compris au Canada, il est possible que nous assistions actuellement à un phénomène semblable en tout point (Hassel et coll., 2015; Holm-Hansen et coll., 2016; Suresh et coll., 2018). Les vaccins candidats contre l'entérovirus EV-71, un agent important de la MMPB fortement associé aux maladies neuroinvasives, sont en cours de développement; ils ne sont toutefois pas encore disponibles pour utilisation en Amérique du Nord (Zhu et coll., 2014).

Contrairement aux entérovirus, les norovirus et les rotavirus causent la gastroentérite hivernale en Amérique du Nord (Greer et coll., 2009; Patel et coll., 2013). En Espagne, le temps exceptionnellement froid a été associé à un risque accru d'hospitalisations attribuables au rotavirus (Morral-Puigmal et coll., 2018). Bien que le rotavirus soit hautement transmissible de personne à personne, les réservoirs environnementaux (en particulier l'eau) peuvent être importants pour la propagation, et la baisse de la température de l'eau retarde la désintégration du virus dans l'environnement (voir le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau). Des conditions froides et sèches ont également été associées à l'activité des norovirus en Angleterre et au pays de Galles (Lopman et coll., 2009). Par conséquent, le réchauffement climatique au Canada pourrait réduire l'incidence de certains de ces agents pathogènes viraux.

6.3.4 Maladies infectieuses acquises par inhalation à partir de sources environnementales

Les maladies infectieuses les plus connues chez les humains, qui ont des sources environnementales autres que les humains infectés, les réservoirs d'animaux ou les arthropodes vecteurs, sont la légionellose et la cryptococcose. Ces types d'infections sont causés par des bactéries et des champignons qui persistent dans les sols et l'eau et qui infectent les humains par inhalation après avoir été aérosolisés ou aéroportés dans la poussière. Pour toutes ces infections, bien qu'il y ait eu des études visant à déterminer les effets des conditions météorologiques et climatiques sur leur occurrence, peu d'études ont été menées pour évaluer les impacts potentiels des changements climatiques. Le texte principal fournit des détails sur les agents pathogènes, les maladies qu'ils causent et leur sensibilité aux conditions météorologiques et climatiques, tandis que les effets potentiels des changements climatiques sont décrits dans l'encadré 6.5, l'encadré 6.6, l'encadré 6.7, l'encadré 6.8 et l'encadré 6.9.

6.3.4.1 Légionellose

L'infection par les bactéries *Legionella* cause la légionellose, qui se présente comme la maladie du légionnaire, la fièvre de Pontiac ou une infection asymptomatique. La maladie du légionnaire se manifeste par une

pneumonie (Stout et Yu, 1997), est souvent grave et peut se transformer en insuffisance respiratoire et défaillance de multiples organes avec un taux de mortalité de 11 % à 25 % (Marston et coll., 1994; Stout et Yu, 1997). La fièvre de Pontiac est plus légère et se caractérise par la fièvre, la fatigue, la myalgie et les maux de tête, avec ou sans toux (Tossa et coll., 2006), et les patients se rétablissent après deux à cinq jours sans traitement. Les personnes à risque accru de légionellose comprennent les personnes âgées, les hommes, les fumeurs et celles qui ont des problèmes sous-jacents comme l'immunosuppression, une maladie pulmonaire chronique, le diabète et le cancer (Marston et coll., 1994; Stout et Yu, 1997).

Les bactéries *Legionella* sont présentes naturellement dans l'eau douce et le sol et se multiplient dans les protozoaires présents dans l'environnement. Elles deviennent un risque pour la santé humaine lorsqu'elles se multiplient dans l'eau entre 25 °C et 42 °C et qu'elles sont aérosolisées et inhalées dans les poumons (Fields et coll., 2002; OMS, 2007). L'infection par *Legionella pneumophila* (qui cause plus de 70 % des infections humaines) est contractée par inhalation d'aérosols provenant de systèmes d'eau douce dans les maisons ou dans la collectivité (p. ex., tours de refroidissement, spas, pommes de douche, fontaines) (OMS, 2007). La transmission se produit également dans les établissements de soins en raison d'une combinaison de facteurs de risque présents chez les résidents ou les patients et d'une conception et d'un entretien inadéquats de l'infrastructure du bâtiment (Silk et coll., 2013). L'infection de certaines espèces se produit par contact direct ou par aérosolisation de sols ou de compost contaminés (OMS, 2007; Picard-Masson et coll., 2016).

En tant que bactérie présente dans l'environnement, la *Legionella* est sensible aux facteurs climatiques. La légionellose montre une forte saisonnalité, avec une incidence plus élevée à la fin de l'été et au début de l'automne (Simmering et coll., 2017; Alarcon Falconi et coll., 2018). On observe également des différences régionales, qui peuvent être associées à des facteurs climatiques (Beauté et coll., 2016; Simmering et coll., 2017). L'association avec des facteurs climatiques la plus constante et la plus forte a été signalée entre la légionellose et les précipitations. Plusieurs études menées en Amérique du Nord, en Asie et en Europe ont révélé un accroissement du risque de légionellose sporadique à la suite de précipitations de pluie (Fisman et coll., 2005; Hicks et coll., 2007; Garcia-Vidal et coll., 2013). Le risque est plus grand de deux à onze jours après la pluie (Fisman et coll., 2005; Chen et coll., 2014b; Beauté et coll., 2016;) et suit un rapport de multiplication de 2,5 à 2,6 fois l'incidence pour chaque 5 mm à 1 cm de pluie (Hicks et coll., 2007; Chen et coll., 2014b) ou de 2,1 à 2,5 fois comparativement aux périodes sans pluie (Fisman et coll., 2005; Beauté et coll., 2016). Cela peut s'expliquer par le fait que les précipitations peuvent augmenter le ruissellement qui entraîne des nutriments et des protozoaires dans les sources d'eau, ce qui peut accroître la répllication des bactéries *Legionella* en plus d'augmenter la turbidité et la quantité de matière organique et réduire ainsi l'efficacité de la désinfection de l'eau (Fisman et coll., 2005).

Dans les zones tempérées, on a également constaté que les températures plus chaudes augmentaient le risque de légionellose (Fisman et coll., 2005; Hicks et coll., 2007; Conza et coll., 2013; Halsby et coll., 2014; Beauté et coll., 2016; Simmering et coll., 2017). Une hausse de 1 °C a été associée à une augmentation du risque de 2,8 % à 7 % (Fisman et coll., 2005; Hicks et coll., 2007; Conza et coll., 2013), et le risque survient après un décalage de trois à neuf semaines (Halsby et coll., 2014; Beauté et coll., 2016). Cependant, une étude (Beauté et coll., 2016) a montré que le risque pourrait diminuer à des températures plus élevées (supérieures à 20 °C). Enfin, une humidité relative et une pression de vapeur plus élevées ont été associées au risque de légionellose (Fisman et coll., 2005; Conza et coll., 2013; Gleason et coll., 2016; Simmering et coll., 2017). Une humidité plus élevée a été associée positivement aux cas de légionellose (Gleason et coll., 2016).



Simmering et coll. (2017) ont révélé que la température et l'humidité interagissent; le risque le plus élevé se situait entre 16 °C et 27 °C, avec une humidité relative supérieure à 70 %. En résumé, le risque de légionellose semble augmenter après un temps plus chaud et plus humide (Chen et coll., 2014a; Halsby et coll., 2014), car les milieux chauds et humides favorisent la croissance des bactéries *Legionella* et son aérosolisation.

Encadré 6.5 Effets des changements climatiques sur le risque de légionellose et données probantes connexes

Effets prévus des changements climatiques :

Aucune étude n'a évalué directement les impacts des changements climatiques sur la légionellose. Toutefois, compte tenu de sa sensibilité connue au climat et aux conditions météorologiques, on pourrait s'attendre à de tels impacts. L'augmentation de la fréquence des épisodes de fortes précipitations pourrait accroître le risque, tandis que la hausse de la température pourrait s'accompagner d'un accroissement des activités humaines extérieures et de l'utilisation de dispositifs d'aérosolisation de l'eau comme les abreuvoirs et les climatiseurs, qui sont des sources de l'infection par les bactéries *Legionella* (Sakamoto et coll., 2009; Beauté et coll., 2016). Toutefois, il semble que le risque puisse atteindre un sommet à un certain seuil de température et commencer à diminuer (20 °C) (Beauté et coll., 2016). Les températures extrêmes jumelées à des étés secs dans certaines régions du Canada peuvent réduire le risque de contracter la légionellose.

Données probantes sur les impacts des changements climatiques :

L'incidence de la légionellose a augmenté dans de nombreux pays depuis les vingt dernières années (Neil et Berkelman, 2008; Beauté, 2017; Centre européen de prévention et de contrôle des maladies, 2018). Au Canada, l'incidence a augmenté, passant de 0,13 pour 100 000 habitants en 2004 à 0,87 pour 100 000 habitants en 2016 (gouvernement du Canada, 2019d), ce qui correspond à un facteur de multiplication de plus de six. Bien qu'il soit possible que les changements climatiques récents aient été un facteur, d'autres causes plausibles comprennent l'utilisation généralisée de tests diagnostiques plus sensibles et une infrastructure et une population vieillissantes (Beauté, 2017; Alarcon Falconi et coll., 2018; Centre européen de prévention et de contrôle des maladies, 2018).

6.3.4.2 Infection à *Cryptococcus gattii*

Le *Cryptococcus gattii* est un champignon présent dans l'environnement qui peut infecter les humains ainsi que de nombreuses espèces animales (Chen et coll., 2014b). Il se trouve dans le sol et les débris d'arbres, mais il peut aussi se trouver dans l'air, l'eau douce et l'eau salée, de même que sur les véhicules et les fomites – des objets ou des matériaux comme des vêtements, des ustensiles et des meubles qui sont susceptibles de propager une infection (Kidd et coll., 2007a). Ses spores présentes au sol ou sur les arbres sont aérosolisées et transportées vers d'autres sites ou inhalées par les humains et les animaux (Kidd et coll., 2007b). Chez les humains, les spores inhalées se retrouvent dans les poumons où elles causent une pneumonie ou des nodules pulmonaires. Elles peuvent être transportées dans la circulation sanguine, en particulier vers le système nerveux central où elles causent une méningite ou des nodules cérébraux (Chen et coll., 2014b) (figure 6.7). Le taux de mortalité est élevé, à savoir 23 % (Phillips et coll., 2015). Les personnes les plus à risque d'infection comprennent les personnes âgées de plus de 50 ans, les fumeurs et les personnes atteintes d'une maladie pulmonaire chronique, de même que celles qui sont immunodéprimées ou qui suivent un traitement immunosuppresseur (MacDougall et coll., 2011).

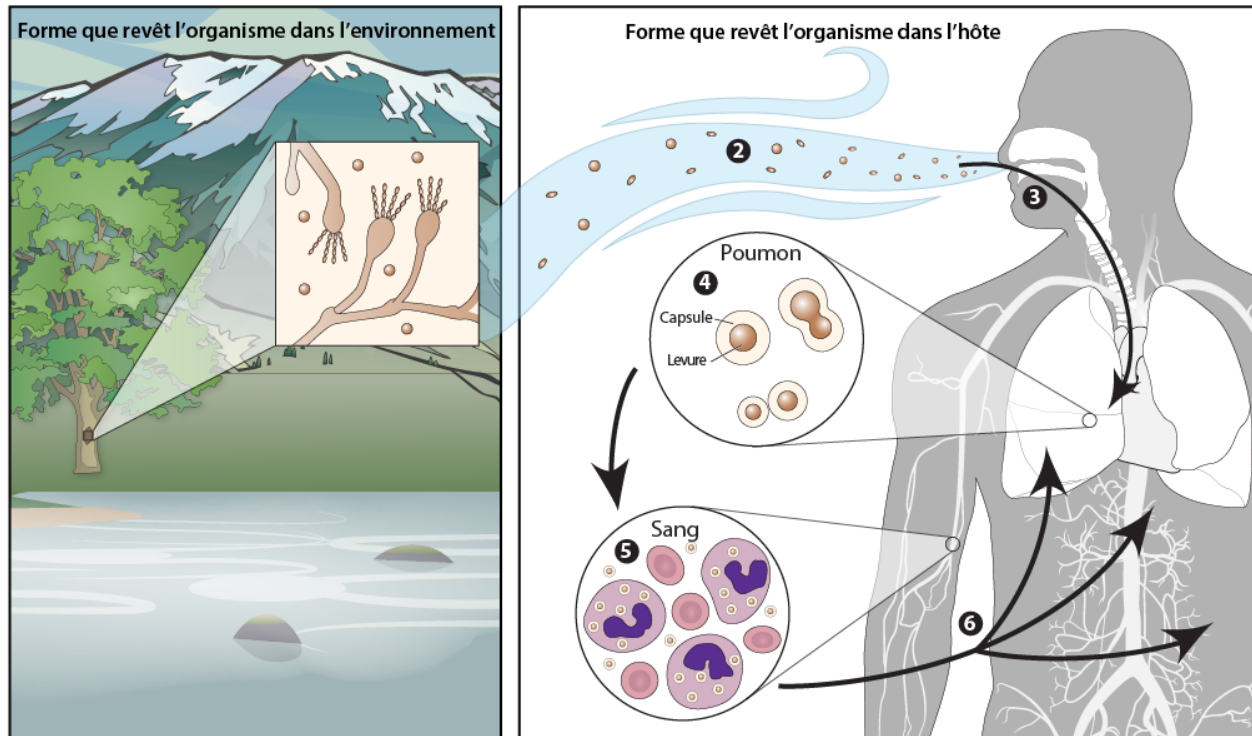


Figure 6.7 Biologie de *Cryptococcus gattii*. *Cryptococcus gattii* vit sous forme de levure dans l'environnement (1), habituellement en association avec certains arbres ou sols autour des arbres. Les humains et les animaux peuvent être infectés par *C. gattii* après avoir inhalé des cellules de levure ou des spores déshydratées en suspension dans l'air (2), qui traversent les voies respiratoires et pénètrent dans les poumons de l'hôte (3). En raison de leur petite taille, la levure et les spores peuvent se loger profondément dans le tissu pulmonaire. L'environnement à l'intérieur du corps hôte signale à *C. gattii* de se transformer en sa forme de levure, et les cellules développent d'épaisses capsules en vue de se protéger (4). Les levures se divisent et se multiplient ensuite par bourgeonnement. Après avoir infecté les poumons, les cellules de *C. gattii* peuvent circuler dans le sang (5) – seules ou dans les cellules macrophages – et infecter d'autres régions du corps, généralement le système nerveux central (6). Source : CDC des États-Unis, 2020.

Le *Cryptococcus gattii* est présent dans le monde entier. Il est apparu pour la première fois au Canada en 1999, sur l'île de Vancouver, lorsqu'il a causé une éclosion chez des animaux et des humains en bonne santé (Fyfe et coll., 2008). Depuis, son incidence a augmenté pour atteindre un état stable de 0,2 à 0,5 cas pour 100 000 habitants en Colombie-Britannique (BCCDC, 2019). Depuis 2004, le champignon est présent dans l'environnement et chez les humains et les animaux dans la partie continentale de la Colombie-Britannique et dans les États voisins de Washington et de l'Oregon (MacDougall et coll., 2007). On ne sait pas trop si l'aire de répartition du *C. gattii* s'est élargie ou s'il était déjà présent dans ces régions (Roe et coll., 2018). Très peu de cas canadiens acquis localement ont été signalés à l'extérieur de la Colombie-Britannique, à l'exception de deux cas chez l'humain au Québec en 2008 et en 2015 (St-Pierre et coll., 2018) et d'un cas dans un chevreuil en Nouvelle-Écosse en 2014 (Overy et coll., 2016).

En tant que champignon présent dans l'environnement, le *C. gattii* est sensible aux facteurs climatiques. L'humidité, la température, les précipitations, l'évaporation et le rayonnement solaire influent tous sur la présence du *C. gattii* dans l'environnement (Granados et Castañeda, 2006; Kidd et coll., 2007b). Un modèle de niche écologique utilisé en Colombie-Britannique décrit les zones dont les conditions environnementales favorisent l'établissement du *C. gattii* comme étant celles de faible altitude, ayant une température quotidienne moyenne supérieure à 0 °C en janvier, et situées dans deux zones climatiques côtières de la Colombie-Britannique où les hivers sont doux et humides et les étés sont chauds et secs (Mak et coll., 2010). Les données d'échantillonnage environnemental en Colombie-Britannique ont révélé que les concentrations du *C. gattii* dans les échantillons d'air étaient plus élevées durant les mois d'été, lorsque les conditions sont chaudes et sèches et que l'humidité relative est faible (Kidd et coll., 2007b).

Encadré 6.6 Effets des changements climatiques sur le risque d'infection par *Cryptococcus gattii* et données probantes connexes

Effets prévus des changements climatiques :

Le réchauffement et l'augmentation des précipitations peuvent accroître l'aire de répartition géographique du *C. gattii* et la population exposée au Canada, étant donné l'association de ce champignon avec des températures supérieures au point de congélation et des habitats humides. Cependant, dans les régions où la température devient très élevée, il est possible que la concentration de spores dans l'environnement et le risque pour les humains diminuent. De fortes précipitations pourraient réduire la propagation par aérosols et les concentrations dans l'air, ce qui diminuerait le risque pour les humains. À ce jour, aucune étude n'a évalué directement les impacts des changements climatiques sur le *C. gattii* (Acheson et coll., 2018).

Données probantes sur les impacts des changements climatiques :

Comme il a d'abord été décrit dans les régions tropicales, on a d'abord cru que le *C. gattii* était uniquement présent dans les climats tropicaux ou subtropicaux (Kwon-Chung et Bennett, 1984), et que son émergence en Colombie-Britannique était possiblement associée aux changements climatiques. On croit maintenant qu'il est originaire d'Amérique du Sud (Souto et coll., 2016) et qu'il a été largement distribué dans de nombreuses régions tropicales et tempérées dans les années qui ont précédé et suivi sa première apparition sur l'Île de Vancouver (Acheson et coll., 2019). Il aurait été introduit simultanément dans de nombreuses régions de la côte nord-ouest de l'Amérique du Nord il y a 60 à 100 ans par l'intermédiaire de l'humain (Roe et coll., 2018). La raison pour laquelle il a émergé comme agent pathogène chez les humains et les animaux en Amérique du Nord à la fin des années 1990 demeure incertaine, mais les changements climatiques et ceux liés à l'aménagement du territoire sont des causes possibles (Acheson et coll., 2018). L'apparition plus récente de cas au Québec et en Nouvelle-Écosse aurait aussi pu être favorisée par un climat en évolution, à la suite de l'introduction par l'humain (Roe et coll., 2018).

La réaction aux facteurs climatiques et à d'autres facteurs environnementaux varie à l'échelle mondiale et peut dépendre en partie de l'endroit où l'on prélève des échantillons du *C. gattii* (c.-à-d. l'air, le sol ou les arbres), du type de souche et d'autres facteurs. Le vent augmente l'aérosolisation du sol et favorise la propagation (Uejio et coll., 2015). Les chutes de pluie abondantes ou l'humidité peuvent causer le dépôt des spores présentes dans l'air (Kidd et coll., 2007b), bien que, dans la plupart des régions, le *C. gattii* soit plus susceptible d'être isolé des arbres pendant la saison des pluies, ce qui porte à croire qu'il est plus abondant à ce moment-là (Uejio et coll., 2015). En Colombie-Britannique, la quantité de *C. gattii* isolé à partir des arbres et sa concentration dans le sol sont plus faibles lorsque les températures sont plus élevées, mais dans d'autres parties du monde, la fréquence d'isolement était la plus forte à des températures très élevées (Uejio et coll., 2015). Les spores de *C. gattii* peuvent résister à un fort rayonnement solaire, de sorte qu'il est peu probable que les conditions estivales avec des températures élevées et un taux d'isolement élevé empêchent le *C. gattii* de survivre (Rosas et Casadevall, 2006).

6.3.4.3 Blastomycose

Le *Blastomyces dermatitidis* est un champignon dimorphique présent dans le sol humide et la végétation en décomposition. La transmission se produit de l'environnement aux humains et aux autres animaux par aérosolisation et inhalation (Castillo et coll., 2016). Les spores inhalées dans les poumons causent une blastomycose pulmonaire caractérisée par la toux, la fièvre et l'essoufflement (McBride et coll., 2017). La levure peut être transportée par le sang vers d'autres organes et l'infection cutanée peut se produire par inoculation directe (Castillo et coll., 2016). Le taux de mortalité est élevé (entre 5 % et 20 %), probablement en raison d'un diagnostic tardif, en particulier dans les régions moins endémiques (Crampton et coll., 2002; Dalcin et Ahmed, 2015). L'infection est traitée avec des antifongiques (Castillo et coll., 2016). La période d'incubation est habituellement d'un à trois mois, et les cas surviennent principalement chez les personnes immunodéprimées, les fumeurs et les personnes atteintes de maladies sous-jacentes qui présentent un risque plus élevé d'infection et de mortalité (Crampton et coll., 2002; Dalcin et Ahmed, 2015; Castillo et coll., 2016; McBride et coll., 2017). Les personnes sont plus à risque d'être exposées pendant les activités de plein air comme la chasse et le camping (Crampton et coll., 2002). La plupart des cas sont sporadiques, mais les activités qui perturbent le sol (p. ex., construction, déforestation, activités de plein air) et l'exposition aux berges de rivière ont été associées à des éclosions de sources ponctuelles (Baumgardner et Burdick, 1991; Proctor et coll., 2002; Azar et coll., 2015).

Le *Blastomyces dermatitidis* est endémique dans certaines régions du Canada, dont le sud de la Saskatchewan, le Manitoba, l'Ontario et le sud du Québec (Crampton et coll., 2002; Litvinov et coll., 2013; Lohrenz et coll., 2018). La blastomycose n'est à déclaration obligatoire qu'en Ontario et au Manitoba et peut être sous-estimée dans d'autres régions du pays. Il est hyperendémique dans le nord-ouest de l'Ontario, caractérisé par des taux élevés et persistants de maladie. La région de Kenora a les taux les plus élevés déclarés dans le monde, avec 35 hospitalisations par 100 000 habitants par année dans le nord-ouest de l'Ontario (Litvinjenko et Lunny, 2017; Brown et coll., 2018). Cette région endémique est contiguë aux régions endémiques des États américains qui bordent les rivières Mississippi et Ohio, les Grands Lacs et la voie maritime du Saint-Laurent (McBride et coll., 2017).



Le *Blastomyces* est un mycète présent dans l'environnement; sa croissance et sa dispersion dépendent donc des conditions climatiques. Les facteurs écologiques particuliers sont mal compris en partie parce que l'organisme a rarement été récupéré de l'environnement, mais le sol humide près des cours d'eau et des lacs semble être la niche privilégiée des mycètes de l'espèce *Blastomyces* (Castillo et coll., 2016). La perturbation du sol facilite l'aérosolisation (Baumgardner, 1997). On suppose que la proximité des cours d'eau et la sécheresse suivie d'une augmentation des précipitations peuvent contribuer à l'exposition des spores et faciliter leur dispersion (McDonough et coll., 1976; McTaggart et coll., 2016). Bien que le pic d'apparition de l'infection pulmonaire se situe à l'automne et à l'hiver, en raison de l'exposition pendant le temps plus chaud (Morris et coll., 2006; Light et coll., 2008; Dalcin et Ahmed, 2015; Brown et coll., 2018), peu d'études ont évalué expressément le rôle des facteurs climatiques, et des résultats variables ont été rapportés. Baumgardner et coll. (2011) ont noté un lien entre les précipitations totales, la température (températures moyennes basses pendant la saison de l'infection, mais températures maximales élevées la saison précédente) et les cas chez les canidés. Seitz et coll. (2015) ont relevé un risque plus élevé d'hospitalisations pour blastomycose lorsque la température maximale est plus basse. Proctor et coll. (2002) ont enquêté sur une éclosion qui a suivi une période de sécheresse prolongée. De même, Pfister et coll. (2011) ont déterminé qu'une sécheresse modérée à grave, suivie de précipitations supérieures à la normale et d'un réchauffement des déchets de jardin ont été associés à une éclosion au Wisconsin. Le vent peut être un facteur, car certaines éclosions ont été associées à la poussière d'excavation (Baumgardner et coll., 2011) ou à la perturbation des déchets de jardin en décomposition (Pfister et coll., 2011). Un modèle de niche écologique du Wisconsin a révélé que l'indice de végétation estivale et la proximité des voies navigables étaient les meilleurs facteurs prédictifs de l'emplacement des cas de blastomycose humaine et animale, et que les facteurs bioclimatiques ne jouaient pas un rôle important (Reed et coll., 2008).

Encadré 6.7 Effets des changements climatiques sur le risque de blastomycose et données probantes connexes

Effets prévus des changements climatiques :

Des hivers plus humides et des étés plus secs pourraient créer des conditions plus propices à la croissance et à la dispersion de *Blastomyces* dans les régions actuellement endémiques ou de nouvelles régions du Canada (Greer et coll., 2008). Toutefois, aucune étude n'a été menée jusqu'à maintenant pour évaluer directement les impacts des changements climatiques sur l'infection à *Blastomyces*.

Données probantes sur les impacts des changements climatiques :

Le *Blastomyces* est présent au Canada depuis plusieurs décennies, voire peut-être plus longtemps (Kepron et coll., 1972; Kane et coll., 1983; St-Germain et coll., 1993). Dans le nord-ouest de l'Ontario, l'incidence de la blastomycose a augmenté entre la fin des années 1990 et la période de 2006 à 2015, passant de 17 à 35 cas pour 100 000 habitants (Litvinjenko et Lunny, 2017; Brown et coll., 2018). L'incidence estimée au Québec a également augmenté entre 1988 et 2010, passant d'environ 4,4 à 10,3 cas pour 100 000 habitants (Litvinov et coll., 2013). En Saskatchewan et au Manitoba, les cas chez l'animal ont augmenté de 1999 à 2001, mais l'incidence a plafonné de 2004 à 2010 (Davies et coll., 2013). Bien que les changements climatiques aient possiblement été un facteur, des facteurs tels qu'une sensibilisation accrue et un plus grand nombre de tests diagnostiques, l'exposition accrue des humains à des zones endémiques, les changements de pathogénicité fongique ou de niche et les changements de l'aménagement du territoire ont peut-être été en cause. Fait intéressant, l'incidence de la blastomycose a augmenté dans le centre du Canada et le *C. gattii* est apparu dans l'Ouest canadien à peu près au même moment, à la fin des années 1990.

6.3.4.4 Histoplasmosse

L'histoplasmosse est causée par le champignon dimorphique *Histoplasma capsulatum*. Les spores prolifèrent dans un sol humide riche en guano de chauves-souris ou d'oiseaux le long des cours d'eau et dans les grottes. La perturbation du sol attribuable aux travaux d'excavation et de construction entraîne la production d'aérosols et un risque d'inhalation de spores. L'infection se développe de 7 à 14 jours après l'exposition. Elle est souvent asymptomatique ou cause des maladies spontanément résolutive avec fièvre, maux de tête, faiblesse, douleurs thoraciques et toux. Elle peut engendrer une infection extrapulmonaire et aussi causer une infection pulmonaire plus grave chez les personnes atteintes de maladies pulmonaires sous-jacentes ou immunodéprimées (Kauffman, 2007). L'*Histoplasma capsulatum* est endémique le long des bassins hydrographiques du Saint-Laurent et des Grands Lacs au Québec et en Ontario, dans les vallées de l'Ohio et du Mississippi aux États-Unis, et le long des voies navigables en Asie et en Amérique du Sud. Au Canada, c'est au Québec que l'on note le taux le plus élevé de maladies diagnostiquées. Dans une étude, on a recensé 58 cas au Canada sur une période de trois ans (de 1992 à 1994), 72 % ayant été signalés au Québec (Nicolle et coll., 1998). Des cas en Alberta ont été recensés pour la première fois en 2003, et depuis, on en signale quelques-uns chaque année (Anderson et coll., 2006; Alberta Health, 2018). Le champignon est sensible au

climat, préférant des températures modérées (de 18 °C à 28 °C), une humidité constante et une faible lumière (Teixeira, 2016).

Encadré 6.8 Effets des changements climatiques sur le risque d'histoplasmosse et données probantes connexes

Effets prévus des changements climatiques :

Il est possible que le réchauffement des températures accroisse le risque d'histoplasmosse et d'autres maladies fongiques (Garcia-Solache et Casadevall, 2010), mais aucune étude officielle n'a évalué les effets des changements climatiques.

Données probantes sur les impacts des changements climatiques :

Un changement dans la répartition géographique des éclosions chez l'humain a été signalé aux États-Unis, les régions dont l'environnement est adéquat s'étendant dans le bassin du Missouri, ce qui peut être imputable aux changements climatiques récents ou aux changements dans l'aménagement du territoire (Maiga et coll., 2018). Toutefois, l'Ontario n'a pas connu de changement dans l'incidence entre 1990 et 2015 (Brown et coll., 2018).

6.3.4.5 Coccidioïdomycose

La coccidioïdomycose est causée par les mycètes de l'espèce *Coccidioides* que l'on trouve dans le sol aride, y compris le *C. immitis* en Californie et le *C. posadasii* ailleurs (Maves et Crum-Cianflone, 2012). Les spores sont libérées dans l'air lorsque le sol est perturbé et peuvent être inhalées par les humains, causant la coccidioïdomycose, aussi connue sous le nom de fièvre de la vallée. La maladie a une période d'incubation d'une à trois semaines, et de nombreuses personnes demeurent asymptomatiques ou ne présentent que de légers symptômes. Environ 40 % développent une infection pulmonaire accompagnée de toux, de douleurs thoraciques, de dyspnée et de fièvre. Cette situation est habituellement spontanément résolutive et la personne guérit en quelques semaines. L'infection disséminée se produit chez 5 % des personnes et entraîne une maladie pulmonaire diffuse et chronique, une méningite ou une infection dans d'autres organes (Maves et Crum-Cianflone, 2012). Cette forme grave nécessite un traitement antifongique prolongé. Les femmes enceintes et les personnes dont l'immunité cellulaire est affaiblie, comme en raison d'une séropositivité au VIH ou d'une transplantation d'organes, sont plus à risque de développer une maladie grave. La réactivation de la maladie latente est également possible (Maves et Crum-Cianflone, 2012). L'aire de répartition géographique du mycète comprend des régions de l'Amérique du Sud et de l'Amérique centrale, le Mexique et le sud-ouest des États-Unis (Maves et Crum-Cianflone, 2012). Certaines régions de la Californie et de l'Arizona affichent les taux les plus élevés au monde. La perturbation des sols, y compris la construction, les fouilles archéologiques, les tremblements de terre et les tempêtes de vent, dans les zones désertiques endémiques sont la principale source d'exposition (Maves et Crum-Cianflone, 2012).

Encadré 6.9 Effets des changements climatiques sur le risque de coccidioïdomycose et données probantes connexes

Effets prévus des changements climatiques :

Des températures plus chaudes pourraient donner lieu à une expansion de l'aire de répartition du *Coccidioides* vers le Canada, en particulier dans les zones plus sèches du sud de la Colombie-Britannique. Des hivers humides et des étés secs pourraient créer des conditions plus propices à la croissance et à la dispersion du *Coccidioides* au Canada. Cependant, un début plus précoce de la saison des pluies ou des précipitations annuelles plus abondantes pourraient réduire le risque. À ce jour, il n'y a aucune preuve de transmission locale au Canada, bien que la région Centre-Sud de l'État de Washington partage certaines caractéristiques écologiques et climatiques avec le sud de la vallée de l'Okanagan en Colombie-Britannique, à 400 km au nord (Environmental Protection Agency, 2018). Aucune étude n'a encore évalué directement les impacts possibles des changements climatiques sur l'infection à *Coccidioides*.

Données probantes sur les impacts des changements climatiques :

Dans les régions endémiques des États-Unis, l'incidence a augmenté entre le début des années 1990 et les dernières années (Kirkland et Fierer, 1996; Sunenshine et coll., 2007; Vugia et coll., 2009). Cette augmentation a été attribuée à la croissance de la population et à la construction dans les régions endémiques, à l'accroissement du nombre de personnes immunodéprimées et à l'amélioration des méthodes de sensibilisation et de diagnostic. Cependant, il y a des données qui indiquent une expansion de l'aire de répartition vers la frontière canadienne au nord, qui peut être liée à des phénomènes climatiques, en particulier des sécheresses importantes. Cette expansion peut également avoir été causée par une exposition humaine accrue en raison de l'accroissement de la densité démographique (Litvintseva et coll., 2015). En 2010-2011, trois résidents de la région Centre-Sud de l'État de Washington qui ne se sont pas rendus dans des régions endémiques connues ont reçu un diagnostic de coccidioïdomycose (Marsden-Haug et coll., 2013). Depuis, 13 autres cas d'origine locale ont été signalés (département de santé de l'État de Washington, 2021). Des échantillons de sol prélevés en 2010 et de nouveau en 2014 dans cette région ont permis d'identifier un *Coccidioides* ayant un génotype identique à celui des échantillons de référence (Marsden-Haug et coll., 2013; Litvintseva et coll., 2015). Il s'agit de l'emplacement le plus au nord où l'on a trouvé des *Coccidioides*, ce qui appuie encore une fois l'idée d'une expansion de l'aire de répartition vers le nord.

Le *Coccidioides* spp. est affecté par des facteurs climatiques (Nguyen et coll., 2013); il a besoin d'humidité pour proliférer dans le sol, puis d'une période sèche pour produire des spores pouvant passer à l'état d'aérosol (l'hypothèse « croissance et dispersion ») (Comrie et Glueck, 2007). Le pic saisonnier des cas chez l'humain aux États-Unis se produit principalement à l'automne, après une période de mois pluvieux suivie de mois chauds et secs. On observe également une tendance cyclique avec des pics d'incidence environ tous les deux à cinq ans qui seraient associés à des sécheresses suivies de temps pluvieux (Park et coll., 2005; Tamerius et Comrie, 2011; Gorris et coll., 2018). Les températures plus chaudes sont associées à une incidence plus élevée chez les humains (Gorris et coll., 2018), et un accroissement de l'incidence est observé à la suite de grandes tempêtes de vent (Tong et coll., 2017). Cependant, l'incidence est faible dans les régions

où les précipitations annuelles moyennes sont élevées ou où le sol est très humide (comme les régions côtières) (Gorris et coll., 2018).

6.4 Adaptation en vue de réduire les risques pour la santé

Le Canada dispose déjà d'un solide système de santé publique, qui est relié aux organisations internationales de santé publique. Ensemble, ces systèmes contribuent à la préparation aux maladies infectieuses, à la surveillance, au suivi et à l'intervention en cas d'éclosion. Comme les risques de maladies infectieuses continuent de croître dans un climat en évolution, ces activités seront de plus en plus importantes pour le succès de l'adaptation. La préparation en amont et l'intervention en cas d'éclosion sont deux volets des activités de santé publique dans le contexte des maladies infectieuses émergentes et réémergentes. Ces volets comportent trois activités de santé publique principales, soit : l'évaluation des risques en vue de cerner les risques actuels et futurs; la surveillance des risques connus ou des éventuels risques émergents cernés dans les évaluations des risques; et les interventions visant à prévenir et à contrôler les maladies infectieuses. Ces trois activités sont examinées individuellement, mais en pratique, elles devraient être étroitement liées; les évaluations des risques guident la mise en œuvre rationnelle des activités de surveillance qui, à leur tour, déclenchent des interventions pour protéger le public lorsqu'un aléa est détecté (figure 6.8). Les mesures visant à protéger la santé doivent être robustes et coordonnées pour contrer les risques accrus de maladies infectieuses imputables aux changements climatiques. De plus, étant donné que bon nombre des maladies infectieuses émergentes ou réémergentes impliquent des zoonoses transmises directement ou par vecteur, l'approche « Un monde, une santé » (aussi connu sous le nom d'Une seule santé), qui tient compte des interactions entre les facteurs humains, animaux et environnementaux dans la transmission, l'émergence et la réémergence des maladies, est nécessaire à l'élaboration d'interventions efficaces (Ogden et coll., 2017; Ogden et coll., 2019).

En général, le Canada et d'autres pays à revenu élevé pourraient être considérés comme bien placés pour réagir aux maladies infectieuses émergentes et réémergentes grâce à de solides institutions internationales de surveillance et d'intervention, telles que : le Règlement sanitaire international (RSI) de l'OMS (OMS, 2019c); le Réseau mondial d'alerte et d'action en cas d'épidémie (OMS, 2019d); et le système de soins de santé et les institutions de santé publique au Canada. Le système de santé publique canadien s'articule autour du partenariat fédéral-provincial-territorial qu'est le Réseau pancanadien de santé publique (Réseau pancanadien de santé publique, 2016), qui est coordonné par l'ASPC du gouvernement fédéral. Ce système est appuyé par des établissements d'enseignement et des entreprises de grande qualité au Canada qui peuvent faciliter l'innovation et les réponses aux menaces des maladies infectieuses émergentes. Le Canada est un chef de file pour ce qui est de l'approche « Un monde, une santé » (ou « Une seule santé ») dans les établissements fédéraux, provinciaux et universitaires, et cette approche est mise en œuvre de façon systématique pour composer avec ces menaces (gouvernement du Canada, 2013; INSPQ, 2018a; CPHAZ, 2019; GREZOSP,

2019; Ogden et coll., 2019). En dépit de cette capacité, il y a beaucoup d'inconnues à l'horizon et, comme il a été constaté avec la COVID-19, même les systèmes de santé publique les mieux préparés peuvent être se retrouver dans une position très précaire en raison des maladies infectieuses émergentes.

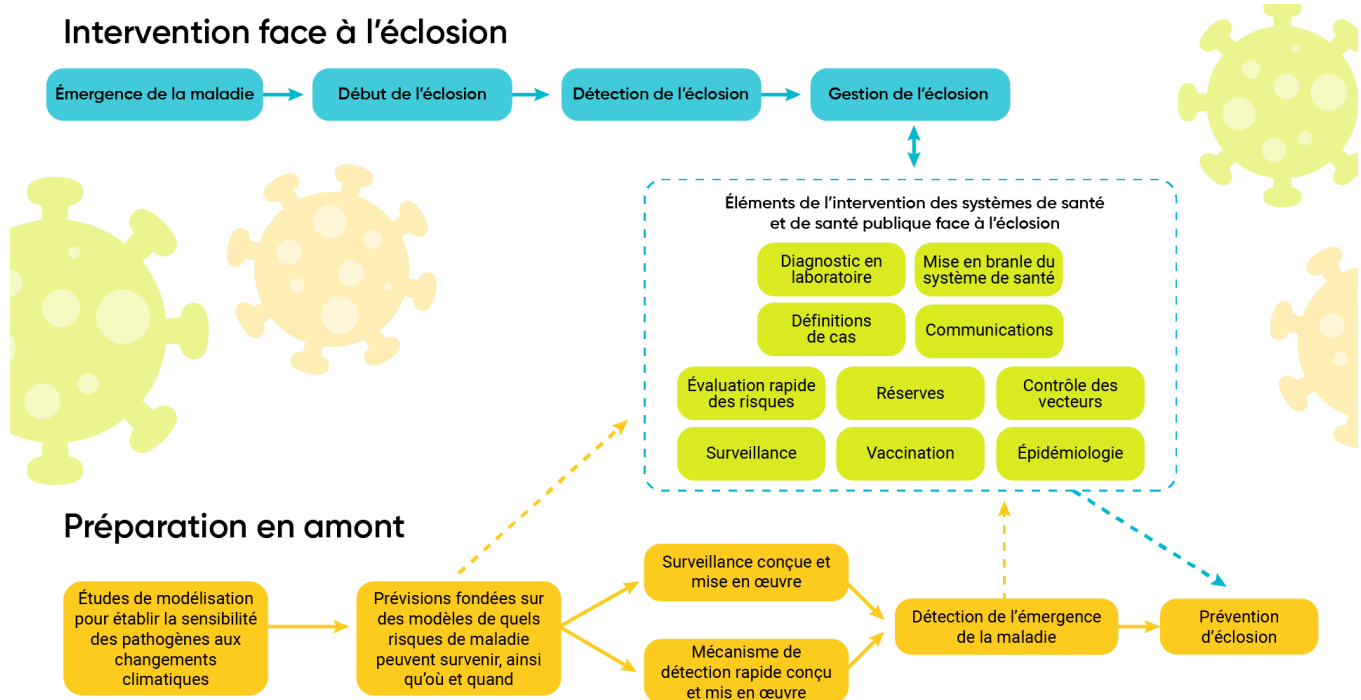


Figure 6.8 Deux volets des mesures de santé publique visant à gérer les maladies infectieuses émergentes et réémergentes. Les boîtes bleues indiquent une intervention en cas d'écllosion et les boîtes oranges représentent l'état de préparation en amont. Des exemples d'activités qui peuvent être des composantes de la gestion de l'écllosion sont présentés dans les cases de couleur vert. Les lignes pointillées indiquent comment l'intervention en cas d'écllosion peut être déclenchée par la détection précoce du risque de maladie au moyen d'une approche de préparation en amont.

Depuis la dernière évaluation nationale des changements climatiques et de la santé au Canada (Berry et coll., 2014a), l'ASPC a amélioré la préparation en amont pour les risques émergents et réémergents de maladies à transmission vectorielle grâce à un programme intégré d'adaptation qui comprend les éléments suivants (figure 6.8) :

- le classement par priorité des risques de maladie devant faire l'objet d'études, maintenant officialisé dans un processus d'analyse décisionnelle multicritères (ADMC) (Ng et coll., 2019);
- des études de modélisation visant à définir les liens entre les risques liés au climat et aux maladies et à prévoir où et quand les changements climatiques pourraient conduire à l'émergence de maladies (Ng et coll., 2019);
- la mise en œuvre de programmes de surveillance pour valider les modèles et suivre les maladies à transmission vectorielle émergentes (Drebot, 2015; Ogden et coll., 2014c);

- la synthèse des connaissances (Hierlihy et coll., 2019), des outils de prévision des maladies (Ripoche et coll., 2019) et de communication des risques (figure 6.9) pour appuyer les efforts déployés à l'échelle locale en vue de l'adaptation aux risques croissants des maladies à transmission vectorielle.

6.4.1 Évaluation des risques en vue de cerner les risques actuels et futurs

6.4.1.1 Évaluations rapides et réactives du risque

Les évaluations rapides et réactives du risque sont des évaluations qualitatives du risque réalisées en réponse à un événement immédiat d'émergence d'une maladie au Canada, ou à un risque perçu, comme un événement ou une menace de maladie internationale, qui nécessite une prise de décision rapide. Elles sont élaborées à l'aide de la littérature scientifique et des connaissances sur une maladie au moment où la maladie émerge ou réapparaît; elles peuvent être mises à jour à mesure que l'on en sait davantage au sujet de l'événement d'émergence de la maladie. Elles précèdent généralement la mise en œuvre des activités de surveillance et d'intervention et visent à les orienter. Les exemples comprennent celles menées en réponse à la menace du virus Zika au Canada aux échelles nationale (gouvernement du Canada, 2016) et provinciale (INSPQ, 2016), de même que celles qui ont été élaborées par le Centre européen de prévention et de contrôle des maladies (ECDC) en réponse à un certain nombre d'événements d'émergence de maladies (ECDC, 2019). L'Organisation mondiale de la Santé a élaboré un protocole pour la préparation liée à ces évaluations (OMS, 2019e) au Canada. Il est essentiel que les responsables canadiens de la santé publique puissent effectuer des évaluations rapides et réactives des risques pour pouvoir intervenir en cas d'éclosion, y compris celles causées par les changements climatiques.

6.4.1.2 Prévision des populations à risque futures et élaboration d'alerte précoce au moyen d'évaluations quantitatives des risques fondées sur des modèles

Les évaluations quantitatives des risques visent à prédire où et quand les maladies infectieuses peuvent émerger ou réapparaître avec une précision utile aux responsables de la santé publique afin qu'ils puissent adopter les politiques et programmes nécessaires pour se préparer et intervenir face à l'émergence de maladies. Les évaluations des risques peuvent utiliser des modèles mathématiques qui recréent les composantes essentielles des cycles de vie des vecteurs ou des cycles de transmission des maladies, s'il y a suffisamment de données quantitatives pour calibrer ces types de modèles. Sinon, des modèles de niche statistique ou écologique peuvent être utilisés, à condition qu'il y ait des données de surveillance comprenant à tout le moins des renseignements sur la présence, mais préférablement des données sur la présence, l'absence et l'abondance pour les calibrer. Dans un cas comme dans l'autre, l'objectif des modèles est d'évaluer où et quand le risque de maladies infectieuses sensibles au climat peut changer (c.-à-d. qu'ils fournissent une « alerte précoce » des risques futurs de maladie). Les modèles prédictifs sont utilisés à trois fins principales (Ogden et Gachon, 2019) :

- la prévision à court terme des risques de maladie en fonction des conditions météorologiques;
- les prévisions à long terme ou saisonnières fondées sur le climat;
- les projections des effets à long terme des changements climatiques sur les risques de maladie.

Les modèles sont élaborés en établissant d'abord les associations clés entre la présence de vecteurs ou d'agents pathogènes et les conditions météorologiques (pour les prévisions à court terme) ou les variables climatiques, tout en tenant compte d'importants déterminants de leur présence non liés au climat qui peuvent comprendre d'autres changements environnementaux tels que le changement dans l'aménagement du territoire (Patz et coll., 2003). La validation des associations déduites par rapport aux données réelles est importante pour donner confiance dans l'utilisation des produits du modèle. Une fois que les associations entre le climat et la présence d'agents pathogènes/vecteurs ont été établies et quantifiées, il est possible d'évaluer les impacts des changements climatiques anticipés, obtenus à partir de modèles climatiques régionaux et mondiaux, sur la répartition d'agents pathogènes/vecteurs et les risques connexes.

Les prévisions fournissent une alerte précoce des éclosions de maladies causées par les conditions météorologiques. Cela peut comprendre des prévisions à court terme s'échelonnant sur quelques jours ou semaines et des prévisions à long terme s'échelonnant sur plusieurs mois qui peuvent être utilisées pour mettre en œuvre des activités de prévention et d'intervention (Morin et coll., 2018). Les évaluations fondées sur des modèles des effets des changements climatiques fournissent des évaluations de l'endroit et du moment où les événements d'émergence et de réémergence de maladies pourraient se produire dans les décennies à venir, et sont utilisées dans un certain nombre de contextes (Ogden et coll., 2014c), dont :

- la prise de décisions stratégiques nationales de haut niveau sur la nécessité pour la santé publique de se préparer à de nouveaux risques (Centre des maladies infectieuses d'origine alimentaire, environnementale et zoonotique, 2017);
- les évaluations provinciales, territoriales et municipales de la vulnérabilité aux impacts des changements climatiques sur la santé et des mesures d'adaptation nécessaires (Berry et coll., 2014b);
- la conception et la mise en œuvre de la surveillance (Ogden et coll., 2014).

Comme nous l'avons vu plus haut dans le présent chapitre, un certain nombre d'évaluations des risques fondées sur des modèles ont été réalisées pour le Canada, y compris pour la maladie de Lyme (Ogden et coll., 2006; Ogden et coll., 2014), la fièvre récurrente (Sage et coll., 2017), les tiques vectrices de *Dermacentor variabilis* (Minigan et coll., 2018), des maladies exotiques transmises par les moustiques et leurs vecteurs (Ogden et coll., 2014a; Ng et coll., 2017), et le virus du Nil occidental (Hongoh et coll., 2012; Chen et coll., 2013).

6.4.2 Établissement des priorités

Depuis que Charron et coll. (2008) et l'OMS (OMS, 2019g) ont déterminé qu'il s'agissait d'un besoin méthodologique important, un certain nombre de méthodes d'analyse décisionnelle multicritères (ADMC) ont été explorées afin d'établir l'ordre de priorité des maladies à étudier en fonction de leur importance sur le plan de la santé publique, y compris leur risque d'émergence ou de réémergence en raison des changements

climatiques (Ng et Sargeant, 2012; Cox et coll., 2013). Ces types de méthodes ont été adoptés et parfois adaptés pour l'établissement des priorités en matière de maladies aux échelons fédéral et provincial (INSPQ, 2018b), mais pas encore par toutes les administrations canadiennes.

6.4.3 Surveillance des risques connus ou des risques futurs possibles

Deux types de surveillance sont utilisés pour déceler les maladies infectieuses émergentes afin d'éclairer la gestion des éclosions. Le premier est la vigilance à l'égard des événements d'émergence de maladies à l'échelle internationale, et le deuxième, la surveillance propre à une maladie qui est mise en œuvre une fois qu'une maladie est reconnue comme présentant un risque important pour la santé publique de la population canadienne. L'impact possible des changements climatiques sur l'augmentation des événements d'émergence et de réémergence des maladies infectieuses à l'échelle internationale, et sur la dispersion croissante des agents pathogènes par les voyages, le commerce et la migration, accroît la nécessité d'une vigilance efficace à l'égard des maladies infectieuses émergentes dans d'autres pays. Les efforts internationaux qui soutiennent ce type de surveillance comprennent le RSI, aux termes duquel tous les États membres de l'OMS sont tenus de surveiller les événements d'émergence de maladies et de signaler tout cas repéré. En outre, dans le cadre de l'initiative mondiale « Un monde, une santé » (ou « Une seule santé »), l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, l'Organisation mondiale de la santé animale et l'OMS collaborent au Système mondial d'alerte précoce, qui est un système d'alerte pour les menaces de maladies émergentes à l'interface homme-animal-écosystèmes. Les programmes internationaux de surveillance « passive » comprennent le réseau de surveillance GeoSentinel, un réseau international de cliniques médicales qui participent sur une base volontaire, et des systèmes de surveillance qui examinent le contenu Web accessible au public pour détecter les signaux de menaces émergentes potentielles. Il s'agit notamment du Program for Monitoring Emerging Diseases (ProMED), de HealthMap et de Medisys, de même que du Réseau mondial d'information sur la santé publique (RMISP) mis sur pied par l'ASPC (Ogden et coll., 2017).

Au Canada, un certain nombre de méthodes sont disponibles et sont utilisées pour assurer la surveillance des maladies infectieuses endémiques et émergentes, afin de suivre les tendances au chapitre de leur incidence, de déterminer leur répartition spatiotemporelle et la propagation des cas (y compris les grappes) et de définir les facteurs de risque au sein de la population touchée. La méthode normalisée pour obtenir des données sur les cas de maladies humaines à l'échelle nationale est le Système canadien de surveillance des maladies à déclaration obligatoire (SCSMDO) coordonné par l'ASPC (gouvernement du Canada, 2019e). Certaines maladies qui ne sont pas à déclaration obligatoire à l'échelle nationale peuvent l'être aux échelons provincial ou territorial. Ces maladies à déclaration obligatoire sont repérées à l'aide de critères de définition de cas cliniques et de laboratoire, notamment l'émergence ou la réémergence (à l'échelon national ou international). Parmi les autres critères pour l'ajout des maladies à la liste, mentionnons les maladies sous surveillance internationale, l'incidence au Canada, la gravité, la transmissibilité, la possibilité d'éclosions, le fardeau socioéconomique, la capacité de prévention, la perception du risque et la nécessité d'intervention de la santé publique (Agence de la santé publique du Canada, 2009).

D'autres méthodes de collecte d'information sur les cas possibles de maladies humaines pendant les événements d'émergence comprennent la surveillance syndromique, par exemple, l'utilisation de données en temps réel des pharmacies sur les ventes de remèdes contre la grippe pour suivre l'évolution de la

pandémie de grippe H1N1 au Canada en 2009 (Muchaal et coll., 2015). Une autre méthode est la surveillance passive en laboratoire. En réponse à l'accroissement possible des risques posés par les arbovirus au Canada, le Laboratoire national de microbiologie de l'ASPC a mis en place une surveillance des cas humains d'infection par un arbovirus autre que le VNO en procédant régulièrement au dépistage d'un panel d'arbovirus endémiques et exotiques dans les échantillons de sérum prélevés aux fins de dépistage du VNO qui se sont avérés négatifs pour celui-ci (Drebot, 2015). Le Réseau pancanadien de santé publique a la capacité d'instaurer une surveillance nationale des cas humains pendant des périodes limitées lors d'événements d'émergence de maladies. Ce fut le cas récemment en réponse à la pandémie de COVID-19 et à l'écllosion du virus Zika en Amérique centrale et en Amérique du Sud en 2015-2016, qui a infecté plus de 500 voyageurs canadiens (gouvernement du Canada, 2019f).

Beaucoup d'efforts ont été déployés au Canada pour utiliser la surveillance sentinelle des animaux et des vecteurs afin de détecter les risques liés aux zoonoses à transmission vectorielle émergentes, en particulier le VNO, la maladie de Lyme et d'autres agents pathogènes transmis par *Ixodes* spp. comme méthode d'alerte précoce de la propagation des maladies émergentes et, dans le cas du VNO, des éclussions imminentes (Thomas-Bachli et coll., 2015). Quant aux maladies à transmission vectorielle, la surveillance des vecteurs comprend une surveillance active pour capturer les moustiques vecteurs, qui sont ensuite analysés pour savoir s'ils sont porteurs d'agents pathogènes à transmission par les moustiques, en particulier le VNO. Ce type de surveillance est réalisé couramment dans de nombreuses administrations au Canada (gouvernement du Canada, 2019a). Elle comprend également la collecte de tiques par échantillonnage par filet traînant, la capture d'hôtes de tiques et les analyses de tiques et de leurs hôtes pour détecter la présence d'agents pathogènes transmis par les tiques (Ogden et coll., 2014). La surveillance passive des tiques, qui englobe la présentation de tiques par les patients de cliniques médicales et vétérinaires, est une activité de surveillance clé au Canada, fournissant un ensemble de données particulièrement important qui vient étayer l'attribution de l'expansion de l'aire de répartition de *I. scapularis* au Canada aux impacts des changements climatiques (Leighton et coll., 2012).

Tant pour les moustiques que les tiques, la surveillance des vecteurs permet de capturer de multiples espèces de vecteurs et d'agents pathogènes. La surveillance des moustiques pour détecter le VNO a permis d'identifier des incursions d'*Aedes* spp. exotiques dans le sud de l'Ontario, qui sont les vecteurs du virus de la dengue et du virus Zika (unité sanitaire du comté de Windsor-Essex, 2019a, unité sanitaire du comté de Windsor-Essex, 2019b). La surveillance des tiques est principalement assurée par deux méthodes : la surveillance passive, qui consiste à analyser les tiques que les membres du grand public ont retirées sur eux-mêmes ou sur leurs animaux de compagnie et ont soumises par l'intermédiaire des cabinets vétérinaires et médicaux participants; et la surveillance active, qui consiste à recueillir des tiques à la recherche d'un hôte en traînant une flanelle sur le sol (échantillonnage par filet traînant) ou en examinant les rongeurs sauvages capturés (Ogden et coll., 2014c). Ces formes de surveillance des tiques ont été conçues à l'origine pour cerner le risque de la maladie de Lyme, mais elles sont capables de détecter le risque d'autres espèces de vecteurs de maladie (Gabriele-Rivet et coll., 2015; Nelder et coll., 2019). Les tiques recueillies dans le cadre des activités de surveillance font l'objet d'un dépistage de routine ciblant un large éventail d'agents pathogènes, en plus de la bactérie causant la maladie de Lyme (Dibernardo et coll., 2014). Au Canada, l'espèce à laquelle appartiennent la plupart des tiques recueillies au moyen de la surveillance est actuellement déterminée dans des laboratoires provinciaux, puis la tique est analysée pour détecter la présence d'agents pathogènes au Laboratoire national de microbiologie. Toutefois, cette méthode ne sera pas viable une fois que les tiques

seront plus répandues, compte tenu de la forte augmentation prévue et observée (Gasmi et coll., 2018) du nombre de présentations de tiques au Canada. Il faut adopter des systèmes de surveillance nouveaux et nécessitant moins de ressources pour protéger la population canadienne contre l'accroissement des risques liés à ces maladies.

Un projet de science citoyenne appelé eTick a été lancé en 2014. Il s'agit d'une plateforme Web qui permet aux membres du grand public de soumettre des images de tiques aux fins d'identification de l'espèce par un entomologiste (eTick, 2019). Ce projet élargit considérablement la couverture géographique potentielle de la surveillance des tiques, en plus de donner l'occasion de fournir rapidement des renseignements sur la santé publique directement à la population exposée aux tiques. Il permet d'assurer une surveillance en temps réel de diverses espèces de tiques et de cartographier les lieux où elles sont observées, y compris les changements de répartition. Le programme est actuellement offert au Québec, en Ontario et au Nouveau-Brunswick. Au Manitoba, un système d'identification par image appelé Tick Checker, semblable à eTick, a été mis en œuvre en 2017 (gouvernement du Manitoba, 2019a). Cet effort s'inscrit dans le cadre du programme de surveillance passive des tiques à pattes noires du Manitoba, qui vise à cerner les endroits où de nouvelles populations de tiques et le risque de maladie de Lyme pourraient émerger, avant que ce ne soit confirmé par la surveillance active des tiques (gouvernement du Manitoba, 2018).

Les organismes de santé du bétail, comme l'Agence canadienne d'inspection des aliments, assurent le suivi de certaines zoonoses chez les animaux sentinelles lorsqu'elles relèvent de leur mandat, par exemple, le VEEE chez les chevaux (gouvernement du Canada, 2018c). Les organismes de santé de la faune, comme le Réseau canadien de la santé de la faune, aident à suivre certaines zoonoses d'origine faunique chez les animaux sentinelles (RCSF, 2019).

6.4.4 Interventions visant à prévenir et à contrôler l'incidence des maladies

Les interventions internationales en cas d'éclosion de maladies infectieuses émergentes sont mandatées en application du RSI par l'intermédiaire du Réseau mondial d'alerte et d'action en cas d'épidémie (GOARN) [OMS, 2019d]. Ce réseau réunit des ressources techniques et opérationnelles d'institutions pertinentes dans les États membres de l'OMS, y compris des initiatives de surveillance, des réseaux de laboratoires, des organisations des Nations Unies (p. ex., UNICEF, HCNUR), la Croix-Rouge et des organisations humanitaires internationales non gouvernementales telles que Médecins sans frontières. Le réseau a la capacité de réunir et de déployer des équipes techniques dans les pays touchés par les éclosions afin d'aider à la coordination, à la gestion des maladies cliniques, à l'analyse épidémiologique ainsi qu'à la logistique et aux communications nécessaires pour lutter contre les éclosions. L'Agence de la santé publique du Canada dirige la vaste participation du Canada au GOARN. Elle a été créée en 2004, en partie pour assurer et améliorer la coordination nationale des interventions en cas de maladies infectieuses émergentes par l'intermédiaire du Réseau pancanadien de santé publique, et pour participer au RSI ainsi qu'au GOARN.

Le système de soins de santé et sa capacité à relever les cas de maladies humaines et de les traiter sont des moyens clés de réduire les risques pour la population canadienne en cas d'éclosion. Le diagnostic et le traitement des cas réduisent la transmission et contribuent à lutter contre les éclosions. Cependant, cela

requiert de la vigilance de la part des travailleurs de la santé de première ligne; pendant certaines éclosions, les établissements de santé peuvent devenir un point de convergence pour la transmission, comme cela s'est produit pendant l'éclosion du SRAS au Canada (Varia et coll., 2003). L'accroissement de la résistance aux antimicrobiens et aux antiviraux remet en question la capacité des systèmes de soins de santé à traiter les maladies émergentes (OMS, 2019f).

La capacité technologique du Canada à prévenir et à contrôler les maladies infectieuses est bien avancée. Le Réseau fédéral-provincial-territorial des laboratoires de santé publique du Canada, appuyé par le Laboratoire national de microbiologie de l'ASPC, qui est l'une des sept installations de confinement de niveau 4 en Amérique du Nord, a la capacité de développer, d'améliorer et de mettre en œuvre des tests diagnostiques pour les maladies infectieuses émergentes telles que le virus Zika (Safronetz et coll., 2017). Le réseau mondial d'organisations de santé publique et d'entreprises pharmaceutiques est capable de mettre au point des vaccins en réponse aux éclosions (Carlsen et Glenton, 2016; Henao-Restrepo et coll., 2017). L'OMS a dressé une liste d'agents pathogènes prioritaires pour lesquels des vaccins sont nécessaires de toute urgence; plusieurs de ces maladies sont des zoonoses qui peuvent se propager de personne à personne, et le risque d'émergence peut être accru par les changements climatiques. Toutefois, le temps qu'il faut pour mettre au point des vaccins et pour en évaluer l'innocuité et l'efficacité afin d'assurer leur acceptabilité par le public (Carlsen et Glenton, 2016) souligne la nécessité de s'y prendre à l'avance plutôt que de simplement compter sur la mise au point de vaccins pour gérer les éclosions. Bien qu'il y ait une grande capacité de découverte de vaccins au Canada (Plummer et Jones, 2017), la pandémie de COVID-19 a mis en relief le manque de capacité de fabrication de vaccins au Canada.

D'autres adaptations technologiques sont importantes pour le contrôle actuel et futur des maladies à transmission vectorielle au Canada. Pour les maladies transmises par les moustiques comme le VNO, on a principalement recours aux méthodes de lutte contre les moustiques, qui sont efficaces. Elles consistent notamment à tuer les larves dans leur habitat aquatique (larvicide) à l'aide d'agents de lutte biologique non chimiques comme le *Bacillus thuringiensis israelensis* et à tuer les moustiques adultes (adulticide) au moyen de pulvérisations chimiques comme la deltaméthrine (Reisen et Brault, 2007). Dans le cas des maladies transmises par les tiques comme la maladie de Lyme, les méthodes de lutte contre les vecteurs, comme la pulvérisation d'acaricides à l'échelle de la région, ne sont pas homologuées et ne sont donc pas disponibles, ou en sont à un stade expérimental de développement au Canada (Ogden et coll., 2015). Les mesures de protection personnelle demeurent les mesures les plus efficaces pour lutter contre les maladies à transmission vectorielle, notamment les insectifuges, qui préviennent les morsures de tiques, les vêtements traités à l'insecticide (perméthrine) et l'élimination rapide des tiques qui se nourrissent sur le corps pour prévenir la transmission du *B. burgdorferi* (Ogden et coll., 2015). Pour que ces mesures soient efficaces, le public doit comprendre les risques, les percevoir comme méritant qu'on y donne suite, connaître les mesures de protection et être prêt à les prendre. Pour ce faire, il faut des communications efficaces de la part des organismes de santé publique à tous les niveaux, ce qui est de plus en plus difficile parce que la désinformation, surtout sur Internet, est un problème croissant (Greenberg et coll., 2017). En plus de communiquer de l'information sur la protection individuelle contre les maladies au Canada, il sera de plus en plus important de fournir des renseignements aux voyageurs. Cela aidera à prévenir l'introduction des infections à leur retour au Canada, en particulier des maladies exotiques à transmission vectorielle, qui pourraient être de plus en plus susceptibles d'être de transmission autochtone dans notre pays en raison des changements climatiques (Berrang-Ford et coll., 2009).

6.4.5 Défis en matière d'adaptation pour les collectivités et les membres de la société exposés à un risque accru

La vulnérabilité aux risques de maladies infectieuses liés aux changements climatiques est complexe et déterminée par un certain nombre de facteurs qui interagissent pour modifier l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation d'une personne. Bien que tous les Canadiens et les Canadiennes soient vulnérables aux changements climatiques, les impacts et les risques ne sont pas les mêmes pour tous, et certaines personnes et collectivités seront touchées de façon disproportionnée (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé). Les iniquités existantes en matière de santé et les variations de l'état des déterminants de la santé, combinées à l'exposition (p. ex., emplacement géographique) et aux facteurs génétiques et biologiques, peuvent accroître ou réduire la vulnérabilité aux changements climatiques. Il existe des lacunes au chapitre des connaissances concernant la combinaison de variables qui accroissent la vulnérabilité aux risques de maladies infectieuses liés aux changements climatiques. Cependant, on s'attend à ce que les personnes qui présentent des déterminants d'un mauvais état de santé (p. ex., faible revenu, logement non conforme aux normes, insécurité alimentaire) soient plus susceptibles de ressentir des impacts disproportionnés et d'avoir une capacité limitée à prendre des mesures de protection. Par exemple, en général, un mauvais état de santé est associé à un statut socioéconomique inférieur qui, à son tour, est associé à des taux plus élevés de comportements et d'habitudes alimentaires malsains (Hajizadeh et coll., 2016) engendrant des taux plus élevés de maladies chroniques (Roberts et coll., 2015) et pouvant accroître les risques sanitaires associés aux impacts des changements climatiques sur les maladies infectieuses.

Au Canada, les Premières Nations, les Inuits et les Métis doivent composer avec des iniquités systémiques et persistantes en santé, qui sont associées à un héritage de colonialisme et de traumatisme intergénérationnel (ASPC, 2019). Ils présentent des taux de maladies infectieuses nettement plus élevés que les populations non autochtones, ce qui, par le fait même, accroît les risques de maladies infectieuses liées aux changements climatiques (Adekoya et coll., 2015). Si une plus grande sensibilité aux maladies infectieuses, qui peut être due à des facteurs génétiques ou à des taux élevés de comorbidités chroniques (Badawi et coll., 2018), a été observée (p. ex., sensibilité génétique à la grippe H1N1), les iniquités existantes en santé, telles que la disponibilité et l'accessibilité limitées de services de soins de santé acceptables, les logements surpeuplés et le manque d'information culturellement pertinente sur la prévention des maladies (Centre national de collaboration de la santé autochtone, 2016), peuvent aggraver la vulnérabilité (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé). En outre, le risque d'exposition pourrait aussi être plus élevé pour les Premières Nations, les Inuits et les Métis en raison de leur forte dépendance sur les aliments traditionnels et les activités axées sur la terre telles que la chasse. Par exemple, des éclosions de trichinose ont été associées à la consommation de mammifères marins dans les régions arctiques (Yansouni et coll., 2016) et l'augmentation de l'abondance de moustiques, de tiques et d'autres insectes piqueurs qui peuvent transmettre de nouvelles maladies à transmission vectorielle est de plus en plus préoccupante (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). L'emplacement géographique peut également accroître l'exposition, par exemple, le risque d'exposition à la rage du renard arctique est plus élevé pour les collectivités de l'Arctique.

Les politiques visant à traiter ces causes sous-jacentes de vulnérabilité ne relèvent généralement pas du mandat des organismes de santé publique (Adler et Newman, 2002). Toutefois, il est de plus en plus reconnu

dans le domaine de la santé publique que les changements climatiques exacerberont les iniquités en santé (Friel, 2019). Les efforts visant à renforcer les déterminants de la santé devraient être combinés aux activités liées aux changements climatiques et à la santé (p. ex., les mesures d'adaptation) (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé).

6.4.6 Lacunes en matière d'adaptation et possibilités

6.4.6.1 Lacunes en matière d'adaptation

L'établissement des priorités en matière d'options d'adaptation pour gérer les risques de maladies infectieuses liés aux changements climatiques au Canada devrait tenir compte de multiples critères, y compris : le niveau des risques et leur caractère immédiat; la viabilité technique des options; les ressources humaines et financières; la compatibilité avec les politiques actuelles; et d'autres contraintes (Ebi et coll., 2006a; Ebi et coll., 2006b). Pour bon nombre des risques de maladies infectieuses associés aux changements climatiques dont il est question dans le présent chapitre, la surveillance, le suivi et le contrôle des maladies ne seront efficaces que si des mesures locales sont prises. Il sera donc important de permettre aux systèmes locaux de santé publique et de soins de santé d'entreprendre ces activités pour accroître la résilience face à ces menaces. Un examen de la planification nationale de l'adaptation aux impacts des changements climatiques sur les maladies infectieuses dans 14 pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques a révélé un certain nombre de limites à la planification actuelle. Ces limites comprenaient la prise en compte négligeable des besoins des groupes de population qui subissent des impacts disproportionnés, la participation limitée des administrations locales à l'évaluation des risques pour la santé et l'insuffisance de la logistique et du soutien liés au financement, aux échéanciers pour les évaluations et à l'élaboration de plans d'adaptation (Panic et Ford, 2013). Le rapport souligne que ces limites doivent être prises en compte dans les plans d'adaptation canadiens. L'évaluation post-pandémique des réponses de la santé publique canadienne face à la pandémie de COVID-19 sera probablement très instructive en ce qui concerne les lacunes actuelles en matière de capacité d'adaptation.

De plus, l'adaptation aux maladies infectieuses liées au climat est entravée par les lacunes actuelles en matière de recherche. Pour de nombreuses maladies infectieuses liées au climat, il y a un manque de connaissance de leur écologie, peu de données de surveillance pour l'étalonnage des modèles de niche statistique/écologique et pour la validation des modèles prédictifs, et une absence de surveillance à long terme qui est nécessaire pour attribuer les changements du risque lié à la maladie aux changements climatiques (Ebi et coll., 2017). Il est particulièrement difficile de lutter efficacement contre les maladies transmises par les tiques dans l'environnement, et des recherches s'imposent dans ce domaine. Les examens de la portée et les examens systématiques concernant les risques liés à des maladies à transmission vectorielle particulières établies comme étant prioritaires par les méthodes d'ADMC permettent de cerner les lacunes en matière de connaissances et de recherche (Otten et coll., 2019).

La capacité de lutter contre les vecteurs diminue à l'échelle mondiale en raison de la résistance accrue aux insecticides, ce qui représentera un défi important à relever pour protéger la santé de la population canadienne. Cependant, des techniques telles que l'introduction de moustiques génétiquement modifiés

qui contrôlent les populations en produisant des rejets non viables et de moustiques porteurs de la bactérie *Wolbachia* dans leurs intestins (les rendant ainsi incompétents en tant que vecteurs), font l'objet de recherches. Ces techniques pourraient être mises à la disposition des responsables de la santé publique dans un proche avenir.

6.4.6.2 Possibilités d'adaptation

Des renseignements existants sur l'écologie et l'épidémiologie des maladies à transmission vectorielle qui menacent la population canadienne (Corrin et coll., 2018), de même que sur les méthodes de prévention et de contrôle et leur efficacité (Hierlihy et coll., 2019) sont fournis aux responsables de la santé publique de tous les ordres de gouvernement afin de les aider à élaborer des plans d'intervention. L'augmentation prévue du comportement épidémique des maladies transmises par les moustiques, telles que le VNO et le VEEE, signifie que les prévisions du risque de maladie fondées sur les prévisions météorologiques recommandées par le GIEC seraient utiles pour les systèmes d'alerte précoce. Beaucoup de progrès ont été réalisés pour ce qui est de l'élaboration de méthodes de prédiction des éclosions de VNO selon les prévisions météorologiques, mais la mise en œuvre des programmes de santé publique du Canada nécessitera d'autres travaux (Ogden et coll., 2019).

La possibilité croissante de transmission autochtone de maladies exotiques représente un défi pour les activités de santé publique et le système de santé canadien. En raison de l'absence de maladies exotiques au Canada, les professionnels de la santé ne les envisageaient pas comme des diagnostics possibles chez des patients qui n'avaient pas d'antécédents de voyage dans des régions endémiques bien connues. Un renforcement de la modélisation des risques de maladie améliorera la préparation aux événements d'émergence de maladies, et une surveillance accrue des nouvelles maladies infectieuses non endémiques chez les patients qui demandent des soins serait prudente.

De même, une surveillance renforcée est nécessaire pour les maladies à transmission vectorielle qui sont actuellement exotiques en Amérique du Nord, mais qui risquent d'être transportées au Canada par des voyageurs; celles qui sont absentes du Canada, mais qui risquent de s'étendre vers le nord en provenance des États-Unis; et celles qui sont endémiques au Canada, mais qui peuvent réapparaître sous forme d'éclosions. L'éducation des fournisseurs de soins de santé au sujet de l'émergence possible de ces nouvelles maladies au Canada sera importante tant pour les personnes touchées, qui pourront bénéficier d'un diagnostic et d'un traitement précoces, que pour la détection précoce des éclosions par la santé publique. Les approches de surveillance citoyenne, comme le programme eTick (eTick, 2019), sont également une occasion de plus en plus reconnue. Ces approches pourraient également être améliorées en intégrant le savoir et l'observation autochtones (Tomaselli et coll., 2017; Henri et coll., 2018).

Il est possible d'utiliser des « mégadonnées » et des technologies telles que l'intelligence artificielle (IA) qui aident à analyser les mégadonnées pour être en mesure de composer avec les risques croissants pour la santé liés aux maladies infectieuses. La génomique moderne est la première source de mégadonnées qui à être utilisée dans cette optique. La surveillance des maladies entériques intègre maintenant le séquençage du génome entier (SGE) grâce au réseau PulseNet au Canada, ainsi qu'aux États-Unis et en Europe. PulseNet permet une détection plus sensible des grappes de cas et des éclosions, et une plus grande capacité pour attribuer de façon fiable les sources d'infection (Gilmour et coll., 2013). La quantité considérable de données

généérées par le SGE signifie que des méthodes d'analyse bioinformatique complexes ont dû être élaborées pour l'analyse rapide des données (IRIDA, 2019). L'application du SGE à d'autres logiciels de diagnostic et de surveillance des maladies infectieuses, de même que le développement plus poussé de l'épidémiologie moléculaire en vue d'utiliser pleinement les données, se poursuivront à l'avenir et appuieront des efforts plus robustes pour s'attaquer à ces risques. Les méthodes de métagénomique et de métacodage à barres, qui permettent de cerner l'éventail des espèces présentes dans les échantillons complexes d'espèces mixtes, se prêtent à une surveillance élargie des moustiques et des maladies transmises par les moustiques, y compris les moustiques et les agents pathogènes exotiques. Grâce à ces méthodes, il est possible d'identifier un éventail des espèces de moustiques et des agents pathogènes transmis par les moustiques capturés dans les pièges à moustiques pendant la surveillance des moustiques, plutôt que simplement le VNO. Ces méthodes pourraient également révolutionner la détection d'agents pathogènes dans d'autres échantillons d'ADN environnemental provenant de l'eau potable, de l'eau utilisée à des fins récréatives et du sol.

La deuxième source de mégadonnées provient des médias Web et des médias sociaux; ces données sont obtenues au moyen de méthodes de recherche sur le Web (Mukhi et coll., 2016). Cette source peut fournir des signaux précoces d'événements d'émergence de maladies afin d'améliorer les efforts de gestion d'organisations comme le RMISP. La troisième source de mégadonnées sont les données d'observation de la Terre obtenues par satellite. Elles fournissent des approximations pour les données environnementales comme les conditions météorologiques, le climat, les habitats et l'aménagement du territoire, qui peuvent être utilisées avec la modélisation des risques pour déterminer où les risques d'émergence et de réémergence de maladies sensibles aux facteurs environnementaux peuvent se produire (Ceccato et coll., 2018). Il existe de nombreux exemples de données d'observation de la Terre utilisées pour déterminer le risque de maladie (en particulier la maladie de Lyme) au Canada sous forme de cartes statiques des risques (figure 6.9). Les données d'observation de la Terre deviennent de plus en plus « volumineuses » en raison de l'augmentation du nombre et des types de satellites, la résolution spatiale des données étant de plus en plus précise. Dans un proche avenir, une plus grande fréquence d'images pourrait permettre de déterminer en temps réel les risques de maladies à transmission vectorielle comme le VNO. Du moins en théorie, les données d'observation de la Terre, synthétisées par modélisation des risques afin de produire de l'information sur les risques, pourraient remplacer la surveillance comme moyen de déclencher des interventions de santé publique bien avant que les cas de maladie n'apparaissent chez l'humain (Ogden et coll., 2019).

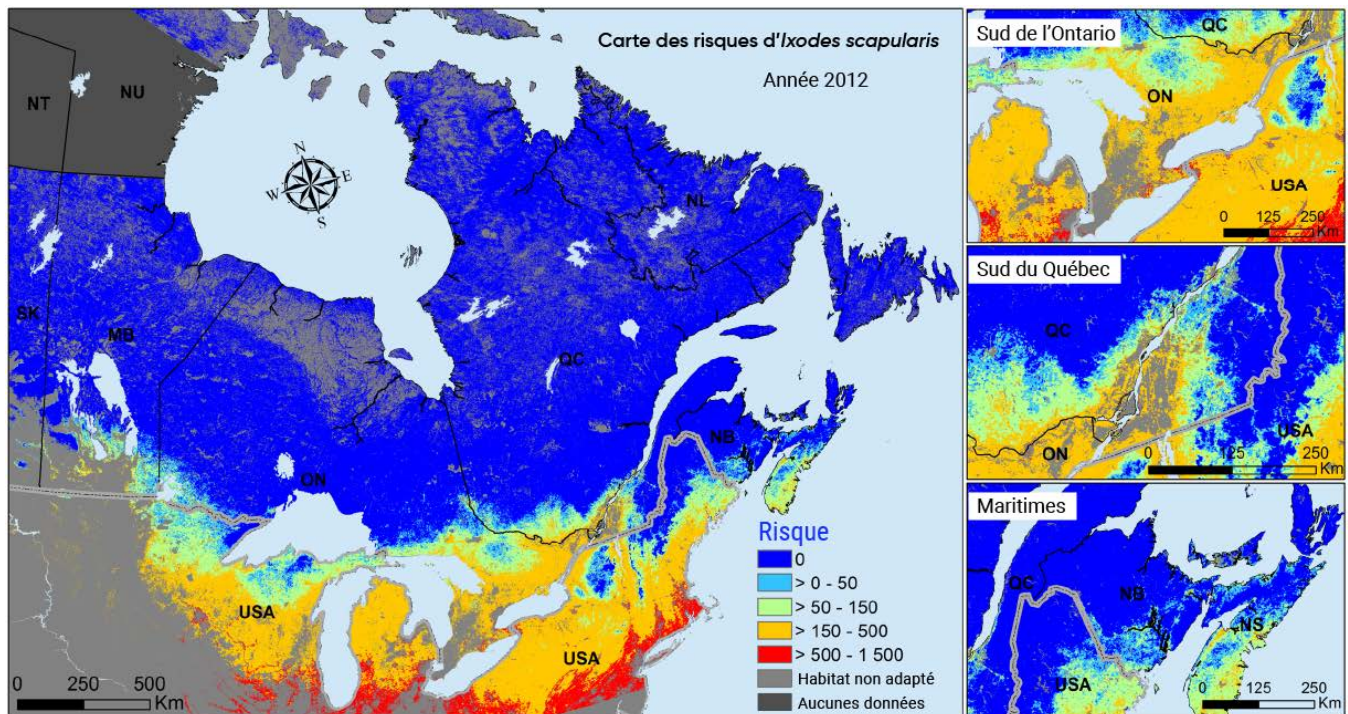


Figure 6.9 Cartes des risques liés à la maladie de Lyme dans l'Est du Canada en fonction du risque de populations d'*Ixodes scapularis*, grâce aux données d'observation de la Terre sur la qualité du climat et de l'habitat. Ces cartes des risques mesurent l'adéquation environnementale pour les tiques vectrices de la maladie de Lyme *Ixodes scapularis* dans l'est et le centre du Canada à l'aide de données d'observation de la Terre approximatives pour la température (degrés-jours cumulatifs annuels supérieurs à 0 °C) et l'habitat forestier. L'adéquation environnementale est nulle là où il n'y a pas de terrain boisé (zones grises plus claires) et là où le climat est trop froid (zones bleu foncé). Dans les zones où se trouve un terrain boisé et où le climat est suffisamment chaud, le risque d'occurrence des populations de tiques varie de zones à faible risque (zones bleu pâle) à des zones à risque modéré, modéré-élevé et élevé (zones vertes, orange et rouges, respectivement). L'échelle d'adéquation pour la tique selon les conditions de température (avec des valeurs de 0 à 1 500) est obtenue à partir d'un modèle mathématique des populations d'*I. scapularis*. Les données d'observation de la Terre servant à établir cette carte n'étaient pas disponibles pour certaines parties du Nunavut et des Territoires du Nord-Ouest (zones gris foncé). Source : Kotchi et coll., 2019.

Beaucoup de travail a été fait pour déterminer et quantifier les effets des conditions météorologiques sur les moustiques vecteurs du VNO et sur le risque de transmission du VNO au Canada (voir la section 6.3.1.3 Maladies endémiques transmises par les moustiques au Canada), ce qui servirait de base à l'élaboration de prévisions sur les éclosions de VNO. La combinaison des données météorologiques et des données d'observation de la Terre sur l'habitat dans les modèles prédictifs des systèmes d'information géographique permettrait de faire des prévisions à haute résolution spatiotemporelle.

Bon nombre des défis posés par les nouveaux vecteurs et nouvelles maladies qui menacent la santé publique dans le contexte des changements climatiques sont communs à d'autres disciplines telles que l'agriculture (y compris la santé végétale et animale), la gestion de l'environnement et de la biodiversité, et les ressources naturelles qui devraient subir des invasions d'espèces (infectieuses ou autres) en raison des changements

climatiques, entre autres facteurs. La collaboration en matière d'activités d'évaluation, de surveillance et de gestion des risques au moyen d'une approche « Un monde, une santé » (ou « Une seule santé ») robuste peut présenter des avantages importants par rapport à la gestion cloisonnée des risques propres au secteur (Ogden et coll., 2019). Cela nécessitera une collaboration plus systématique entre les disciplines et les ministères, qui sont tous confrontés à l'émergence de menaces pour la santé (humaine, animale et environnementale) associées aux changements climatiques.

6.5 Lacunes sur le plan des connaissances

Les lacunes actuelles au chapitre des connaissances liées aux impacts des changements climatiques sur les maladies infectieuses au Canada nuisent à l'élaboration d'évaluations locales et régionales des changements climatiques et de la vulnérabilité en matière de santé, de même que de plans d'adaptation. Elles empêchent également les responsables de la santé publique de détecter l'émergence et la réémergence de maladies infectieuses, ainsi que de prévenir et de contrôler une telle émergence. Les principales lacunes sont décrites ci-dessous.

Il faut mieux connaître l'écologie et l'épidémiologie des maladies infectieuses et des arthropodes vecteurs pour appuyer l'élaboration d'évaluations des risques et de systèmes d'alerte précoce. En outre, une surveillance systématique des cas humains, des arthropodes vecteurs, des animaux sentinelles infectés ou des échantillons environnementaux, ou le recours à des méthodes de science citoyenne, à des échelles spatiotemporelles utiles, est nécessaire pour cerner les maladies et les vecteurs émergents. Bien que cela se produise déjà dans une certaine mesure, des méthodes de surveillance (p. ex., méthodes de métagénomique) qui détectent de multiples agents pathogènes et vecteurs possiblement émergents sont nécessaires pour passer de la surveillance ciblée d'une maladie unique à des programmes qui s'attaquent à une vaste gamme d'agents pathogènes et de vecteurs qui menacent la population canadienne. Il faut mettre au point des méthodes et des algorithmes de diagnostic des maladies infectieuses afin que les maladies actuellement considérées comme étant exotiques au Canada soient détectées plus facilement chez les Canadiens et les Canadiennes qui n'ont pas voyagé dans des pays où ces maladies sont connues depuis longtemps. Une surveillance à long terme sera nécessaire pour appuyer l'attribution aux effets des changements climatiques.

Il existe un large éventail de maladies infectieuses dont la sensibilité aux conditions météorologiques et climatiques est connue, mais pour bon nombre d'entre elles, l'évaluation des impacts des changements climatiques n'a pas été effectuée. Au Canada, les évaluations qui ont été effectuées ont principalement porté sur les maladies à transmission vectorielle. Les méthodes utilisées pour les maladies à transmission vectorielle doivent être appliquées à un plus large éventail de maladies infectieuses, y compris les maladies transmises de personne à personne, et les maladies infectieuses provenant de sources environnementales qui sont transmises par le vent et l'air.

Pour attribuer l'émergence et la réémergence de maladies infectieuses au Canada aux changements climatiques, il faut disposer de renseignements qui permettent d'analyser la force statistique de l'association,

la cohérence entre les études, la spécificité des effets du climat, une concordance appropriée dans le temps des changements climatiques et de l'émergence des maladies, le gradient biologique (des changements climatiques plus importants donnent lieu à des effets plus marqués) et la plausibilité (Hill, 1965).

Il faut resserrer les liens entre les efforts de santé publique pour comprendre les maladies infectieuses et chroniques et y réagir. On reconnaît de plus en plus que les maladies infectieuses peuvent entraîner des maladies chroniques (O'Connor et coll., 2006) et que les maladies infectieuses sont plus graves chez les personnes atteintes de maladies chroniques (Badawi et coll., 2018). De plus, le statut socioéconomique a une incidence sur la vulnérabilité aux maladies infectieuses et chroniques, de même que sur la perception du risque, la connaissance des mesures de protection et la volonté de les utiliser (Bouchard et coll., 2018). L'évolution démographique selon l'âge au Canada, comme dans d'autres pays à revenu élevé, associée à l'incidence croissante des maladies chroniques dans ces populations (Dye, 2014), et les effets prévus des changements climatiques sur les maladies infectieuses et chroniques signifient que les responsables de la santé publique et les chercheurs doivent comprendre les impacts des changements climatiques sur ces maladies, les prendre en compte et y réagir de manière coordonnée.

Il existe des lacunes considérables dans la capacité du Canada à prévenir et à contrôler les maladies à transmission vectorielle. Ces lacunes comprennent une connaissance limitée d'un éventail de mesures efficaces pour contrôler les vecteurs dans l'environnement et pour permettre aux gens de se protéger, de même qu'un manque de protocoles établis pour les programmes de lutte contre les maladies à transmission vectorielle destinés aux intervenants de première ligne en santé publique. La nécessité d'innover en matière de prévention et de contrôle est mise en évidence par les défis croissants de la résistance aux antimicrobiens et de la résistance aux insecticides à l'échelle internationale.

Il faut valider les systèmes d'alerte précoce (Morin et coll., 2018) pour les maladies infectieuses, comme les maladies transmises par les moustiques, qui peuvent devenir plus épidémiques en raison des changements climatiques et qui menacent de se propager rapidement au Canada, comme ce fût le cas lors de l'introduction du VNO. En outre, les collectivités canadiennes aux niveaux municipal, provincial et territorial ont besoin d'évaluations exhaustives de la vulnérabilité aux effets des changements climatiques sur tous les aspects de la santé, comme les maladies et les décès liés à la chaleur, les maladies chroniques et les risques de maladies infectieuses. Ces évaluations constituent la première étape en vue de réduire les risques futurs de maladie, ainsi que de cerner les lacunes dans les connaissances et le système de santé publique, qui doivent être comblées par des investissements ou de la recherche (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé).

Pour combler les lacunes existantes en matière de connaissances à l'appui d'une adaptation efficace, il faut une collaboration directe et bien planifiée avec la santé publique et les utilisateurs finaux (Nyström et coll., 2018). Les initiatives de collaboration, comme celle établie entre l'ASPC et l'Université de Montréal dans leur Groupe de recherche en épidémiologie des zoonoses et santé publique, accéléreraient la capacité d'innover et de réagir aux menaces émergentes liées aux maladies (GREZOSP, 2019). Toutefois, de telles collaborations nécessitent des investissements à long terme, l'harmonisation des buts et des objectifs entre les partenaires, des compétences mutuelles, le respect et la confiance, ainsi qu'une proximité géographique pour réussir (Rycroft-Malone et coll., 2015).

6.6 Conclusion

Depuis la publication en 2008 de la première évaluation canadienne exhaustive de la vulnérabilité en matière de santé et de l'adaptation aux changements climatiques, des efforts considérables ont été déployés pour évaluer les risques liés aux maladies émergentes (en particulier les maladies à transmission vectorielle), mettre en œuvre la surveillance et diffuser de l'information sur la prévention et le contrôle efficaces aux professionnels de la santé publique et au membres du grand public. Depuis, le vecteur de la maladie de Lyme s'est propagé au Canada comme prévu et a entraîné l'émergence rapide de la maladie de Lyme et d'autres maladies transmises par les tiques. Le VEEE s'est également répandu au Canada, une éclosion de VNO s'est produite dans l'est du Canada et l'*Ae. albopictus* s'est établi dans le sud de l'Ontario. Ces événements confirment le risque accru de propagation vers le nord de vecteurs et de maladies à transmission vectorielle en provenance des États-Unis, et d'épidémies de maladies endémiques à transmission vectorielle causées par les conditions météorologiques, tel qu'il est mentionné dans l'évaluation de 2008. Ils mettent également en lumière la réalité de l'émergence et de la réémergence des maladies à transmission vectorielle découlant des changements climatiques.

L'apparition de la première infection par le virus chikungunya, puis par le virus Zika, dans les Amériques, a également accru les préoccupations des responsables de la santé publique au Canada et à l'étranger au sujet des risques associés à la propagation de maladies exotiques venant de loin, à leur introduction et à leur transmission endémique. La question de savoir si ces événements d'émergence de maladies avaient été causés ou non par les changements climatiques, en tout ou en partie, a fait l'objet d'un débat (Paz et Semenza, 2016). D'une façon ou d'une autre, l'identification dans le sud de l'Ontario de populations d'*Ae. albopictus*, un vecteur de ces deux maladies, signifie que la possibilité de transmission autochtone de maladies exotiques au Canada ne relève plus d'une hypothèse. Les données présentées dans le présent chapitre indiquent que la dengue et la fièvre de la vallée du Rift sont les maladies exotiques à transmission vectorielle les plus graves qui pourraient apparaître au Canada suite à une dispersion sur de longues distances. De plus, bien que l'évaluation de 2008 ait fait état de maladies sensibles au climat, il n'y a pas eu d'événements majeurs d'émergence ou de réémergence associés à la peste et aux zoonoses transmises directement comme le hantavirus depuis cette époque. Toutefois, aucun effort n'a été déployé pour explorer plus à fond les effets futurs possibles des changements climatiques sur ces agents pathogènes.

Les changements climatiques et les conditions météorologiques peuvent accroître les risques liés aux maladies infectieuses transmises d'une personne à l'autre et de maladies infectieuses transmises par l'air provenant de sources environnementales. De façon générale, des éclosions ou des événements d'émergence de ces maladies sensibles au climat, comme la paralysie flasque aiguë et la blastomycose, se sont produits au Canada ou en Amérique du Nord (Trudel et coll., 2014; Elrick et coll., 2019). Par conséquent, il est justifié de mener davantage de recherches sur les effets possibles des changements climatiques sur ces maladies.

À l'instar d'autres pays à revenu élevé, la capacité d'adaptation au Canada pour gérer les risques de maladies infectieuses émergentes et réémergentes est considérée comme étant excellente. Cela est attribuable à la contribution combinée des systèmes de santé publique nationaux et internationaux, de même qu'à la robustesse des services de soins de santé et à la capacité technologique. Néanmoins, des lacunes subsistent au chapitre des connaissances et des activités de santé publique. Celles-ci incluent la nécessité de réaliser



des évaluations supplémentaires des effets des changements climatiques sur les risques liés aux maladies infectieuses; d'effectuer des évaluations plus systématiques de la vulnérabilité par les municipalités, les provinces et les territoires; d'améliorer la surveillance, y compris les programmes de surveillance à long terme des effets des changements climatiques; d'accroître la capacité de contrôle. Ces lacunes ne peuvent être comblées que par un accroissement de la recherche et des investissements dans les interventions en santé publique, une collaboration plus directe des utilisateurs finaux de la santé publique et des chercheurs universitaires, et l'application d'approches multidisciplinaires de type « Un monde, une santé » (ou « Une seule santé »).

6.7 Références

- Acheson, E. S., Galanis, E., Bartlett, K., Klinkenberg, B. (2019). Climate classification system-based determination of temperate climate detection of *Cryptococcus gattii* sensu lato. *Emerging Infectious Diseases*, 25(9), 1723-1726.
- Acheson, E. S., Galanis, E., Bartlett, K., Mak, S., et Klinkenberg, B. (2018). Searching for clues for eighteen years: Deciphering the ecological determinants of *Cryptococcus gattii* on Vancouver Island, British Columbia. *Medical Mycology*, 56(2), 129-144. <<https://doi.org/10.1093/mmy/myx037>>
- Adekoya N, Truman B, Landen M; Centers for Disease Control and Prevention. (2015). Incidence of notifiable diseases among American Indians/Alaska Natives - United States, 2007-2011. *MMWR Morb Mortal Weekly Report*, 64(1), 16-9.
- Adler NE, Newman K. (2002). Socioeconomic disparities in health: pathways and policies. *Health Affairs (Project Hope)*, 21(2), 60-76. <<https://doi.org/10.1377/hlthaff.21.2.60>>
- Aenishaenslin, C., Simon, A., Forde, T., Ravel, A., Proulx, J.-F., Fehlner-Gardiner, C., . . . Belanger, D. (2014). Characterizing rabies epidemiology in remote Inuit communities in Québec, Canada: A "One Health" approach. *EcoHealth*, 11(3), 343-355. <<https://doi.org/10.1007/s10393-014-0923-1>>
- Agence canadienne d'inspection des aliments (2019). *Cas de rage au Canada*. Consulté sur le site : <<https://inspection.canada.ca/sante-des-animaux/animaux-terrestres/maladies/declaration-obligatoire/rage/cas-de-rage-au-canada/fra/1356156989919/1356157139999>>
- Alarcon Falconi, T. M., Cruz, M. S., et Naumova, E. N. (2018). The shift in seasonality of legionellosis in the USA. *Epidemiology et Infection*, 146(14), 1824-1833. <<https://doi.org/10.1017/S0950268818002182>>
- Altizer, S., Ostfeld, R. S., Johnson, P. T. J., Kutz, S., et Harvell, C. D. (2013). Climate change and infectious diseases: From evidence to a predictive framework. *Science*, 341(6145), 514-519. <<https://doi.org/10.1126/science.1239401>>
- Ampofo, K., Gesteland, P. H., Bender, J., Mills, M., Daly, J., Samore, M., . . . Srivastava, R. (2006). Epidemiology, complications, and cost of hospitalization in children with laboratory-confirmed influenza infection. *Pediatrics*, 118(6), 2409-2417. <<https://doi.org/10.1542/peds.2006-1475>>
- Andersen, K. G., Rambaut, A., Lipkin, W. I., Holmes, E. C., et Garry, R. F. (2020). The proximal origin of SARS-CoV-2. *Nature medicine*, 26(4), 450-452. <<https://doi.org/10.1038/s41591-020-0820-9>>
- Anderson, H., Honish, L., Taylor, G., Johnson, M., Tovstiuik, C., Fanning, A., Tyrrell, G., Rennie, R., Jaipaul, J., Sand, C., et Probert, S. (2006). Histoplasmosis cluster, golf course, Canada. *Emerging infectious diseases*, 12(1), 163-165. <<https://doi.org/10.3201/eid1201.051083>>
- Anderson, R. M., et May, R. M. (1991). *Infectious diseases of humans: Dynamics and control*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Andreadis, T. G., Anderson, J. F., Armstrong, P. M., et Main, A. J. (2008). Isolations of Jamestown Canyon virus (Bunyaviridae: Orthobunyavirus) from field-collected mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Connecticut, USA: A ten-year analysis, 1997-2006. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 8(2), 175-188. <<https://doi.org/10.1089/vbz.2007.0169>>
- Anyamba, A., Linthicum, K. J., Small, J. L., Collins, K. M., Tucker, C. J., Pak, E. W., . . . Russell, K. L. (2012). Climate teleconnections and recent patterns of human and animal disease outbreaks. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 6(1), 1-14. <<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001465>>
- Arksey, H., et O'Malley, L. (2005). Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19-32. <<https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>>
- Armstrong, P. M., et Andreadis, T. G. (2010). Eastern equine encephalitis virus in mosquitoes and their role as bridge vectors. *Emerging Infectious Diseases*, 16(12), 1869-1874. <<https://doi.org/10.3201/eid1612.100640>>
- Artsob, H. (1988). Powassan encephalitis. In T. P. Monath (Ed.), *The arboviruses: Epidemiology and ecology* (Vol. 4, pp. 29-49). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Artsob, H. (2000). Arthropod-borne disease in Canada: A clinician's perspective from the 'Cold Zone'. *Paediatrics et Child Health*, 5(4), 206-212. <<https://doi.org/10.1093/pch/5.4.206>>
- Artsob, H., Gubler, D. J., Enria, D. A., Morales, M. A., Pupo, M., Bunning, M. L., et Dudley, J. P. (2009). West Nile virus in the New World: Trends in the spread and proliferation of West Nile virus in the Western Hemisphere. *Zoonoses and Public Health*, 56(6-7), 357-369. <<https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2008.01207.x>>
- Asad, H., et Carpenter, D. O. (2018). Effects of climate change on the spread of Zika virus: A public health threat. *Reviews on Environmental Health*, 33(1), 31-42. <<https://doi.org/10.1515/revh-2017-0042>>
- Ashraf, U., Ye, J., Ruan, X., Wan, S., Zhu, B., et Cao, S. (2015). Usutu virus: An emerging flavivirus in Europe. *Viruses*, 7(1), 219-238. <<https://doi.org/10.3390/v7010219>>
- Aune, K., Rhyhan, J. C., Russell, R., Roffe, T. J., et Corso, B. (2012). Environmental persistence of *Brucella abortus* in the Greater Yellowstone Area. *The Journal of Wildlife Management*, 76(2), 253-261. <<https://doi.org/10.1002/jwmg.274>>

- Ayers, V. B., Huang, Y.-J. S., Lyons, A. C., Park, S. L., Higgs, S., Dunlop, J. I., . . . Vanlandingham, D. L. (2018). *Culex tarsalis* is a competent vector species for Cache Valley virus. *Parasites et Vectors*, 11, 1-6. <<https://doi.org/10.1186/s13071-018-3103-2>>
- Azam, D., Ukpai, O. M., Said, A., Abd-Allah, G. A., et Morgan, E. R. (2012). Temperature and the development and survival of infective *Toxocara canis* larvae. *Parasitology Research*, 110(2), 649-656. <<https://doi.org/10.1007/s00436-011-2536-8>>
- Azar, M. M., Assi, R., Relich, R. F., Schmitt, B. H., Norris, S., Wheat, L. J., et Hage, C. A. (2015). Blastomycosis in Indiana. *Chest*, 148(5), 1276-1284. <<https://doi.org/10.1378/chest.15-0289>>
- Badawi, A., Velummailum, R., Ryoo, S. G., Senthinathan, A., Yaghoubi, S., Vasileva, D., . . . Arora, P. (2018). Prevalence of chronic comorbidities in dengue fever and West Nile virus: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, 13(7), 1-27. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200200>>
- Barclay, E. (2008). Is climate change affecting dengue in the Americas? *The Lancet*, 371(9617), 973-974. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)60435-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)60435-3)>
- Baumgardner, D. J. (1997). Fungal infection after excavation or natural disaster. *Wilderness et Environmental Medicine*, 8(3), 177. Consulté sur le site : <[https://www.wemjournal.org/article/S1080-6032\(97\)70965-7/](https://www.wemjournal.org/article/S1080-6032(97)70965-7/)>
- Baumgardner, D. J., et Burdick, J. S. (1991). An outbreak of human and canine blastomycosis. *Reviews of Infectious Diseases*, 13(5), 898-905. <<https://doi.org/10.1093/clinids/13.5.898>>
- Baumgardner, D. J., Paretsky, D. P., Baeseman, Z. J., et Schreiber, A. (2011). Effects of season and weather on blastomycosis in dogs: Northern Wisconsin, USA. *Medical Mycology*, 49(1), 49-55. <<https://doi.org/10.3109/13693786.2010.488658>>
- Beard, C. B., Eisen, R. J., Barker, C. M., Garofalo, J. F., Hahn, M., Hayden, M., . . . Schramm, P. J. (2016). Vector-borne diseases. In A. Crimmins, J. Balbus, J. L. Gamble, C. B. Beard, J. E. Bell, D. Dodgen, R. J. Eisen, N. Fann, M. D. Hawkins, S. C. Herring, L. Jantarasami, D. M. Mills, S. Saha, M. C. Sarofim, J. Trtanj, et L. Ziska (Eds.), *The impacts of climate change on human health in the United States: A scientific assessment* (pp. 129-156). Washington, DC: U.S. Global Change Research Program. <<https://doi.org/10.7930/J0765C7V>>
- Beaudoin, M., et Gosselin, P. (2016). An effective public health program to reduce urban heat islands in Québec, Canada. *Pan American Journal of Public Health*, 40(3), 160-166. Consulté sur le site : <<http://iris.paho.org/xmliui/handle/123456789/31230>>
- Beauté, J. (2017). Legionnaires' disease in Europe, 2011 to 2015. *Eurosurveillance*, 22(27), 1-8. <<https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2017.22.27.30566>>
- Beauté, J., Sandin, S., Uldum, S. A., Rota, M. C., Brandsema, P., Giesecke, J., et Sparén, P. (2016). Short-term effects of atmospheric pressure, temperature, and rainfall on notification rate of community-acquired Legionnaires' disease in four European countries. *Epidemiology et Infection*, 144(16), 3483-3493. <<https://doi.org/10.1017/S0950268816001874>>
- Ben Ari, T., Gershunov, A., Gage, K. L., Snäll, T., Ettestad, P., Kausrud, K. L., et Stenseth, N. C. (2008). Human plague in the USA: The importance of regional and local climate. *Biology Letters*, 4(6), 737-740. <<https://doi.org/10.1098/rsbl.2008.036>>3
- Ben Ari, T., Gershunov, A., Tristan, R., Cazelles, B., Gage, K., et Stenseth, N. C. (2010). Interannual variability of human plague occurrence in the western United States explained by tropical and North Pacific Ocean climate variability. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 83(3), 624-632. <<https://doi.org/10.4269/ajtmh.2010.09-0775>>
- Bern, C., et Montgomery, S. P. (2009). An estimate of the burden of Chagas disease in the United States. *Clinical Infectious Diseases*, 49(5), e52-e54. <<https://doi.org/10.1086/605091>>
- Berrang-Ford, L., Maclean, J. D., Gyorkos, T. W., Ford, J. D., et Ogden, N. H. (2009). Climate change and malaria in Canada: A systems approach. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2009, 1-13. <<https://doi.org/10.1155/2009/385487>>
- Berry, P. (2008). Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada. Dans J. Séguin (éd.), *Santé et changements climatiques: évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada* (pages 367 à 448). Ottawa, ON: Gouvernement of Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.635906/publication.html>>
- Berry, P., Clarke, K.-L., Fleury, M. D., et Parker, S. (2014a). Santé humaine. Dans F. J. Warren et D. S. Lemmen (éd.), *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatifs aux impacts et à l'adaptation* (pages 191 à 232). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.643395/publication.html>>
- Berry, P., Patterson, J., Buse, C. (2014b). Assessment of Vulnerability to the Health Impacts of Climate Change in Middlesex-London. Consulté sur le site : <<https://www.healthunit.com/climate-change>>
- Berteaux, D., de Blois, S., Angers, J.-F., Bonin, J., Casajus, N., Darveau, M., . . . Vescovi, L. (2010). The CC-Bio project: Studying the effects of climate change on Quebec biodiversity. *Diversity*, 2(11), 1181-1204. <<https://doi.org/10.3390/d2111181>>
- Berteaux, D., et Stenseth, N. C. (2006). Measuring, understanding and projecting the effects of large-scale climatic variability on mammals. *Climate Research*, 32(2), 95-97. Consulté sur le site : <https://www.int-res.com/articles/cr_oa/c032p095.pdf>



- Biggs, H. M., Behravesh, C. B., Bradley, K. K., Dahlgren, F. S., Drexler, N. A., Dumler, J. S., . . . Traeger, M. S. (2016). Diagnosis and management of tickborne rickettsial diseases: Rocky Mountain spotted fever and other spotted fever group Rickettsioses, Ehrlichioses, and Anaplasmosis - United States. *MMWR Recommendations and Reports*, 65(2), 1-44. <<https://doi.org/10.15585/mmwr.rr6502a1>>
- Blancher, P., Cadman, M. D., Pond, B. A., Couturier, A. R., Dunn, E. H., Francis, C. M., et Rempel, R. S. (2008). Changements dans la répartition des oiseaux depuis le premier atlas. In M. D. Cadman, D. A. Sutherland, G. G. Beck, D. Lepage, et A. R. Couturier (éds.), *Atlas des oiseaux nicheurs de l'Ontario, 2001-2005* (pp. 32-48). Toronto, Ontario: Études d'oiseaux Canada, Environnement Canada, Ontario Field Ornithologists, ministère des richesses naturelles de l'Ontario, et Ontario Nature.
- Bouchard, C., Aenishaenslin, C., Rees, E. E., Koffi, J. K., Pelcat, Y., Ripoche, M., . . . Leighton, P. A. (2018). Integrated social-behavioral and ecological risk maps to prioritize local public health responses to Lyme disease. *Environmental Health Perspectives*, 126(4). <<https://doi.org/10.1289/EHP1943>>
- Bouchard, C., Dibernardo, A., Koffi, J., Wood, H., Leighton, P. A., et Lindsay, L. R. (2019). Increased risk of tick-borne diseases with climate and environmental changes. *Canada Communicable Disease Report*, 45(4), 83-89. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v45i04a02>>
- Bouchard, C., Leonard, E., Koffi, J. K., Pelcat, Y., Peregrine, A., Chilton, N., . . . Ogden, N. H. (2015). The increasing risk of Lyme disease in Canada. *The Canadian Veterinary Journal*, 56(7), 693-699. Consulté sur le site : <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4466818/>>
- Bouri, N., Sell, T. K., Franco, C., Adalja, A. A., Henderson, D. A., et Hynes, N. A. (2012). Return of epidemic dengue in the United States: Implications for the public health practitioner. *Public Health Reports*, 127(3), 259-266. <<https://doi.org/10.1177/003335491212700305>>
- Brachman, P. S., et Abrutyn, E. (Eds.). (2009). *Bacterial infections of humans: Epidemiology and control* (4th ed.). New York, NY: Springer.
- Brady, O. J., Johansson, M. A., Guerra, C. A., Bhatt, S., Golding, N., Pigott, D. M., . . . Hay, S. I. (2013). Modelling adult *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* survival at different temperatures in laboratory and field settings. *Parasites and Vectors*, 6, 1-12. <<https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-351>>
- Brierley, L., Vonhof, M. J., Olival, K. J., Daszak, P., et Jones, K. E. (2016). Quantifying global drivers of zoonotic bat viruses: A process-based perspective. *The American Naturalist*, 187(2), E53-E64. <<https://doi.org/10.1086/684391>>
- British Columbia Centre for Disease Control. (2019). Reportable Diseases Data Dashboard. Consulté sur le site : <<http://www.bccdc.ca/health-professionals/data-reports/reportable-diseases-data-dashboard>>
- Brook, R. K., Kutz, S. J., Veitch, A. M., Popko, R. A., Elkin, B. T., et Guthrie, G. (2009). Fostering community-based wildlife health monitoring and research in the Canadian North. *EcoHealth*, 6(2), 266-278. <<https://doi.org/10.1007/s10393-009-0256-7>>
- Brown, E. M., McTaggart, L. R., Dunn, D., Pszczolko, E., Tsui, K. G., Morris, S. K., . . . Richardson, S. E. (2018). Epidemiology and geographic distribution of blastomycosis, histoplasmosis, and coccidioidomycosis, Ontario, Canada, 1990–2015. *Emerging Infectious Diseases*, 24(7), 1257-1266. <<https://doi.org/10.3201/eid2407.172063>>
- Brownstein, J. S., Holford, T. R., et Fish, D. (2005a). Effect of climate change on Lyme disease risk in North America. *EcoHealth*, 2(1), 38-46. <<https://doi.org/10.1007/s10393-004-0139-x>>
- Brownstein, J. S., Skelly, D. K., Holford, T. R., et Fish, D. (2005b). Forest fragmentation predicts local scale heterogeneity of Lyme disease risk. *Oecologia*, 146(3), 469-475. <<https://doi.org/10.1007/s00442-005-0251-9>>
- Bullard, J. M. P., Ahsanuddin, A. N., Perry, A. M., Lindsay, L. R., Iranpour, M., Dibernardo, A., et Van Caesele, P. G. (2014). The first case of locally acquired tick-borne *Babesia microti* infection in Canada. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*, 25(6), e87-e89. <<https://doi.org/10.1155/2014/209521>>
- Bush, E., et Lemmen D. (éd.). (2019). *Rapport sur le climat changeant du Canada*. Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/>>
- Cable, J., Barber, I., Boag, B., Ellison, A. R., Morgan, E. R., Murray, K., . . . Booth, M. (2017). Global change, parasite transmission and disease control: Lessons from ecology. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372(1719), 1-17. <<https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0088>>
- Caini, S., Spreeuwenberg, P., Donker, G., Korevaar, J., et Paget, J. (2018). Climatic factors and long-term trends of influenza-like illness rates in the Netherlands, 1970–2016. *Environmental Research*, 167, 307-313. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.07.035>>
- Campbell, L. P., Luther, C., Moo-Llanes, D., Ramsey, J. M., Danis-Lozano, R., et Peterson, A. T. (2015). Climate change influences on global distributions of dengue and chikungunya virus vectors. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1665), 1-9. <<https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0135>>
- Carlsen, B., et Glenton, C. (2016). The swine flu vaccine, public attitudes, and researcher interpretations: A systematic review of qualitative research. *BMC Health Services Research*, 16, 1-15. <<https://doi.org/10.1186/s12913-016-1466-7>>



- Carmona-Castro, O., Moo-Llanes, D. A., et Ramsey, J. M. (2018). Impact of climate change on vector transmission of *Trypanosoma cruzi* (Chagas, 1909) in North America. *Medical and Veterinary Entomology*, 32(1), 84-101. <<https://doi.org/10.1111/mve.12269>>
- Castillo, C. G., Kauffman, C. A., et Miceli, M. H. (2016). Blastomycosis. *Infectious Disease Clinics of North America*, 30(1), 247-264. <<https://doi.org/10.1016/j.idc.2015.10.002>>
- Ceccato, P., Ramirez, B., Manyangadze, T., Gwakisa, P., et Thomson, M. C. (2018). Data and tools to integrate climate and environmental information into public health. *Infectious Diseases of Poverty*, 7, 1-11. <<https://doi.org/10.1186/s40249-018-0501-9>>
- Centre de collaboration nationale de la santé autochtone. (2016). *Les déterminants de la prévalence et de la gravité de l'infection par le virus de la grippe au sein des populations autochtones du Canada*. Prince George, Colombie-Britannique: Centre de collaboration nationale de la santé autochtone
- Centre européen de prévention et de contrôle des maladies. (2018). *Legionnaires' disease – Annual epidemiological report for 2016*. Stockholm, Sweden: European Centre for Disease Prevention and Control. Consulté sur le site : <<https://ecdc.europa.eu/en/publications-data/legionnaires-disease-annual-epidemiological-report-2016>>
- Centre européen de prévention et de contrôle des maladies. (2019). *Risk assessments*. Consulté sur le site : <<https://www.ecdc.europa.eu/en/threats-and-outbreaks/reports-and-data/risk-assessments>>
- Centers for Disease Control and Prevention (2017). *Anthrax*. Consulté sur le site : <<https://www.cdc.gov/anthrax/index.html>>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2018a). *La Crosse encephalitis: Epidemiology et geographic distribution*. Consulté sur le site : <<https://www.cdc.gov/lac/tech/epi.html>>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2018b). *Saint Louis encephalitis: Statistics et maps*. Consulté sur le site : <<https://www.cdc.gov/sle/technical/epi.html>>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2018c). *Technical fact sheet: Eastern equine encephalitis*. Consulté sur le site : <<https://www.cdc.gov/easternequineencephalitis/tech/factsheet.html>>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2018d). *Technical fact sheet: St Louis encephalitis*. Consulté sur le site : <<https://www.cdc.gov/sle/technical/fact.html>>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2018e). *Chagas provider fact sheet*. Consulté sur le site : <<https://www.cdc.gov/parasites/chagas/resources/factsheet.pdf>>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2019a). *Plague fact sheet*. Consulté sur le site : <https://www.cdc.gov/plague/resources/235098_Plaguefactsheet_508.pdf>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2019b). *Brucellosis*. Consulté sur le site : <<https://www.cdc.gov/brucellosis/index.html>>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2019c). *Q Fever*. Consulté sur le site : <<https://www.cdc.gov/qfever/symptoms/index.html>>
- Centre for Food-borne, Environmental and Zoonotic Infectious Diseases. (2017). Synopsis: Lyme Disease in Canada – A Federal Framework. *Canada communicable disease report*, 43(10), 212-214. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v43i10a04>>
- Centre for Public Health and Zoonoses. (2019). *One Health*. Consulté sur le site : <<http://cphaz.ca/onehealth/>>
- Chambers, D., Périé, C., Casajus, N., et de Blois, S. (2013). Challenges in modelling the abundance of 105 tree species in eastern North America using climate, edaphic, and topographic variables. *Forest Ecology and Management*, 291, 20-29. <<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.046>>
- Charron, D., Fleury, M., Lindsay, L. R., Ogden, N., et Schuster, C. J. (2008). Répercussions des changements climatiques sur les maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs. Dans J. Séguin (éd.), *Santé et changements climatiques: évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada* (pages 171 à 210). Ottawa, ON: Gouvernement of Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.635906/publication.html>>
- Chattopadhyay, I., Kiciman, E., Elliott, J. W., Shaman, J. L., et Rzhetsky, A. (2018). Conjunction of factors triggering waves of seasonal influenza. *eLife*, 7, 1-44. <<https://doi.org/10.7554/eLife.30756>>
- Chen, C. C., Jenkins, E., Epp, T., Waldner, C., Curry, P. S., et Soos, C. (2013). Climate change and West Nile virus in a highly endemic region of North America. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(7), 3052-3071. <<https://doi.org/10.3390/ijerph10073052>>
- Chen, N.-T., Chen, M.-J., Guo, C.-Y., Chen, K.-T., et Su, H.-J. (2014a). Precipitation increases the occurrence of sporadic Legionnaires' disease in Taiwan. *PLOS ONE*, 9(12), 1-11. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114337>>
- Chen, S. C.-A., Meyer, W., et Sorrell, T. C. (2014b). *Cryptococcus gattii* infections. *Clinical Microbiology Reviews*, 27(4), 980-1024. <<https://doi.org/10.1128/CMR.00126-13>>
- Cheng, J., Wu, J., Xu, Z., Zhu, R., Wang, X., Li, K., . . . Su, H. (2014). Associations between extreme precipitation and childhood hand, foot and mouth disease in urban and rural areas in Hefei, China. *Science of the Total Environment*, 497-498, 484-490. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.08.006>>
- Choi, K. M., Christakos, G., et Wilson, M. L. (2006). El Niño effects on influenza mortality risks in the state of California. *Public Health*, 120(6), 505-516. <<https://doi.org/10.1016/j.puhe.2006.01.011>>

- Chretien, J.-P., Anyamba, A., Bedno, S. A., Breiman, R. F., Sang, R., Seron, K., . . . Linthicum, K. J. (2007). Drought-associated chikungunya emergence along coastal East Africa. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 76(3), 405-407. <<https://doi.org/10.4269/ajtmh.2007.76.405>>
- Cilloniz, C., Ewig, S., Gabarrus, A., Ferrer, M., Puig de la Bella Casa, J., Mensa, J., et Torres, A. (2017). Seasonality of pathogens causing community-acquired pneumonia. *Respirology*, 22(4), 778-785. <<https://doi.org/10.1111/resp.12978>>
- Click Lambert, R., Kolivras, K. N., Resler, L. M., Brewster, C. C., et Paulson, S. L. (2008). The potential for emergence of Chagas disease in the United States. *Geospatial Health*, 2(2), 227-239. <<https://doi.org/10.4081/gh.2008.246>>
- Clow, K. M., Leighton, P. A., Ogden, N. H., Lindsay, L. R., Michel, P., Pearl, D. L., et Jardine, C. M. (2017). Northward range expansion of *Ixodes scapularis* evident over a short timescale in Ontario, Canada. *PLOS ONE*, 12(12), 1-15. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189393>>
- Collier, C. G. (1992). Weather conditions prior to major outbreaks of meningococcal meningitis in the United Kingdom. *International Journal of Biometeorology*, 36(1), 18-29. <<https://doi.org/10.1007/BF01208730>>
- Comrie, A. C., et Glueck, M. F. (2007). Assessment of climate-coccidioidomycosis model: Model sensitivity for assessing climatologic effects on the risk of acquiring coccidioidomycosis. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1111(1), 83-95. <<https://doi.org/10.1196/annals.1406.024>>
- Conza, L., Casati, S., Limoni, C., et Gaia, V. (2013). Meteorological factors and risk of community-acquired Legionnaires' disease in Switzerland: An epidemiological study. *BMJ Open*, 3(3). <<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2012-002428>>
- Corrin, T., Greig, J., Harding, S., Young, I., Mascarenhas, M., et Waddell, L. A. (2018). Powassan virus, a scoping review of the global evidence. *Zoonoses and Public Health*, 65(6), 595-624. <<https://doi.org/10.1111/zph.12485>>
- Cox, R., Sanchez, J., et Revie, C. W. (2013). Multi-criteria decision analysis tools for prioritising emerging or re-emerging infectious diseases associated with climate change in Canada. *PLOS ONE*, 8(8). <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0068338>>
- Crampton, T. L., Light, R. B., Berg, G. M., Meyers, M. P., Schroeder, G. C., Hershfield, E. S., et Embil, J. M. (2002). Epidemiology and clinical spectrum of blastomycosis diagnosed at Manitoba hospitals. *Clinical Infectious Diseases*, 34(10), 1310-1316. <<https://doi.org/10.1086/340049>>
- Cross, P. C., Edwards, W. H., Scurlock, B. M., Maichak, E. J., et Rogerson, J. D. (2007). Effects of management and climate on elk brucellosis in the Greater Yellowstone Ecosystem. *Ecological Applications*, 17(4), 957-964. <<https://doi.org/10.1890/06-1603>>
- Cutler, S. J. (2010). Relapsing fever – A forgotten disease revealed. *Journal of Applied Microbiology*, 108(4), 1115-1122. <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2009.04598.x>>
- Dalcin, D., et Ahmed, S. Z. (2015). Blastomycosis in northwestern Ontario, 2004 to 2014. *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*, 26(5), 259-262. <<https://doi.org/10.1155/2015/468453>>
- Davies, J. L., Epp, T., et Burgess, H. J. (2013). Prevalence and geographic distribution of canine and feline blastomycosis in the Canadian prairies. *The Canadian Veterinary Journal*, 54(8), 753-760. Consulté sur le site : <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3711163/>>
- Davis, N. C. (1932). The effect of various temperatures in modifying the extrinsic incubation period of the yellow fever virus in *Aedes aegypti*. *American Journal of Epidemiology*, 16(1), 163-176. <<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a117853>>
- DeFelice, N. B., Schneider, Z. D., Little, E., Barker, C., Caillouet, K. A., Campbell, S. R., . . . Shaman, J. (2018). Use of temperature to improve West Nile virus forecasts. *PLoS computational biology*, 14(3). <<https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1006047>>
- Delisle, E., Rousseau, C., Broche, B., Leparac-Goffart, I., L'Ambert, G., Cochet, A., . . . Golliot, F. (2015). Chikungunya outbreak in Montpellier, France, September to October 2014. *Eurosurveillance*, 20(17), 1-6. <<https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES2015.20.17.21108>>
- De Man, H., Mughini Gras, L., Schimmer, B., Friesema, I. H. M., De Roda Husman, A. M., et Van Pelt, W. (2016). Gastrointestinal, influenza-like illness and dermatological complaints following exposure to floodwater: A cross-sectional survey in the Netherlands. *Epidemiology et Infection*, 144(7), 1445-1454. <<https://doi.org/10.1017/S0950268815002654>>
- Deplazes, P., Rinaldi, L., Alvarez Rojas, C. A., Torgerson, P. R., Harandi, M. F., Romig, T., . . . Jenkins, E. J. (2017). Global distribution of alveolar and cystic echinococcosis. *Advances in Parasitology*, 95, 315-493. <<https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.11.001>>
- Dergousoff, S. J., Galloway, T. D., Lindsay, L. R., Curry, P. S., et Chilton, N. B. (2013). Range expansion of *Dermacentor variabilis* and *Dermacentor andersoni* (Acari: Ixodidae) near their northern distributional limits. *Journal of Medical Entomology*, 50(3), 510-520. <<https://doi.org/10.1603/me12193>>
- DesGranges, J.-L., et Morneau, F. (2010). Potential sensitivity of Québec's breeding birds to climate change. *Avian Conservation and Ecology*, 5(2). <<https://doi.org/10.5751/ace-00410-050205>>
- Dibernardo, A., Cote, T., Ogden, N. H., et Lindsay, L. R. (2014). The prevalence of *Borrelia miyamotoi* infection, and co-infections with other *Borrelia* spp. in *Ixodes scapularis* ticks collected in Canada. *Parasites et Vectors*, 7, 1-8. <<https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-183>>



- Dicker, R. C., Coronado, F. t., Koo, D., et Gibson Parrish, R., II. (Eds.). (2012). *Principles of epidemiology in public health practice: An introduction to applied epidemiology and biostatistics* (3rd ed.). Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention.
- Direction de la réglementation des agents pathogènes. (2010). *Fiche Technique Santé-Sécurité : Agents Pathogènes – Virus du Nil occidental (VNO)*. Agence de la santé publique du Canada. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/biosecurite-biosurete-laboratoire/fiches-techniques-sante-securite-agents-pathogenes-evaluation-risques/virus-nil-occidental.html>>
- Dolcé, P., Bélanger, M.-J., Tumanowicz, K., Gauthier, C. P., Jutras, P., Massé, R., . . . Artsob, H. (2003). *Coxiella burnetii* seroprevalence of shepherds and their flocks in the lower Saint-Lawrence River region of Quebec, Canada. *Canadian Journal of Infectious Diseases*, 14(2), 97-102. <<https://doi.org/10.1155/2003/504796>>
- Domenech de Cellès, M., Arduin, H., Lévy-Bruhl, D., Georges, S., Souty, C., Guillemot, D., . . . Opatowski, L. (2019). Unraveling the seasonal epidemiology of pneumococcus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(5), 1802-1807. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1812388116>>
- Dowell, S. F. (2001). Seasonal variation in host susceptibility and cycles of certain infectious diseases. *Emerging Infectious Diseases*, 7(3), 369-374. <<https://doi.org/10.3201/eid0703.010301>>
- Drebot, M. A. (2015). Emerging mosquito-borne bunyaviruses in Canada. *Canada Communicable Disease Report*, 41(6), 117-123. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v41i06a01>>
- Drebot, M. A., Artsob, H., et Werker, D. (2000). Hantavirus pulmonary syndrome in Canada, 1989-1999. *Canada Communicable Disease Report*, 26(8), 65-69. Consulté sur le site : <<http://publications.gc.ca/pub?id=9.507730etsl=0>>
- Dworkin, M. S., Schwan, T. G., Anderson, D. E., et Borchardt, S. M. (2008). Tick-borne relapsing fever. *Infectious Disease Clinics of North America*, 22(3), 449-468. <<https://doi.org/10.1016/j.idc.2008.03.006>>
- Dye, C. (2014). After 2015: Infectious diseases in a new era of health and development. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1645), 1-9. <<https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0426>>
- Eads, D. A., et Hoogland, J. L. (2017). Precipitation, climate change, and parasitism of prairie dogs by fleas that transmit plague. *Journal of Parasitology*, 103(4), 309-319. <<https://doi.org/10.1645/16-195>>
- Earn, D. J. D., He, D., Loeb, M. B., Fonseca, K., Lee, B. E., et Dushoff, J. (2012). Effects of school closure on incidence of pandemic influenza in Alberta, Canada. *Annals of Internal Medicine*, 156(3), 173-181. <<https://doi.org/10.7326/0003-4819-156-3-201202070-00005>>
- Earn, D. J. D., Ma, J., Poinar, H., Dushoff, J., Bolker, B. M. (2020). Acceleration of plague outbreaks in the second pandemic. *Proceedings of the National Academies of Science of the U S A*, 117(44), 27703-27711.
- Ebi, K.L., Balbus J.M., Lubner G., Bole A., Crimmins A., Glass G., Saha S., Shimamoto M.M., Trtanj J., et White-Newsome J.L. (2018). Human Health. In Reidmiller, D.R., C.W. Avery, D.R. Easterling, K.E. Kunkel, K.L.M. Lewis, T.K. Maycock, and B.C. Stewart (Eds.), *Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II* (pp. 572–603). Washington, DC: U.S. Global Change Research Program. doi: 10.7930/NCA4.2018.CH14
- Ebi, K. L., Kovats, R. S., et Menne, B. (2006a). An approach for assessing human health vulnerability and public health interventions to adapt to climate change. *Environmental Health Perspectives*, 114(12), 1930-1934. <<https://doi.org/10.1289/ehp.8430>>
- Ebi, K. L., Lewis, N. D., et Corvalan, C. (2006b). Climate variability and change and their potential health effects in small island states: Information for adaptation planning in the health sector. *Environmental Health Perspectives*, 114(12), 1957-1963. <<https://doi.org/10.1289/ehp.8429>>
- Ebi, K. L., Ogden, N. H., Semenza, J. C., et Woodward, A. (2017). Detecting and attributing health burdens to climate change. *Environmental Health Perspectives*, 125(8), 1-8. <<https://doi.org/10.1289/EHP1509>>
- Edgington, S., Guan, T. H., Evans, G., et Srivastava, S. (2018). Human granulocytic anaplasmosis acquired from a blacklegged tick in Ontario. *CMAJ*, 190(12), E363-E366. <<https://doi.org/10.1503/CMAJ.171243>>
- Eisen, R. J., Eisen, L., Ogden, N. H., et Beard, C. B. (2016). Linkages of weather and climate with *Ixodes scapularis* and *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae), enzootic transmission of *Borrelia burgdorferi*, and Lyme disease in North America. *Journal of Medical Entomology*, 53(2), 250-261. <<https://doi.org/10.1093/jme/tjv199>>
- Eldin, C., Mahamat, A., Djossou, F., et Raoult, D. (2015). Rainfall and sloth births in May, Q fever in July, Cayenne, French Guiana. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 92(5), 979-981. <<https://doi.org/10.4269/ajtmh.14-0751>>
- Elrick, M. J., Gordon-Lipkin, E., Crawford, T. O., Van Haren, K., Messacar, K., Thornton, N., . . . Duggal, P. (2019). Clinical subpopulations in a sample of North American children diagnosed with acute flaccid myelitis, 2012-2016. *JAMA Pediatrics*, 173(2), 134-139. <<https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2018.4890>>
- Embil, J. A., Tanner, C. E., Pereira, L. H., Staudt, M., Morrison, E. G., et Gualazzi, D. A. (1988). Seroepidemiologic survey of *Toxocara canis* infection in urban and rural children. *Public Health*, 102(2), 129-133. <[https://doi.org/10.1016/S0033-3506\(88\)80039-8](https://doi.org/10.1016/S0033-3506(88)80039-8)>

- Enscore, R. E., Biggerstaff, B. J., Brown, T. L., Fulgham, R. E., Reynolds, P. J., Engelthaler, D. M., . . . Gage, K. L. (2002). Modeling relationships between climate and the frequency of human plague cases in the southwestern United States, 1960-1997. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 66(2), 186-196. <<https://doi.org/10.4269/ajtmh.2002.66.186>>
- Environmental Protection Agency. (2018). *Level III and IV Ecoregions of the Continental United States*. Consulté sur le site : <<https://www.epa.gov/eco-research/level-iii-and-iv-ecoregions-continental-united-states>>
- Escobar, L. E., Romero-Alvarez, D., Leon, R., Lepe-Lopez, M. A., Craft, M. E., Borbor-Cordova, M. J., et Svenning, J.-C. (2016). Declining prevalence of disease vectors under climate change. *Scientific Reports*, 6, 1-8. <<https://doi.org/10.1038/srep39150>>
- etick. (2019). Consulté sur le site : <<https://www.etick.ca/fr>>
- Ferkol, T., et Schraufnagel, D. (2014). The global burden of respiratory disease. *Annals of the American Thoracic Society*, 11(3), 404-406. <<https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201311-405PS>>
- Fields, B. S., Benson, R. F., et Besser, R. E. (2002). Legionella and Legionnaires' disease: 25 years of investigation. *Clinical Microbiology Reviews*, 15(3), 506-526. <<https://doi.org/10.1128/cmr.15.3.506-526.2002>>
- Filejski, C. (2016). The changing face of rabies in Canada. *Canada Communicable Disease Report*, 42(6), 118-120. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v42i06a01>>
- Findlater, A., et Bogoch, I. I. (2018). Human mobility and the global spread of infectious diseases: A focus on air travel. *Trends in Parasitology*, 34(9), 772-783. <<https://doi.org/10.1016/j.pt.2018.07.004>>
- Fisman, D. N. (2007). Seasonality of infectious diseases. *Annual Review of Public Health*, 28, 127-143. <<https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.28.021406.144128>>
- Fisman, D. N. (2012). Seasonality of viral infections: Mechanisms and unknowns. *Clinical Microbiology and Infection*, 18(10), 946-954. <<https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2012.03968.x>>
- Fisman, D. N., Lim, S., Wellenius, G. A., Johnson, C., Britz, P., Gaskins, M., . . . Newbern, C. (2005). It's not the heat, it's the humidity: Wet weather increases legionellosis risk in the greater Philadelphia metropolitan area. *The Journal of Infectious Diseases*, 192(12), 2066-2073. <<https://doi.org/10.1086/498248>>
- Fisman, D. N., Tuite, A. R., et Brown, K. A. (2016). Impact of El Niño Southern Oscillation on infectious disease hospitalization risk in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(51), 14589-14594. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1604980113>>
- Fitzhenry, R., Weiss, D., Cimini, D., Balter, S., Boyd, C., Alleyne, L., . . . Varma, J. K. (2017). Legionnaires' disease outbreaks and cooling towers, New York City, New York, USA. *Emerging Infectious Diseases*, 23(11), 1769-1776. <<https://doi.org/10.3201/eid2311.161584>>
- Fonseca, K., Prince, G. D., Bratvold, J., Fox, J. D., Pybus, M., Preksaitis, J. K., et Tilley, P. (2005). West Nile virus infection and conjunctival exposure. *Emerging Infectious Diseases*, 11(10), 1648-1649. <<https://doi.org/10.3201/eid1110.040212>>
- Forbes, L. B. (1991). Isolates of *Brucella suis* biovar 4 from animals and humans in Canada, 1982-1990. *The Canadian Veterinary Journal*, 32(11), 686-688. Consulté sur le site : <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1481085/>>
- Franco-Paredes, C., Chastain, D., Taylor, P., Stocking, S., et Sellers, B. (2017). Boar hunting and brucellosis caused by *Brucella suis*. *Travel Med Infect Dis*, 16, 18-22. <<https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2017.03.006>>
- Friel, S. (2019). Climate change and the people's health (N. Krieger, Ed.). Oxford University Press. doi:10.1093/oso/9780190492731.001.0001
- Fuglei, E., et Ims, R. A. (2008). Global warming and effects on the Arctic fox. *Science Progress*, 91(2), 175-191. <<https://doi.org/10.3184/003685008X327468>>
- Fyfe, M., MacDougall, L., Romney, M., Starr, M., Pearce, M., Mak, S., . . . Kibsey, P. (2008). *Cryptococcus gattii* infections on Vancouver Island, British Columbia, Canada: Emergence of a tropical fungus in a temperate environment. *Canada Communicable Disease Report*, 34(6), 1-12. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/en/public-health/services/reports-publications/canada-communicable-disease-report-ccdr/monthly-issue/2008-34/34-06.html>>
- Gabriele-Rivet, V., Arseneault, J., Badcock, J., Cheng, A., Edsall, J., Goltz, J., . . . Ogden, N. H. (2015). Different ecological niches for ticks of public health significance in Canada. *PLOS ONE*, 10(7), 1-19. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131282>>
- Gallant, D., Slough, B. G., Reid, D. G., et Berteaux, D. (2012). Arctic fox versus red fox in the warming Arctic: Four decades of den surveys in north Yukon. *Polar Biology*, 35(9), 1421-1431. <<https://doi.org/10.1007/s00300-012-1181-8>>
- Garcia-Solache, M. A., et Casadevall, A. (2010). Global warming will bring new fungal diseases for mammals. *mBio*, 1(1), 1-3. <<https://doi.org/10.1128/mBio.00061-10>>
- Garcia-Vidal, C., Labori, M., Viasus, D., Simonetti, A., Garcia-Somoza, D., Dorca, J., . . . Carratalà, J. (2013). Rainfall is a risk factor for sporadic cases of *Legionella pneumophila* pneumonia. *PLOS ONE*, 8(4), 1-5. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061036>>



- Gargan, T. P., II., Clark, G. G., Dohm, D. J., Turell, M. J., et Bailey, C. L. (1988). Vector potential of selected North American mosquito species for Rift Valley fever virus. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 38(2), 440-446. <<https://doi.org/10.4269/ajtmh.1988.38.440>>
- Garroway, C. J., Bowman, J., Cascaden, T. J., Holloway, G. L., Mahan, C. G., Malcolm, J. R., . . . Wilson, P. J. (2010). Climate change induced hybridization in flying squirrels. *Global Change Biology*, 16(1), 113-121. <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.01948.x>>
- Garroway, C. J., Bowman, J., Holloway, G. L., Malcolm, J. R., et Wilson, P. J. (2011). The genetic signature of rapid range expansion by flying squirrels in response to contemporary climate warming. *Global Change Biology*, 17(5), 1760-1769. <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02384.x>>
- Gasmi, S., Bouchard, C., Ogden, N. H., Adam-Poupart, A., Pelcat, Y., Rees, E. E., . . . Thivierge, K. (2018). Evidence for increasing densities and geographic ranges of tick species of public health significance other than *Ixodes scapularis* in Québec, Canada. *PLOS ONE*, 13(8), 1-15. <<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0201924>>
- Gasmi, S., Ogden, N. H., Lindsay, L. R., Burns, S., Fleming, S., Badcock, J., . . . Koffi, J. K. (2017). Surveillance for Lyme disease in Canada: 2009-2015. *Canada Communicable Disease Report*, 43(10), 194-199. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v43i10a01>>
- Gatherer, D. (2010). The Little Ice Age and the emergence of influenza A. *Medical Hypotheses*, 75(4), 359-362. <<https://doi.org/10.1016/j.mehy.2010.03.032>>
- Gilbert, M., Slingenbergh, J., et Xiao, X. (2008). Climate change and avian influenza. *OIE Scientific and Technical Review*, 27(2), 459-466. <<https://doi.org/10.20506/rst.27.2.1821>>
- Gilmour, M. W., Graham, M., Reimer, A., et Van Domselaar, G. (2013). Public health genomics and the new molecular epidemiology of bacterial pathogens. *Public Health Genomics*, 16(1-2), 25-30. <<https://doi.org/10.1159/000342709>>
- Giordano, B. V., Gasparotto, A., et Hunter, F. F. (2015). A checklist of the 67 mosquito species of Ontario, Canada. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 31(1), 101-103. <<https://doi.org/10.2987/14-6456r.1>>
- Giordano, B. V., Kaur, S., et Hunter, F. F. (2017). West Nile virus in Ontario, Canada: A twelve-year analysis of human case prevalence, mosquito surveillance, and climate data. *PLOS ONE*, 12(8), 1-15. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183568>>
- Giordano, B. V., Turner, K. W., et Hunter, F. F. (2018). Geospatial analysis and seasonal distribution of West Nile virus vectors (Diptera: Culicidae) in Southern Ontario, Canada. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(4), 1-18. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15040614>>
- Githeko, A. K., Lindsay, S. W., Confalonieri, U. E., et Patz, J. A. (2000). Climate change and vector-borne diseases: A regional analysis. *Bulletin of the Organisation mondiale de la santé*, 78(9), 1136-1147. Consulté sur le site : <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2560843/>>
- Gleason, J. A., Kratz, N. R., Greeley, R. D., et Fagliano, J. A. (2016). Under the weather: Legionellosis and meteorological factors. *EcoHealth*, 13(2), 293-302. <<https://doi.org/10.1007/s10393-016-1115-y>>
- Global Burden of Disease 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators. (2016). Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980–2015: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *The Lancet*, 388(10053), 1459-1544. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31012-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31012-1)>
- Global Commission on Adaptation. (2019). Adapt now: a global call for leadership on climate resilience. Consulté sur le site : <https://cdn.gca.org/assets/2019-09/GlobalCommission_Report_FINAL.pdf>
- Golnar, A. J., Kading, R. C., et Hamer, G. L. (2018). Quantifying the potential pathways and locations of Rift Valley fever virus entry into the United States. *Transboundary and Emerging Diseases*, 65(1), 85-95. <<https://doi.org/10.1111/tbed.12608>>
- Golnar, A. J., Turell, M. J., LaBeaud, A. D., Kading, R. C., et Hamer, G. L. (2014). Predicting the mosquito species and vertebrate species involved in the theoretical transmission of Rift Valley fever virus in the United States. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 8(9), 1-11. <<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003163>>
- Goneau, L. W., Mehta, K., Wong, J., L'Huillier, A. G., et Gubbay, J. B. (2018). Zoonotic influenza and human health – Part 1: Virology and epidemiology of zoonotic influenzas. *Current Infectious Disease Reports*, 20(10), 1-12. <<https://doi.org/10.1007/s11908-018-0642-9>>
- Gorris, M. E., Cat, L. A., Zender, C. S., Treseder, K. K., et Randerson, J. T. (2018). Coccidioidomycosis dynamics in relation to climate in the southwestern United States. *GeoHealth*, 2(1), 6-24. <<https://doi.org/10.1002/2017GH000095>>
- Gouvernement du Canada. (2013). *Santé publique environnementale et les changements climatiques*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/promotion-sante/sante-publique-environnementale-changements-climatiques.html>>
- Gouvernement du Canada. (2015). *Surveillance des maladies liées à hantavirus*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/hantavirus/surveillance-maladies-liees-hantavirus.html>>



- Gouvernement du Canada. (2016). Évaluation rapide du risque : le risque associé au virus Zika pour les Canadiens (première mise à jour). Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/maladies-et-affections/evaluation-rapide-risque-risque-associe-virus-zika-pour-canadiens-premiere-mise-jour.html>>
- Gouvernement du Canada. (2017). *Surveillance de l'influenza aviaire*. Consulté sur le site : <<https://inspection.canada.ca/sante-des-animaux/animaux-terrestres/maladies/surveillance-des-maladies/surveillance-de-l-influenza-aviaire/fra/1329693810008/1329694298513>>
- Gouvernement du Canada. (2018a). *Surveillance de la peste*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/peste/surveillance-peste.html>>
- Gouvernement du Canada. (2018b). Comment le Canada se prépare à la grippe pandémique. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/preoccupations-likes-sante/urgences-desastres/mesures-urgence/preparation-pandemie-influenza.html>>
- Gouvernement du Canada. (2018c). Animaux terrestres - Maladies à notification immédiate. Consulté sur le site : <<https://inspection.canada.ca/sante-des-animaux/animaux-terrestres/maladies/notification-immEDIATE/fra/1305670991321/1305671848331>>
- Gouvernement du Canada. (2019a). *Surveillance du virus du Nil occidental*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/virus-nil-occidental/surveillance-virus-nil-occidental.html>>
- Gouvernement du Canada. (2019b). Grippe (influenza) : Surveillance ÉpiGrippe. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/grippe-influenza/surveillance-influenza.html>>
- Gouvernement du Canada. (2019c). *Maladies à déclaration obligatoire : Animaux terrestres*. Consulté sur le site : <<https://inspection.canada.ca/sante-des-animaux/animaux-terrestres/maladies/declaration-obligatoire/fra/1303768471142/1303768544412>>
- Gouvernement du Canada. (2019d). Nombre de cas signalés de maladies de 1924 à 2019 au Canada- maladies à déclaration obligatoire en direct. Consulté sur le site : <<https://maladies.canada.ca/declaration-obligatoire/graphiques?c=pl>>
- Gouvernement du Canada. (2019e). Maladies à déclaration obligatoire en direct. Consulté sur le site : <<https://maladies.canada.ca/declaration-obligatoire/>>
- Gouvernement du Canada. (2019f). Virus Zika - surveillance au Canada. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/virus-zika/professionnels-sante.html>>
- Gouvernement du Manitoba. (2018). Zones à risque de présence de tiques à pattes noires au Manitoba. Consulté sur le site : <<https://www.gov.mb.ca/health/publichealth/cdc/tickborne/surveillance.fr.html>>
- Gouvernement du Manitoba. (2019a). Manitoba tick checker. Consulté sur le site : <<https://forms.gov.mb.ca/tickSubmission/>>
- Gouvernement du Manitoba. (2019b). Manitoba Health, Seniors and Active Living West Nile Virus Program 2019: Planning Documents for Municipalities III. Adult Mosquito Control Package. Consulté sur le site : <<https://www.gov.mb.ca/health/wnv/docs/amcontrolontrpackage.pdf>>
- Granados, D. P., et Castañeda, E. (2006). Influence of climatic conditions on the isolation of members of the *Cryptococcus neoformans* species complex from trees in Colombia from 1992-2004. *FEMS Yeast Research*, 6(4), 636-644. <<https://doi.org/10.1111/j.1567-1364.2006.00090.x>>
- Greenberg, J., Dubé, E., et Driedger, M. (2017). Vaccine hesitancy: In search of the risk communication comfort zone. *PLOS Currents: Outbreaks*, 1. Consulté sur le site : <<http://currents.plos.org/outbreaks/index.html%3Fp=70808.html>>
- Greer, A., Ng, V., et Fisman, D. (2008). Climate change and infectious diseases in North America: The road ahead. *CMAJ*, 178(6), 715-722. <<https://doi.org/10.1503/cmaj.081325>>
- Greer, A. L., Drews, S. J., et Fisman, D. N. (2009). Why "winter" vomiting disease? Seasonality, hydrology, and norovirus epidemiology in Toronto, Canada. *EcoHealth*, 6(2), 192-199. <<https://doi.org/10.1007/s10393-009-0247-8>>
- Griot, C., Gonzalez-Scarano, F., et Nathanson, N. (1993). Molecular determinants of the virulence and infectivity of California serogroup bunyaviruses. *Annual Review of Microbiology*, 47, 117-138. <<https://doi.org/10.1146/annurev.mi.47.100193.001001>>
- Groupe de recherche en épidémiologie des zoonoses et santé publique. (2019). Consulté sur le site : <<https://grezosp.com/>>
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2014). Résumé à l'intention des décideurs. Sous la direction de Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (éds.), *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. Cambridge, Royaume-Uni and New York, NY, ÉUA: Cambridge University Press.
- Gubler, D. J. (2007). The continuing spread of West Nile virus in the Western Hemisphere. *Clinical Infectious Diseases*, 45(8), 1039-1046. <<https://doi.org/10.1086/521911>>

- Guerra, M., Walker, E. D., Jones, C., Paskewitz, S., Cortinas, M. R., Stancil, A., . . . Kitron, U. (2002). Predicting the risk of Lyme disease: Habitat suitability for *Ixodes scapularis* in the North Central United States. *Emerging Infectious Diseases*, 8(3), 289-297. Consulté sur le site : <https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/8/3/01-0166_article>
- Gupta, S., Parker, J., Smits, S., Underwood, J., et Dolwani, S. (2020). Persistent viral shedding of SARS-CoV-2 in faeces - a rapid review. *Colorectal disease: the official journal of the Association of Coloproctology of Great Britain and Ireland*, 22(6), 611-620. <<https://doi.org/10.1111/codi.15138>>
- Hajizadeh M, Mitnitski A, Rockwood K. 2016. Socioeconomic gradient in health in Canada: Is the gap widening or narrowing? *Health Policy*, 120(9), 1040-50. doi: 10.1016/j.healthpol.2016.07.019.
- Halsby, K. D., Joseph, C. A., Lee, J. V., et Wilkinson, P. (2014). The relationship between meteorological variables and sporadic cases of Legionnaires' disease in residents of England and Wales. *Epidemiology et Infection*, 142(11), 2352-2359. <<https://doi.org/10.1017/S0950268813003294>>
- Halstead, S. B. (2008). Dengue virus-mosquito interactions. *Annual Review of Entomology*, 53, 273-291. <<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093326>>
- Han G. Z. (2020). Pangolins Harbor SARS-CoV-2-Related Coronaviruses. *Trends in microbiology*, 28(7), 515-517. <<https://doi.org/10.1016/j.tim.2020.04.001>>
- Harrigan, R. J., Thomassen, H. A., Buermann, W., et Smith, T. B. (2014). A continental risk assessment of West Nile virus under climate change. *Global Change Biology*, 20(8), 2417-2425. <<https://doi.org/10.1111/gcb.12534>>
- Hassel, C., Mirand, A., Lukashev, A., Terletskaja-Ladwig, E., Farkas, A., Schuffenecker, I., . . . Bailly, J.-L. (2015). Transmission patterns of human enterovirus 71 to, from and among European countries, 2003 to 2013. *Eurosurveillance*, 20(34), 1-11. <<https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2015.20.34.30005>>
- Heesterbeek, H., Anderson, R. M., Andreasen, V., Bansal, S., De Angelis, D., Dye, C., . . . Isaac Newton Institute IDD Collaboration. (2015). Modeling infectious disease dynamics in the complex landscape of global health. *Science*, 347(6227), 1-10. <<https://doi.org/10.1126/science.aaa4339>>
- Henao-Restrepo, A. M., Camacho, A., Longini, I. M., Watson, C. H., Edmunds, W. J., Egger, M., . . . Kieny, M.-P. (2017). Efficacy and effectiveness of an rVSV-vectored vaccine in preventing Ebola virus disease: Final results from the Guinea ring vaccination, open-label, cluster-randomised trial (Ebola Ça Suffit!). *The Lancet*, 389(10068), 505-518. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)32621-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32621-6)>
- Henri, D.A., Jean-Gagnon, F., et Grant Gilchrist, H. (2018). Using Inuit traditional ecological knowledge for detecting and monitoring avian cholera among Common Eiders in the eastern Canadian Arctic. *Ecology and Society*, 23(1), 22.
- Hersteinsson, P., et MacDonald, D. W. (1992). Interspecific competition and the geographical distribution of red and arctic foxes *Vulpes vulpes* and *Alopex lagopus*. *Oikos*, 64(3), 505-515. <<https://doi.org/10.2307/3545168>>
- Hertig, E. (2019). Distribution of *Anopheles* vectors and potential malaria transmission stability in Europe and the Mediterranean area under future climate change. *Parasites et Vectors*, 12, 1-9. <<https://doi.org/10.1186/s13071-018-3278-6>>
- Hicks, L. A., Rose, C. E., Fields, B. S., Drees, M. L., Engel, J. P., Jenkins, P. R., . . . Whitney, C. G. (2007). Increased rainfall is associated with increased risk for legionellosis. *Epidemiology et Infection*, 135(5), 811-817. <<https://doi.org/10.1017/S0950268806007552>>
- Hierlihy, C., Waddell, L., Young, I., Greig, J., Corrin, T., et Mascarenhas, M. (2019). A systematic review of individual and community mitigation measures for prevention and control of chikungunya virus. *PLOS ONE*, 14(2), 1-27. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212054>>
- Hii, Y. L., Rocklöv, J., et Ng, N. (2011). Short term effects of weather on hand, foot and mouth disease. *PLOS ONE*, 6(2), 1-6. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0016796>>
- Hill A.B. (1965). The environment and disease: association or causation? *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 58(5), 295-300.
- Hitch, A. T., et Leberg, P. L. (2007). Breeding distributions of North American bird species moving north as a result of climate change. *Conservation Biology*, 21(2), 534-539. <<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00609.x>>
- Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M., Bindi, M., Brown, S., Camilloni, I., . . . Zhou, G. (2019). Impacts of 1.5°C of global warming on natural and human systems. In V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, et T. Waterfield (Eds.), *Global warming of 1.5°C: An IPCC special report*. In Press. Consulté sur le site : <<https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/chapter-3/>>
- Holm-Hansen, C. C., Midgley, S. E., et Fischer, T. K. (2016). Global emergence of enterovirus D68: a systematic review. *The Lancet Infectious Diseases*, 16(5), e64-e75. <[https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(15\)00543-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(15)00543-5)>
- Holt, A. C., Salkeld, D. J., Fritz, C. L., Tucker, J. R., et Gong, P. (2009). Spatial analysis of plague in California: Niche modeling predictions of the current distribution and potential response to climate change. *International Journal of Health Geographics*, 8, 1-14. <<https://doi.org/10.1186/1476-072x-8-38>>



- Hongoh, V., Berrang-Ford, L., Scott, M. E., et Lindsay, L. R. (2012). Expanding geographical distribution of the mosquito, *Culex pipiens*, in Canada under climate change. *Applied Geography*, 33, 53-62. <<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.05.015>>
- Huettmann, F., Magnuson, E. E., et Hueffer, K. (2017). Ecological niche modeling of rabies in the changing Arctic of Alaska. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 59, 1-11. <<https://doi.org/10.1186/s13028-017-0285-0>>
- Hunter, M., Donnelly, C., Smart, D., Smyth, B., Menzies, F., et Hedderwick, S. (2015). Brucellosis in people with occupational cattle exposure in Northern Ireland: Clinical features of 53 cases. *Journal of Infection*, 70(1), 101-103. <<https://doi.org/10.1016/j.jinf.2014.08.004>>
- Institut national de santé publique du Québec. (2016). Évaluation du risque d'émergence et de transmission vectorielle du virus Zika au Québec. Consulté sur le site : <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2148_evaluation_risque_transmission_zika_quebec.pdf>
- Institut national de santé publique du Québec. (2018a). *Observatoire multipartite québécois sur les zoonoses et l'adaptation aux changements climatiques*. Consulté sur le site : <<https://www.inspq.qc.ca/zoonoses/observatoire>>
- Institut national de santé publique du Québec. (2018b). *Priorisation des zoonoses au Québec dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques à l'aide d'un outil d'aide à la décision multicritère*. Consulté sur le site : <<https://www.inspq.qc.ca/publications/2432>>
- Iranpour, M., Hebert, P., Dibernardo, A., et Lindsay, R. (2017). *Ochlerotatus ventrovittis* Dyar (Diptera: Culicidae): A new record for the mosquito fauna of Canada. Paper presented at the Joint Meeting of the Entomological Societies of Canada and Manitoba: October 22-25, 2017, Winnipeg, MB. Consulté sur le site : <https://home.cc.umanitoba.ca/~fieldspg/pdf/Proceedings/ESMproceedings_V73.pdf>
- Iranpour, M., Lindsay, L. R., et Dibernardo, A. (2009). *Culiseta melanura* (Diptera: Culicidae), a new record for the Manitoba mosquito fauna. *Proceedings of the Entomological Society of Manitoba*, 65, 21-25. Consulté sur le site : <https://home.cc.umanitoba.ca/~fieldspg/pdf/Proceedings/ESMproceedings_V65.pdf>
- Iranpour, M., Turell, M. J., et Lindsay, L. R. (2011). Potential for Canadian mosquitoes to transmit Rift Valley fever virus. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 27(4), 363-369. <<https://doi.org/10.2987/11-6169.1>>
- Integrated Rapid Infectious Disease Analysis (IRIDA). (2019). Platform overview. Consulté sur le site : <<https://www.irida.ca/platform-overview/>>
- James, E., et Boyd, W. (1937). *Echinococcus alveolaris* (with the report of a case). *CMAJ*, 36(4), 354-356. Consulté sur le site : <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1562016/>>
- Jenkins, E. (2017). *Echinococcus* spp. tapeworms in dogs et cats. *Clinician's Brief*, 15(7), 14-18. Consulté sur le site : <<https://www.cliniciansbrief.com/article/echinococcus-spp-tapeworms-dogs-cats>>
- Jenkins, E. J., Castrodale, L. J., de Rosemond, S. J. C., Dixon, B. R., Elmore, S. A., Gesy, K. M., . . . Thompson, R. C. A. (2013). Tradition and transition: Parasitic zoonoses of people and animals in Alaska, northern Canada, and Greenland. *Advances in Parasitology*, 82, 33-204. <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407706-5.00002-2>>
- Jenkins, E. J., Schurer, J. M., et Gesy, K. M. (2011). Old problems on a new playing field: Helminth zoonoses transmitted among dogs, wildlife, and people in a changing northern climate. *Veterinary Parasitology*, 182(1), 54-69. <<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.07.015>>
- Jetten, T. H., et Focks, D. A. (1997). Potential changes in the distribution of dengue transmission under climate warming. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 57(3), 285-297. <<https://doi.org/10.4269/ajtmh.1997.57.285>>
- Ji, W., Huh, K., Kang, M., Hong, J., Bae, G. H., Lee, R., Na, Y., Choi, H., Gong, S. Y., Choi, Y. H., Ko, K. P., Im, J. S., et Jung, J. (2020). Effect of Underlying Comorbidities on the Infection and Severity of COVID-19 in Korea: a Nationwide Case-Control Study. *Journal of Korean medical science*, 35(25), e237. <<https://doi.org/10.3346/jkms.2020.35.e237>>
- Jones, B., et O'Neill, B. C. (2016). Spatially explicit global population scenarios consistent with the Shared Socioeconomic Pathways. *Environmental Research Letters*, 11(8), 1-10. <<https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/8/084003>>
- Jones, K. E., Patel, N. G., Levy, M. A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J. L., et Daszak, P. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451(7181), 990-993. <<https://doi.org/10.1038/nature06536>>
- Jüni, P., Rothenbühler, M., Bobos, P., Thorpe, K. E., da Costa, B. R., Fisman, D. N., Slutsky, A. S., et Gesink, D. (2020). Impact of climate and public health interventions on the COVID-19 pandemic: a prospective cohort study. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association médicale canadienne*, 192(21), E566-E573. <<https://doi.org/10.1503/cmaj.200920>>
- Junxiong, P., et Yee-Sin, L. (2015). Clustering, climate and dengue transmission. *Expert Review of Anti-infective Therapy*, 13(6), 731-740. <<https://doi.org/10.1586/14787210.2015.1028364>>
- Kamal, M., Kenawy, M. A., Rady, M. H., Khaled, A. S., et Samy, A. M. (2019). Mapping the global potential distributions of two arboviral vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* under changing climate. *PLOS ONE*, 13(12), 1-21. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210122>>

- Kane, J., Richter, J., Krajdén, S., et Lester, R. S. (1983). Blastomycosis: A new endemic focus in Canada. *CMAJ*, 129(7), 728-731. Consulté sur le site : <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1875443/>>
- Kanzawa, M., Spindler, H., Anglemeyer, A., et Rutherford, G. W. (2020). Will Coronavirus Disease 2019 Become Seasonal? *The Journal of infectious diseases*, 222(5), 719–721. <<https://doi.org/10.1093/infdis/jiaa345>>
- Kauffman, C. A. (2007). Histoplasmosis: A clinical and laboratory update. *Clinical Microbiology Reviews*, 20(1), 115-132. <<https://doi.org/10.1128/CMR.00027-06>>
- Kausrud, K. L., Begon, M., Ari, T. B., Viljugrein, H., Esper, J., Büntgen, U., Leirs, H., Junge, C., Yang, B., Yang, M., Xu, L., Stenseth, N. C. (2010) Modeling the epidemiological history of plague in Central Asia: palaeoclimatic forcing on a disease system over the past millennium. *BMC Biology*, 8, 112. doi: 10.1186/1741-7007-8-112.
- Kausrud, K. L., Myserud, A., Steen, H., Vik, J. O., Østbye, E., Cazelles, B., . . . Stenseth, N. C. (2008). Linking climate change to lemming cycles. *Nature*, 456(7218), 93-97. <<https://doi.org/10.1038/nature07442>>
- KC, S., et Lutz, W. (2017). The human core of the shared socioeconomic pathways: Population scenarios by age, sex and level of education for all countries to 2100. *Global Environmental Change*, 42, 181-192. <<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.004>>
- Keegan, J. D., et Holland, C. V. (2010). Contamination of the hair of owned dogs with the eggs of *Toxocara* spp. *Veterinary Parasitology*, 173(1-2), 161-164. <<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.06.010>>
- Kepron, M. W., Schoemperlen, C. B., Hershfield, E. S., Zylak, C. J., et Cherniack, R. M. (1972). North American blastomycosis in Central Canada: A review of 36 cases. *CMAJ*, 106(3), 243-246. Consulté sur le site : <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1940364/>>
- Kidd, S. E., Hagen, F., Tschärke, R. L., Huynh, M., Bartlett, K. H., Fyfe, M., Macdougall, L., Boekhout, T., Kwon-Chung, K. J., et Meyer, W. (2004). A rare genotype of *Cryptococcus gattii* caused the cryptococcosis outbreak on Vancouver Island (British Columbia, Canada). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(49), 17258–17263. <<https://doi.org/10.1073/pnas.0402981101>>
- Kidd, S. E., Bach, P. J., Hingston, A. O., Mak, S., Chow, Y., MacDougall, L., . . . Bartlett, K. H. (2007a). *Cryptococcus gattii* dispersal mechanisms, British Columbia, Canada. *Emerging Infectious Diseases*, 13(1), 51-57. <<https://doi.org/10.3201/eid1301.060823>>
- Kidd, S. E., Chow, Y., Mak, S., Bach, P. J., Chen, H., Hingston, A. O., . . . Bartlett, K. H. (2007b). Characterization of environmental sources of the human and animal pathogen *Cryptococcus gattii* in British Columbia, Canada, and the Pacific Northwest of the United States. *Applied and Environmental Microbiology*, 73(5), 1433-1443. <<https://doi.org/10.1128/AEM.01330-06>>
- Kilpatrick, A. M., Dobson, A. D. M., Levi, T., Salkeld, D. J., Swei, A., Ginsberg, H. S., . . . Diuk-Wasser, M. A. (2017). Lyme disease ecology in a changing world: Consensus, uncertainty and critical gaps for improving control. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372(1722). <<https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0117>>
- Kilpatrick, A. M., Kramer, L. D., Jones, M. J., Marra, P. P., et Daszak, P. (2006). West Nile virus epidemics in North America are driven by shifts in mosquito feeding behavior. *PLOS Biology*, 4(4), 0606-0610. <<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040082>>
- Kim, B. I., Ki, H., Park, S., Cho, E., et Chun, B. C. (2016). Effect of climatic factors on hand, foot, and mouth disease in South Korea, 2010-2013. *PLOS ONE*, 11(6), 1-9. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157500>>
- Kinlin, L. M., Spain, C. V., Ng, V., Johnson, C. C., White, A. N. J., et Fisman, D. N. (2009). Environmental exposures and invasive meningococcal disease: An evaluation of effects on varying time scales. *American Journal of Epidemiology*, 169(5), 588-595. <<https://doi.org/10.1093/aje/kwn383>>
- Kirkland, T. N., et Fierer, J. (1996). Coccidioidomycosis: A reemerging infectious disease. *Emerging Infectious Diseases*, 3(2), 192-199. Consulté sur le site : <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2626789/>>
- Kissler, S. M., Tedijanto, C., Goldstein, E., Grad, Y. H., et Lipsitch, M. (2020). Projecting the transmission dynamics of SARS-CoV-2 through the postpandemic period. *Science (New York, N.Y.)*, 368(6493), 860–868. <<https://doi.org/10.1126/science.abb5793>>
- Knobel, D. L., Cleaveland, S., Coleman, P. G., Fèvre, E. M., Meltzer, M. I., Miranda, M. E. G., . . . Meslin, F.-X. (2005). Re-evaluating the burden of rabies in Africa and Asia. *Bulletin of the Organisation mondiale de la santé*, 83(5), 360-368. Consulté sur le site : <<https://www.who.int/bulletin/volumes/83/5/360.pdf>>
- Kotchi S.-O., Bouchard, C., Brazeau, S., Ogden, N.H. (2021) Earth Observation-informed risk maps of the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in Central and Eastern Canada. *Remote Sensing*, 13(3), 524.
- Kotwa, J. D., Isaksson, M., Jardine, C. M., Campbell, G. D., Berke, O., Pearl, D. L., . . . Peregrine, A. S. (2019). *Echinococcus multilocularis* infection, Southern Ontario, Canada. *Emerging Infectious Diseases*, 25(2), 265-272. <<https://doi.org/10.3201/eid2502.180299>>



- Kraemer, M. U. G., Reiner, R. C., Jr., Brady, O. J., Messina, J. P., Gilbert, M., Pigott, D. M., . . . Golding, N. (2019). Past and future spread of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Nature Microbiology*, 4, 854-863. <<https://doi.org/10.1038/s41564-019-0376-y>>
- Kraemer, M. U. G., Sinka, M. E., Duda, K. A., Mylne, A., Shearer, F. M., Brady, O. J., . . . Hay, S. I. (2015). The global compendium of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* occurrence. *Scientific Data*, 2, 1-8. <<https://doi.org/10.1038/sdata.2015.35>>
- Kramer, L. D., Styer, L. M., et Ebel, G. D. (2008). A global perspective on the epidemiology of West Nile virus. *Annual Review of Entomology*, 53, 61-81. <<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093258>>
- Kulkarni, M. A., Berrang-Ford, L., Buck, P. A., Drebot, M. A., Lindsay, L. R., et Ogden, N. H. (2015). Major emerging vector-borne zoonotic diseases of public health importance in Canada. *Emerging Microbes et Infections*, 4(1), 1-7. <<https://doi.org/10.1038/emi.2015.33>>
- Kuster, S. P., Tuite, A. R., Kwong, J. C., McGeer, A., The Toronto Invasive Bacterial Diseases Network, et Fisman, D. N. (2011). Evaluation of coseasonality of influenza and invasive pneumococcal disease: Results from prospective surveillance. *PLOS Medicine*, 8(6), 1-9. <<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001042>>
- Kwon-Chung, K. J., et Bennett, J. E. (1984). High prevalence of *Cryptococcus neoformans* var. *gattii* in tropical and subtropical regions. *Zentralblatt für Bakteriologie, Mikrobiologie, und Hygiene Serie A - Medical microbiology, infectious diseases, virology, parasitology*, 257(2), 213-218.
- Lafferty, K. D. (2009). The ecology of climate change and infectious diseases. *Ecology*, 90(4), 888-900. <<https://doi.org/10.1890/08-0079.1>>
- Larrieu, S., Cassadou, S., Rosine, J., Chappert, J. L., Blateau, A., Ledrans, M., et Quénel, P. (2014). Lessons raised by the major 2010 dengue epidemics in the French West Indies. *Acta Tropica*, 131, 37-40. <<https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2013.11.023>>
- Larsen, J. N., Anisimov, O. A., Constable, A., Hollowed, A. B., Maynard, N., Prestrud, P., . . . Stone, J. M. R. (2014). Polar regions. In V. R. Barros, C. B. Field, D. J. Dokken, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, et L. L. White (Eds.), *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1567-1612). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press. Consulté sur le site : <<https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>>
- Lau, L., Wudel, B., Kadkhoda, K., et Keynan, Y. (2017). Snowshoe hare virus causing meningoencephalitis in a young adult from northern Manitoba, Canada. *Open Forum Infectious Diseases*, 4(3), 1-3. <<https://doi.org/10.1093/ofid/ofx150>>
- Lau, S., Luk, H., Wong, A., Li, K., Zhu, L., He, Z., Fung, J., Chan, T., Fung, K., et Woo, P. (2020). Possible Bat Origin of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2. *Emerging infectious diseases*, 26(7), 1542-1547. <<https://doi.org/10.3201/eid2607.200092>>
- Lee, A. C. Y., Schantz, P. M., Kazacos, K. R., Montgomery, S. P., et Bowman, D. D. (2010). Epidemiologic and zoonotic aspects of ascarid infections in dogs and cats. *Trends in Parasitology*, 26(4), 155-161. <<https://doi.org/10.1016/j.pt.2010.01.002>>
- Leighton, P. A., Koffi, J. K., Pelcat, Y., Lindsay, L. R., et Ogden, N. H. (2012). Predicting the speed of tick invasion: An empirical model of range expansion for the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in Canada. *Journal of Applied Ecology*, 49(2), 457-464. <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02112.x>>
- Les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada(2010). Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site : <<https://biodivcanada.chm-cbd.net/fr/etat-tendances-ecosystemes-2010/biodiversite-canadienne-etat-et-tendances-des-ecosystemes-en-2010-rapport-complet>>
- Levac, D., Colquhoun, H., et O'Brien, K. K. (2010). Scoping studies: Advancing the methodology. *Implementation Science*, 5, 69. <<https://doi.org/10.1186/1748-5908-5-69>>
- Levine RS, Hedeem DL, Hedeem MW, Hamer GL, Mead DG, Kitron UD. (2017). Avian species diversity and transmission of West Nile virus in Atlanta, Georgia. *Parasites et Vectors*, 10(1), 62. doi: 10.1186/s13071-017-1999-6.
- Liao, J., Yu, S., Yang, F., Yang, M., Hu, Y., et Zhang, J. (2016). Short-term effects of climatic variables on hand, foot, and mouth disease in mainland China, 2008-2013: A multilevel spatial Poisson regression model accounting for overdispersion. *PLOS ONE*, 11(1), 1-14. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147054>>
- Light, R. B., Kral, D., Embil, J. M., Trepman, E., Wiebe, L., Limerick, B., . . . Macdonald, K. (2008). Seasonal variations in the clinical presentation of pulmonary and extrapulmonary blastomycosis. *Medical Mycology*, 46(8), 835-841. <<https://doi.org/10.1080/13693780802132763>>
- Likos, A., Griffin, I., Bingham, A. M., Stanek, D., Fischer, M., White, S., . . . Philip, C. (2016). Local mosquito-borne transmission of Zika virus—Miami-Dade and Broward counties, Florida, June–August 2016. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 65(38), 1032-1038. <<https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6538e1>>



- Lin, H., Zou, H., Wang, Q., Liu, C., Lang, L., Hou, X., et Li, Z. (2013). Short-term effect of El Niño-Southern Oscillation on pediatric hand, foot and mouth disease in Shenzhen, China. *PLOS ONE*, 8(7), 1-7. <<http://doi.org/10.1371/journal.pone.0065585>>
- Lindquist, E. E., Galloway, T. D., Artsob, H., Lindsay, L. R., Drebot, M., Wood, H., et Robbins, R. G. (2016). *A handbook to the ticks of Canada (Ixodida: Ixodidae, Argasidae): Biological Survey of Canada Monograph Series No. 7: Biological Survey of Canada*. Consulté sur le site : <<https://biologicalsurvey.ca/public/Bsc/Controller/Page/AGR-001-Ticks-Monograph.pdf>>
- Lindsay, A. P., Hope, V., Marshall, R. J., et Salinger, J. (2002). Meningococcal disease and meteorological conditions in Auckland, New Zealand. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 26(3), 212-218. <<https://doi.org/10.1111/j.1467-842X.2002.tb00676.x>>
- Lindsay, L. R., Barker, I. K., Surgeoner, G. A., McEwen, S. A., Gillespie, T. J., et Addison, E. M. (1998). Survival and development of the different life stages of *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) held within four habitats on Long Point, Ontario, Canada. *Journal of Medical Entomology*, 35(3), 189-199. <<https://doi.org/10.1093/jmedent/35.3.189>>
- Lindsey, N. P., Staples, J. E., et Fischer, M. (2018). Chikungunya virus disease among travelers—United States, 2014-2016. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 98(1), 192-197. <<https://doi.org/10.4269/ajtmh.17-0668>>
- Litvinjenko, S., et Lunny, D. (2017). Blastomycosis hospitalizations in northwestern Ontario: 2006-2015. *Canada Communicable Disease Report*, 43(10), 200-205. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v43i10a02>>
- Litvinov, I. V., St-Germain, G., Pelletier, R., Paradis, M., et Sheppard, D. C. (2013). Endemic human blastomycosis in Quebec, Canada, 1988–2011. *Epidemiology et Infection*, 141(6), 1143-1147. <<https://doi.org/10.1017/S0950268812001860>>
- Litvintseva, A. P., Marsden-Haug, N., Hurst, S., Hill, H., Gade, L., Driebe, E. M., . . . Chiller, T. (2015). Valley fever: Finding new places for an old disease: *Coccidioides immitis* found in Washington State soil associated with recent human infection. *Clinical Infectious Diseases*, 60(1), e1-e3. <<https://doi.org/10.1093/cid/ciu681>>
- Lohrenz, S., Minion, J., Pandey, M., et Karunakaran, K. (2018). Blastomycosis in southern Saskatchewan 2000–2015: Unique presentations and disease characteristics. *Medical Mycology*, 56(7), 787-795. <<https://doi.org/10.1093/mmy/myx131>>
- Lopman, B., Armstrong, B., Atchison, C., et Gray, J. J. (2009). Host, weather and virological factors drive norovirus epidemiology: Time-series analysis of laboratory surveillance data in England and Wales. *PLOS ONE*, 4(8), 1-10. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006671>>
- Ludwig, A., Bigras-Poulin, M., Michel, P., et Bélanger, D. (2010). Risk factors associated with West Nile virus mortality in American Crow populations in southern Quebec. *Journal of Wildlife Diseases*, 46(1), 195-208. <<https://doi.org/10.7589/0090-3558-46.1.195>>
- Ludwig, A., Zheng, H., Vrbova, L., Drebot, M. A., Iranpour, M., et Lindsay, L. R. (2019). Increased risk of endemic mosquito-borne diseases in Canada due to climate change. *Canada Communicable Disease Report*, 45(4), 90-97. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v45i04a03>>
- MacDougall, L., Fyfe, M., Romney, M., Starr, M., et Galanis, E. (2011). Risk factors for *Cryptococcus gattii* infection, British Columbia, Canada. *Emerging Infectious Diseases*, 17(2), 193-199. <<https://doi.org/10.3201/eid1702.101020>>
- MacDougall, L., Kidd, S. E., Galanis, E., Mak, S., Leslie, M. J., Cieslak, P. R., . . . Bartlett, K. H. (2007). Spread of *Cryptococcus gattii* in British Columbia, Canada, and detection in the Pacific Northwest, USA. *Emerging Infectious Diseases*, 13(1), 42-50. <<https://doi.org/10.3201/eid1301.060827>>
- Machado-Machado, E. A. (2012). Empirical mapping of suitability to dengue fever in Mexico using species distribution modeling. *Applied Geography*, 33, 82-93. <<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.06.011>>
- Maiga, A. W., Deppen, S., Scaffidi, B. K., Baddley, J., Aldrich, M. C., Dittus, R. S., et Grogan, E. L. (2018). Mapping *Histoplasma capsulatum* exposure, United States. *Emerging Infectious Diseases*, 24(10), 1835-1839. <<https://doi.org/10.3201/eid2410.180032>>
- Mak, S., Morshed, M., et Henry, B. (2010). Ecological niche modeling of Lyme disease in British Columbia, Canada. *Journal of Medical Entomology*, 47(1), 99-105. <<https://doi.org/10.1603/033.047.0114>>
- Maksimovic, Z., Cornwell, M. S., Semren, O., et Rifatbegovic, M. (2017). The apparent role of climate change in a recent anthrax outbreak in cattle. *OIE Scientific and Technical Review*, 36(3), 959-963. <<https://doi.org/10.20506/rst.36.3.2727>>
- Marsden-Haug, N., Goldoft, M., Ralston, C., Limaye, A. P., Chua, J., Hill, H., . . . Chiller, T. (2013). Coccidioidomycosis acquired in Washington state. *Clinical Infectious Diseases*, 56(6), 847-850. <<https://doi.org/10.1093/cid/cis1028>>
- Marston, B. J., Lipman, H. B., et Breiman, R. F. (1994). Surveillance for Legionnaires' disease: Risk factors for morbidity and mortality. *Archives of Internal Medicine*, 154(21), 2417-2422. <<https://doi.org/10.1001/archinte.1994.00420210049006>>
- Mas-Coma, S., Valero, M. A., et Bargues, M. D. (2008). Effects of climate change on animal and zoonotic helminthiasis. *OIE Scientific and Technical Review*, 27(2), 443-457. <<https://doi.org/10.20506/rst.27.2.1822>>

- Maves, R. C., et Crum-Cianflone, N. F. (2012). Coccidioidomycosis: A review. *Infectious Diseases in Clinical Practice*, 20(1), 18-24. <<https://doi.org/10.1097/IPC.0b013e31823c4b85>>
- Mayhew, S., et Hanefeld, J. (2014). Planning adaptive health systems: The climate challenge. *The Lancet Global Health*, 2(11), e625-e626. <[https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(14\)70313-4](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(14)70313-4)>
- McBride, J. A., Gauthier, G. M., et Klein, B. S. (2017). Clinical manifestations and treatment of blastomycosis. *Clinics in Chest Medicine*, 38(3), 435-449. <<https://doi.org/10.1016/j.ccm.2017.04.006>>
- McDonough, E. S., Wisniewski, T. R., Penn, L. A., Chan, D. M., et McNamara, W. J. (1976). Preliminary studies on conidial liberation of *Blastomyces dermatitidis* and *Histoplasma capsulatum*. *Sabouraudia*, 14(2), 199-204. <<https://doi.org/10.1080/00362177685190271>>
- McMichael, C., Barnett, J., et McMichael, A. J. (2012). An ill wind? Climate change, migration, and health. *Environmental Health Perspectives*, 120(5), 646-654. <<https://doi.org/10.1289/ehp.1104375>>
- McTaggart, L. R., Brown, E. M., et Richardson, S. E. (2016). Phylogeographic analysis of *Blastomyces dermatitidis* and *Blastomyces gilchristii* reveals an association with North American freshwater drainage basins. *PLOS ONE*, 11(7), 1-22. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159396>>
- Medlock, J. M., et Vaux, A. G. C. (2011). Assessing the possible implications of wetland expansion and management on mosquitoes in Britain. *European Mosquito Bulletin*, 29, 38-65. Consulté sur le site : <<http://e-m-b.org/sites/e-m-b.org/files/EMB%2829%2938-65.pdf>>
- Melles, S. J., Fortin, M. J., Lindsay, K., et Badzinski, D. (2011). Expanding northward: Influence of climate change, forest connectivity, and population processes on a threatened species' range shift. *Global Change Biology*, 17(1), 17-31. <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02214.x>>
- Michele, M., Alberto, M., Liana, S., et Francesco, D. (2006). Do environmental factors influence the occurrence of acute meningitis in industrialized countries? An epidemic of varying aetiology in Northern Italy. *European Journal of Epidemiology*, 21(6), 465-468. <<https://doi.org/10.1007/s10654-006-9013-1>>
- Millins, C., Gilbert, L., Medlock, J., Hansford, K., Thompson, D. B. A., et Biek, R. (2017). Effects of conservation management of landscapes and vertebrate communities on Lyme borreliosis risk in the United Kingdom. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372(1722), 1-12. <<https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0123>>
- Minigan, J. N., Hager, H. A., Peregrine, A. S., et Newman, J. A. (2018). Current and potential future distribution of the American dog tick (*Dermacentor variabilis*, Say) in North America. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 9(2), 354-362. <<https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.11.012>>
- Mitchell, R., et Kandola, K. (2005). Rabies in the Northwest Territories Part 2: Rabies surveillance in the Northwest Territories. *EpiNorth*, 17, 4-6.
- Monaghan, A. J., Moore, S. M., Sampson, K. M., Beard, C. B., et Eisen, R. J. (2015). Climate change influences on the annual onset of Lyme disease in the United States. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 6(5), 615-622. <<https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2015.05.005>>
- Moore, M. (1982). Enteroviral disease in the United States, 1970-1979. *The Journal of Infectious Diseases*, 146(1), 103-108. <<https://doi.org/10.1093/infdis/146.1.103>>
- Moreno-Madriñán, M. J., et Turell, M. (2018). History of mosquito-borne diseases in the United States and implications for new pathogens. *Emerging Infectious Diseases*, 24(5), 821-826. <<https://doi.org/10.3201/eid2405.171609>>
- Morin, C. W., Semenza, J. C., Trtanj, J. M., Glass, G. E., Boyer, C., et Ebi, K. L. (2018). Unexplored opportunities: Use of climate- and weather-driven early warning systems to reduce the burden of infectious diseases. *Current Environmental Health Reports*, 5(4), 430-438. <<https://doi.org/10.1007/s40572-018-0221-0>>
- Morral-Puigmal, C., Martínez-Solanas, È., Villanueva, C. M., et Basagaña, X. (2018). Weather and gastrointestinal disease in Spain: A retrospective time series regression study. *Environment International*, 121(1), 649-657. <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.10.003>>
- Morris, S. K., Brophy, J., Richardson, S. E., Summerbell, R., Parkin, P. C., Jamieson, F., . . . Ford-Jones, E. L. (2006). Blastomycosis in Ontario, 1994-2003. *Emerging Infectious Diseases*, 12(2), 274-279. <<https://doi.org/10.3201/eid1202.050849>>
- Mouchtouri, V. A., Verykoui, E., Zamfir, D., Hadjipetris, C., Lewis, H. C., Hadjichristodoulou, C., et The EU SHIPSAN ACT Partnership. (2017). Gastroenteritis outbreaks on cruise ships: Contributing factors and thresholds for early outbreak detection. *Eurosurveillance*, 22(45), 1-8. <<https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2017.22.45.16-00576>>
- Muchaal, P. K., Parker, S., Meganath, K., Landry, L., et Aramini, J. (2015). Evaluation of a national pharmacy-based syndromic surveillance system. *Canada Communicable Disease Report*, 41(9), 203-208. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v41i09a01>>
- Mukhi, S. N., Andres, E., Demianyk, B., Gammon, B., et Kloeze, H. (2016). KIWI: A technology for public health event monitoring and early warning detection. *Online Journal of Public Health Informatics*, 8(3), 1-16. <<https://doi.org/10.5210/ojphi.v8i3.6937>>



- Murray, D. L. (2003). Relapsing fever. In C. D. Rudolph, A. M. Rudolph, M. K. Hostetter, G. Lister, et N. J. Siegel (Eds.), *Rudolph's pediatrics* (21st ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Nakazawa, Y., Williams, R., Peterson, A. T., Mead, P., Staples, E., et Gage, K. L. (2007). Climate change effects on plague and tularemia in the United States. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 7(4), 529-540. <<https://doi.org/10.1089/vbz.2007.0125>>
- Nash, D., et Geng, E. (2020). Goal-Aligned, Epidemic Intelligence for the Public Health Response to the COVID-19 Pandemic. *American journal of public health*, 110(8), 1154–1156. <<https://doi.org/10.2105/AJPH.2020.305794>>
- Naughton, D. (2012). *The natural history of Canadian mammals*. Toronto, ON: University of Toronto Press.
- Neil, K., et Berkelman, R. (2008). Increasing incidence of Legionellosis in the United States, 1990–2005: Changing epidemiologic trends. *Clinical Infectious Diseases*, 47(5), 591-599. <<https://doi.org/10.1086/590557>>
- Nelder, M. P., Russell, C. B., Clow, K. M., Johnson, S., Weese, J. S., Cronin, K., . . . Patel, S. N. (2019). Occurrence and distribution of *Amblyomma americanum* as determined by passive surveillance in Ontario, Canada (1999–2016). *Ticks and Tick-borne Diseases*, 10(1), 146-155. <<https://doi.org/10.1016/j.TTBDIS.2018.10.001>>
- Neumann, G. (2015). H5N1 influenza virulence, pathogenicity and transmissibility: What do we know? *Future Virology*, 10(8), 971-980. <<https://doi.org/10.2217/fvl.15.62>>
- Neumann, G., Noda, T., et Kawaoka, Y. (2009). Emergence and pandemic potential of swine-origin H1N1 influenza virus. *Nature*, 459(7249), 931-939. <<https://doi.org/10.1038/nature08157>>
- Ng, V., Fazil, A., Gachon, P., Deuymes, G., Radojević, M., Mascarenhas, M., . . . Ogden, N. H. (2017). Assessment of the probability of autochthonous transmission of chikungunya virus in Canada under recent and projected climate change. *Environmental Health Perspectives*, 125(6), 1-12. <<https://doi.org/10.1289/ehp669>>
- Ng, V., Rees, E. E., Lindsay, R. L., Drebot, M. A., Brownstone, T., Sadeghieh, T., et Khan, S. U. (2019). Could exotic mosquito-borne diseases emerge in Canada with climate change? *Canada Communicable Disease Report*, 45(4), 98-107. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v45i04a04>>
- Ng, V., et Sargeant, J. M. (2012). A stakeholder-informed approach to the identification of criteria for the prioritization of zoonoses in Canada. *PLOS ONE*, 7(1), 1-12. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029752>>
- Nguyen, C., Barker, B. M., Hoover, S., Nix, D. E., Ampel, N. M., Frelinger, J. A., . . . Galgiani, J. N. (2013). Recent advances in our understanding of the environmental, epidemiological, immunological, and clinical dimensions of coccidioidomycosis. *Clinical Microbiology Reviews*, 26(3), 505-525. <<https://doi.org/10.1128/CMR.00005-13>>
- Nicolle, L., Rotstein, C., Bourgault, A., St-Germain, G., Garber, G., et Canadian Infectious Diseases Society Invasive Fungal Registry (1998). Invasive fungal infections in Canada from 1992 to 1994. *The Canadian journal of infectious diseases = Journal canadien des maladies infectieuses*, 9(6), 347–352. doi:10.1155/1998/473219
- Nishi, J. S., Stephen, C., et Elkin, B. T. (2002). Implications of agricultural and wildlife policy on management and eradication of bovine tuberculosis and brucellosis in free-ranging wood bison of northern Canada. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 969(1), 236-244. <<https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2002.tb04385.x>>
- Nyström, M.E., Karlton, J., Keller, C., Andersson Gäre B. (2018). Collaborative and partnership research for improvement of health and social services: researcher's experiences from 20 projects. *Health Research Policy and Systems*, 16, 46 doi:10.1186/s12961-018-0322-0
- O'Brien, S. F., Delage, G., Scalia, V., Lindsay, R., Bernier, F., Dubuc, S., . . . Fearon, M. A. (2016). Seroprevalence of *Babesia microti* infection in Canadian blood donors. *Transfusion*, 56(1), 237-243. <<https://doi.org/10.1111/trf.13339>>
- O'Connor, S. M., Taylor, C. E., et Hughes, J. M. (2006). Emerging infectious determinants of chronic diseases. *Emerging Infectious Diseases*, 12(7), 1051-1057. <<https://doi.org/10.3201/eid1207.060037>>
- O'Lorcain, P. (1995). The effects of freezing on the viability of *Toxocara canis* and *T. cati* embryonated eggs. *Journal of Helminthology*, 69(2), 169-171. <<https://doi.org/10.1017/S0022149X00014073>>
- Ogden, N. H. (2014). Lyme disease and climate change. In C. D. Butler (Ed.), *Climate change and global health* (pp. 145-157). Wallingford, United Kingdom: CABI.
- Ogden, N. H. (2017). Climate change and vector-borne diseases of public health significance. *FEMS Microbiology Letters*, 364(19), 1-8. <<https://doi.org/10.1093/femsle/fnx186>>
- Ogden, N. H., AbdelMalik, P., et Pulliam, J. R. C. (2017). Emerging infectious diseases: Prediction and detection. *Canada Communicable Disease Report*, 43(10), 206-211. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v43i10a03>>

- Ogden, N. H., Bigras-Poulin, M., O'Callaghan, C. J., Barker, I. K., Lindsay, L. R., Maarouf, A., . . . Charron, D. (2005). A dynamic population model to investigate effects of climate on geographic range and seasonality of the tick *Ixodes scapularis*. *International Journal for Parasitology*, 35(4), 375-389. <<https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2004.12.013>>
- Ogden, N. H., Bouchard, C., Kurtenbach, K., Margos, G., Lindsay, L. R., Trudel, L., . . . Milord, F. (2010). Active and passive surveillance and phylogenetic analysis of *Borrelia burgdorferi* elucidate the process of Lyme disease risk emergence in Canada. *Environmental Health Perspectives*, 118(7), 909-914. <<https://doi.org/10.1289/ehp.0901766>>
- Ogden, N. H., et Gachon, P. (2019). Climate change and infectious diseases: What can we expect?. *Canada communicable disease report = Relevé des maladies transmissibles au Canada*, 45(4), 76-80. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v45i04a01>>
- Ogden, N. H., Koffi, J. K., Pelcat, Y., et Lindsay, L. R. (2014c). Environmental risk from Lyme disease in central and eastern Canada: A summary of recent surveillance information. *Canada Communicable Disease Report*, 40(5), 74-82. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v40i05a01>>
- Ogden, N.H., Maarouf, A., Barker, I.K., Bigras-Poulin, M., Lindsay, L.R., Morshed, M.G., O'Callaghan, C.J., Ramay, F., Waltner-Toews, D. et Charron, D.F. (2006). Climate change and the potential for range expansion of the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in Canada. *International Journal for Parasitology*, 36, 63-70.
- Ogden, N. H., et Lindsay, L. R. (2016). Effects of climate and climate change on vectors and vector-borne diseases: Ticks are different. *Trends in Parasitology*, 32(8), 646-656. <<https://doi.org/10.1016/j.pt.2016.04.015>>
- Ogden, N. H., Lindsay, L. R., Hanincová, K., Barker, I. K., Bigras-Poulin, M., Charron, D. F., . . . Thompson, R. A. (2008). Role of migratory birds in introduction and range expansion of *Ixodes scapularis* ticks and of *Borrelia burgdorferi* and *Anaplasma phagocytophilum* in Canada. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(6), 1780-1790. <<https://doi.org/10.1128/AEM.01982-07>>
- Ogden, N. H., Lindsay, L. R., et Leighton, P. A. (2013). Predicting the rate of invasion of the agent of Lyme disease, *Borrelia burgdorferi*. *Journal of Applied Ecology*, 50(2), 510-518. <<https://doi.org/10.1111/1365-2664.12050>>
- Ogden, N. H., Lindsay, L. R., Ludwig, A., Morse, A. P., Zheng, H., et Zhu, H. (2019). Weather-based forecasting of mosquito-borne disease outbreaks in Canada. *Canada Communicable Disease Report*, 45(5), 127-132. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v45i05a03>>
- Ogden, N. H., Lindsay, L. R., et Schofield, S. W. (2015). Methods to prevent tick bites and Lyme disease. *Clinics in Laboratory Medicine*, 35(4), 883-899. <<https://doi.org/10.1016/j.cll.2015.07.003>>
- Ogden, N. H., Margos, G., Artsob, H., et Tsao, J. I. (2014b). Non-rickettsial tick-borne bacteria and the diseases they cause. In D. E. Sonenshine et R. M. Roe (Eds.), *Biology of ticks* (2nd ed., Vol. 2, pp. 278-312). New York, NY: Oxford University Press.
- Ogden, N. H., Pang, G., Ginsberg, H. S., Hickling, G. J., Burke, R. L., Beati, L., et Tsao, J. I. (2018). Evidence for geographic variation in life-cycle processes affecting phenology of the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) in the United States. *Journal of Medical Entomology*, 55(6), 1386-1401. <<https://doi.org/10.1093/jme/tjy104>>
- Ogden, N. H., Radojević, M., Caminade, C., et Gachon, P. (2014a). Recent and projected future climatic suitability of North America for the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*. *Parasites et Vectors*, 7, 1-14. <<https://doi.org/10.1186/s13071-014-0532-4>>
- Ogden, N. H., Wilson, J. R. U., Richardson, D. M., Hui, C., Davies, S. J., Kumschick, S., . . . Pulliam, J. R. C. (2019). Emerging infectious diseases and biological invasions: A call for a One Health collaboration in science and management. *Royal Society Open Science*, 6(3), 1-15. <<https://doi.org/10.1098/rsos.181577>>
- Oliveira, A. R. S., Piaggio, J., Cohnstaedt, L. W., McVey, D. S., et Cernicchiaro, N. (2018). A quantitative risk assessment (QRA) of the risk of introduction of the Japanese encephalitis virus (JEV) in the United States via infected mosquitoes transported in aircraft and cargo ships. *Preventive Veterinary Medicine*, 160, 1-9. <<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.09.020>>
- Onozuka, D., et Hashizume, M. (2011). The influence of temperature and humidity on the incidence of hand, foot, and mouth disease in Japan. *Science of the Total Environment*, 410-411, 119-125. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.09.055>>
- Ooi, E.-E., et Gubler, D. J. (2009). Global spread of epidemic dengue: the influence of environmental change. *Future Virology*, 4(6), 571-580. 10.2217/fvl.09.55
- O'Reilly, K. M., Auzenbergs, M., Jafari, Y., Liu, Y., Flasche, S., et Lowe, R. (2020). Effective transmission across the globe: the role of climate in COVID-19 mitigation strategies. *The Lancet. Planetary health*, 4(5), e172. <[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30106-6](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30106-6)>
- Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, et L'organisation mondiale de la santé. (2014). *Multicriteria-based ranking for risk management of food-borne parasites: Report of a joint FAO/WHO expert meeting, 3-7 September 2012, FAO headquarters, Rome, Italy* (Microbiological risk assessment series 23). Geneva, Switzerland: Organisation mondiale de la santé. Consulté sur le site : <https://www.who.int/foodsafety/publications/mra_23/en/>
- Organisation mondiale de la santé. (2007). *Legionella and the prevention of legionellosis*. Geneva, Switzerland: WHO Press. Consulté sur le site : <https://www.who.int/water_sanitation_health/emerging/legionella.pdf>



- Organisation mondiale de la santé. (2013). *WHO expert consultation on rabies: Second report* (WHO Technical Report Series 982). Geneva, Switzerland: WHO Press. Consulté sur le site : <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/85346>>
- Organisation mondiale de la santé Global Malaria Programme. (2018). *Global report on insecticide resistance in malaria vectors: 2010-2016*. Geneva, Switzerland: Organisation mondiale de la santé. Consulté sur le site : <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272533/9789241514057-eng.pdf?ua=1>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2019a). *Maladies à transmission vectorielle*. Consulté sur le site : <<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2019b). *Fièvre de la vallée du Rift*. Consulté sur le site : <<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/rift-valley-fever>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2019c). Strengthening health security by implementing the International Health Regulations (2005). Consulté sur le site : <<https://www.who.int/ihr/en/>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2019d). Strengthening Global Outbreak Alert and Response Network (GOARN). Consulté sur le site : <https://www.who.int/ihr/alert_and_response/outbreak-network/en/>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2019e). Rapid risk assessment of acute public health events. Consulté sur le site : <https://www.who.int/csr/resources/publications/HSE_GAR_ARO_2012_1/en/>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2019f). Résistance aux antimicrobiens. Consulté sur le site : <<https://www.who.int/fr/health-topics/antimicrobial-resistance>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2019g). Prioritizing diseases for research and development in emergency contexts. Consulté sur le site : <<https://www.who.int/activities/prioritizing-diseases-for-research-and-development-in-emergency-context>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2020). *COVID-19 – Chronologie de l'action de l'OMS*. Consulté sur le site : <<https://www.who.int/fr/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19>>
- Organisation mondiale du tourisme et Programme des Nations Unies pour l'environnement. (Eds.). (2008). *Climate change and tourism—Responding to global challenges*. Madrid, Spain: World Tourism Organization.
- Otten A., Fazil, A., Chemeris, A., Breadner, P., et Ng, V. (2019). Prioritization of vector-borne diseases in Canada under current climate and projected climate change. *Microbial Risk Analysis*, 14. <<https://doi.org/10.1016/j.mran.2019.100089>>
- Overy, D. P., McBurney, S., Muckle, A., Lund, L., Lewis, P. J., et Strang, R. (2016). *Cryptococcus gattii* VGIIb-like variant in white-tailed deer, Nova Scotia, Canada. *Emerging Infectious Diseases*, 22(6), 1131-1133. 10.3201/eid2206.160081
- Paaijmans, K. P., Cator, L. J., et Thomas, M. B. (2013). Temperature-dependent pre-bloodmeal period and temperature-driven asynchrony between parasite development and mosquito biting rate reduce malaria transmission intensity. *PLOS ONE*, 8(1), 1-7. 10.1371/journal.pone.0055777
- Paaijmans, K. P., Read, A. F., et Thomas, M. B. (2009). Understanding the link between malaria risk and climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(33), 13844-13849. 10.1073/pnas.0903423106
- Pandemic Influenza Outbreak Research Modelling Team. (2009). Modelling an influenza pandemic: a guide for the perplexed. *CMAJ*, 181(3-4), 171-173. 10.1503/cmaj.090885
- Panic, M., et Ford, J. D. (2013). A review of national-level adaptation planning with regards to the risks posed by climate change on infectious diseases in 14 OECD nations. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(12), 7083-7109. <<https://doi.org/10.3390/ijerph10127083>>
- Papp, Z., Clark, R. G., Parmley, E. J., Leighton, F. A., Waldner, C., et Soos, C. (2017). The ecology of avian influenza viruses in wild dabbling ducks (*Anas* spp.) in Canada. *PLOS ONE*, 12(5), 1-18. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176297>>
- Park, Benjamin J., Sigel, K., Vaz, V., Komatsu, K., McRill, C., Phelan, M., . . . Hajjeh, Rana A. (2005). An epidemic of coccidioidomycosis in Arizona associated with climatic changes, 1998-2001. *The Journal of Infectious Diseases*, 191(11), 1981-1987. <<https://doi.org/10.1086/430092>>
- Parkinson, A. J., Evengard, B., Semenza, J. C., Ogden, N., Børresen, M. L., Berner, J., . . . Albiñ, A. (2014). Climate change and infectious diseases in the Arctic: Establishment of a circumpolar working group. *International Journal of Circumpolar Health*, 73(1), 1-7. <<https://doi.org/10.3402/ijch.v73.25163>>
- Pastula, D. M., Hoang Johnson, D. K., White, J. L., Dupuis, A. P., Fischer, M., et Staples, J. E. (2015). Jamestown Canyon virus disease in the United States—2000-2013. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 93(2), 384-389. <<https://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0196>>
- Patel, M. M., Pitzer, V. E., Alonso, W. J., Vera, D., Lopman, B., Tate, J., . . . Parashar, U. D. (2013). Global seasonality of rotavirus disease. *The Pediatric Infectious Disease Journal*, 32(4), e134-e147. <<https://doi.org/10.1097/INF.0b013e31827d3b68>>
- Patz, J. A., Githeko, A. K., McCarty, J. P., Hussein, S., Confalonieri, U., et de Wet, N. (2003). Climate change and infectious diseases. In A. J. McMichael, D. H. Campbell-Lendrum, C. F. Corvalán, K. L. Ebi, A. Githeko, J. D. Scheraga, et A. Woodward (Eds.), *Climate change and human health: Risks and responses* (pp. 103-132). Geneva, Switzerland: Organisation mondiale de la santé.

- Patz, J.A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T. et Foley, J.A. (2005). Impact of regional climate change on human health. *Nature*, 438, 310-7. doi: 10.1038/nature04188.
- Paz, S. (2015). Climate change impacts on West Nile virus transmission in a global context. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1665), 1-11. <<https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0561>>
- Paz, S., et Semenza, J. C. (2016). El Niño and climate change—Contributing factors in the dispersal of Zika virus in the Americas? *The Lancet*, 387(10020), 745. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)00256-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)00256-7)>
- Pequeno, P., Mendel, B., Rosa, C., Bosholn, M., Souza, J. L., Baccaro, F., Barbosa, R., et Magnusson, W. (2020). Air transportation, population density and temperature predict the spread of COVID-19 in Brazil. *PeerJ*, 8, e9322. <<https://doi.org/10.7717/peerj.9322>>
- Peters, M., Godfrey, C., McInerney, P., Soares, C. B., Khalil, H., et Parker, D. (2015). *The Joanna Briggs Institute reviewers' manual 2015: Methodology for JBI scoping reviews*. Adelaide, Australia: The Joanna Briggs Institute.
- Petersen, L. R., Brault, A. C., et Nasci, R. S. (2013a). West Nile virus: Review of the literature. *JAMA*, 310(3), 308-315. <<https://doi.org/10.1001/jama.2013.8042>>
- Petersen, L. R., Carson, P. J., Biggerstaff, B. J., Custer, B., Borchardt, S. M., et Busch, M. P. (2013b). Estimated cumulative incidence of West Nile virus infection in US adults, 1999–2010. *Epidemiology et Infection*, 141(3), 591-595. <<https://doi.org/10.1017/s0950268812001070>>
- Pfister, J. R., Archer, J. R., Hersil, S., Boers, T., Reed, K. D., Meece, J. K., . . . Davis, J. P. (2011). Non-rural point source blastomycosis outbreak near a yard waste collection site. *Clinical Medicine et Research*, 9(2), 57-65. <<https://doi.org/10.3121/cmr.2010.958>>
- Phillips, P., Galanis, E., MacDougall, L., Chong, M. Y., Balshaw, R., Cook, V. J., . . . Thompson, D. (2015). Longitudinal clinical findings and outcome among patients with *Cryptococcus gattii* infection in British Columbia. *Clinical Infectious Diseases*, 60(9), 1368-1376. <<https://doi.org/10.1093/cid/civ041>>
- Picard-Masson, M., Lajoie, É., Lord, J., Lalancette, C., Marchand, G., Levac, É., . . . Lajoie, L. (2016). Two related occupational cases of *Legionella longbeachae* infection, Quebec, Canada. *Emerging Infectious Diseases*, 22(7), 1289-1291. <<https://doi.org/10.3201/eid2207.160184>>
- Plummer, F. A., Jones, S. M. (2017), The story of Canada's Ebola vaccine. *Canadian Medical Association Journal*, 189 (43), E1326-E1327
- Plummer, P. J., McClure, J. T., Menzies, P., Morley, P. S., Van den Brom, R., et Van Metre, D. C. (2018). Management of *Coxiella burnetii* infection in livestock populations and the associated zoonotic risk: A consensus statement. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 32(5), 1481-1494. <<https://doi.org/10.1111/jvim.15229>>
- Proctor, M. E., Klein, B. S., Jones, J. M., et Davis, J. P. (2002). Cluster of pulmonary blastomycosis in a rural community: Evidence for multiple high-risk environmental foci following a sustained period of diminished precipitation. *Mycopathologia*, 153(3), 113-120. <<https://doi.org/10.1023/A:1014515230994>>
- Public Health Agency of Canada. (2009). Case definitions for communicable diseases under national surveillance. *Canada Communicable Disease Report*, 35(Suppl.2).
- Rabaan, A. A. (2019). Cholera: An overview with reference to the Yemen epidemic. *Frontiers of Medicine*, 13(2), 213-228. <<https://doi.org/10.1007/s11684-018-0631-2>>
- Raghavan, R. K., Peterson, A. T., Cobos, M. E., Ganta, R., et Foley, D. (2019). Current and future distribution of the lone star tick, *Amblyomma americanum* (L.) (Acari: Ixodidae) in North America. *PLOS ONE*, 14(1), 1-13. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209082>>
- Rajagopalan, S., et Yoshikawa, T. T. (2016). Norovirus infections in long-term care facilities. *Journal of the American Geriatrics Society*, 64(5), 1097-1103. <<https://doi.org/10.1111/jgs.14085>>
- Randazzo, W., Truchado, P., Cuevas-Ferrando, E., Simón, P., Allende, A., et Sánchez, G. (2020). SARS-CoV-2 RNA in wastewater anticipated COVID-19 occurrence in a low prevalence area. *Water research*, 181, 115942. <<https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115942>>
- Randolph, S. E. (2004). Faune, climat et politique: Causes possibles aux récents accroissements des zoonoses à tiques [Fauna, climate and politics: Possible causes for the recent increases in tick-borne zoonoses]. *Archives de Pédiatrie*, 11(10), 1282-1285. <<https://doi.org/10.1016/j.arcped.2003.12.019>>
- Rausch, R. (1956). Studies on the helminth fauna of Alaska: The occurrence of *Echinococcus multilocularis* Leuckart, 1863, on the mainland of Alaska. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 5(6), 1086-1092. <<https://doi.org/10.4269/ajtmh.1956.5.1086>>
- Reed, K. D., Meece, J. K., Archer, J. R., et Peterson, A. T. (2008). Ecologic niche modeling of *Blastomyces dermatitidis* in Wisconsin. *PLOS ONE*, 3(4), 1-7. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002034>>
- Reeves, W. C., Hardy, J. L., Reisen, W. K., et Milby, M. M. (1994). Potential effect of global warming on mosquito-borne arboviruses. *Journal of Medical Entomology*, 31(3), 323-332. <<https://doi.org/10.1093/jmedent/31.3.323>>



- Reina Ortiz, M., Le, N. K., Sharma, V., Hoare, I., Quizhpe, E., Teran, E., . . . Izurieta, R. (2017). Post-earthquake Zika virus surge: Disaster and public health threat amid climatic conduciveness. *Scientific Reports*, 7, 1-10. <<https://doi.org/10.1038/s41598-017-15706-w>>
- Reisen, W., et Brault, A. C. (2007). West Nile virus in North America: Perspectives on epidemiology and intervention. *Pest Management Science*, 63(7), 641-646. <<https://doi.org/10.1002/ps.1325>>
- Reisen, W. K. (2013). Ecology of West Nile virus in North America. *Viruses*, 5(9), 2079-2105. <<https://doi.org/10.3390/v5092079>>
- Reiter, P. (2001). Climate change and mosquito-borne disease. *Environmental Health Perspectives*, 109(suppl 1), 141-161.
- Reiter, P. (2008). Climate change and mosquito-borne disease: Knowing the horse before hitching the cart. *OIE Scientific and Technical Review*, 27(2), 383-398. <<https://doi.org/10.20506/rst.27.2.1804>>
- Réseau pancanadien de santé publique. (2016) Consulté sur le site : <<http://www.phn-rsp.ca/index-fra.php>>
- Réseau canadien pour la santé de la faune. (2019). Consulté sur le site : <http://www.cwhc-rcsf.ca/surveillance_and_response.php>
- Revich, B., Tokarevich, N., et Parkinson, A. J. (2012). Climate change and zoonotic infections in the Russian Arctic. *International Journal of Circumpolar Health*, 71(1), 1-8. <<https://doi.org/10.3402/ijch.v71i0.18792>>
- Reynolds, H. H., et Elston, D. M. (2017). What's eating you? Lone star tick (*Amblyomma americanum*). *Cutis*, 99(2), 111-114. Consulté sur le site : <<https://www.mdedge.com/dermatology/article/130759/infectious-diseases/whats-eating-you-lone-star-tick-amblyomma-americanum>>
- Rezza, G., Nicoletti, L., Angelini, R., Romi, R., Finarelli, A. C., Panning, M., . . . Cassone, A. (2007). Infection with chikungunya virus in Italy: An outbreak in a temperate region. *The Lancet*, 370(9602), 1840-1846. <[https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(07\)61779-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(07)61779-6)>
- Ripoche, M., Campagna, C., Ludwig, A., Ogden, N. H., et Leighton, P. A. (2019). Short-term forecasting of daily abundance of West Nile virus vectors *Culex pipiens-restuans* (Diptera: Culicidae) and *Aedes vexans* based on weather conditions in southern Québec (Canada). *Journal of Medical Entomology*, 56(3), 859-872. <<https://doi.org/10.1093/jme/tjz002>>
- Roberts, K. C., Rao, D. P., Bennett, T. L., Loukine, L., et Jayaraman, G. C. (2015). Prevalence and patterns of chronic disease multimorbidity and associated determinants in Canada. *Health Promotion and Chronic Disease Prevention Canada*, 35(6), 87-94. doi: 10.24095/hpcdp.35.6.01. PMID: 26302227; PMCID: PMC4910465
- Rocheleau, J. P., Michel, P., Lindsay, L. R., Drebot, M., Dibernardo, A., Ogden, N. H., . . . Arsenault, J. (2018). Risk factors associated with seropositivity to California serogroup viruses in humans and pet dogs, Quebec, Canada. *Epidemiology et Infection*, 146(9), 1167-1176. <<https://doi.org/10.1017/s0950268818001000>>
- Rodenhouse, N. L., Christenson, L. M., Parry, D., et Green, L. E. (2009). Climate change effects on native fauna of northeastern forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 39(2), 249-263. <<https://doi.org/10.1139/X08-160>>
- Roe, C. C., Bowers, J., Oltean, H., DeBess, E., Dufresne, P. J., McBurney, S., . . . Engelthaler, D. M. (2018). Dating the *Cryptococcus gattii* dispersal to the North American Pacific Northwest. *mSphere*, 3(1), 1-13. <<https://doi.org/10.1128/mSphere.00499-17>>
- Rohr, J. R., Dobson, A. P., Johnson, P. T. J., Kilpatrick, A. M., Paull, S. H., Raffel, T. R., . . . Thomas, M. B. (2011). Frontiers in climate change-disease research. *Trends in Ecology et Evolution*, 26(6), 270-277. <<https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.03.002>>
- Romeo-Aznar, V., Paul, R., Telle, O., et Pascual, M. (2018). Mosquito-borne transmission in urban landscapes: The missing link between vector abundance and human density. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1884), 1-9. <<https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0826>>
- Romero-Lankao, P., Smith, J. B., Davidson, D. J., Diffenbaugh, N. S., Kinney, P. L., Kirshen, P., . . . Villers Ruiz, L. (2014). North America. In V. R. Barros, C. B. Field, D. J. Dokken, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, et L. L. White (Eds.), *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1439-1498). Cambridge, England: Cambridge University Press. Consulté sur le site : <<https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>>
- Rosas, Á. L., et Casadevall, A. (2006). Melanization affects susceptibility of *Cryptococcus neoformans* to heat and cold. *FEMS Microbiology Letters*, 153(2), 265-272. <<https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1997.tb12584.x>>
- Rosatte, R. C. (1988). Rabies in Canada: History, epidemiology and control. *The Canadian Veterinary Journal*, 29(4), 362-365. Consulté sur le site : <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1680921/>>
- Rosenstein, N. E., Perkins, B. A., Stephens, D. S., Popovic, T., et Hughes, J. M. (2001). Meningococcal disease. *The New England Journal of Medicine*, 344(18), 1378-1388. <<https://doi.org/10.1056/NEJM200105033441807>>
- Roussel, M., Pontier, D., Cohen, J.-M., Lina, B., et Fouchet, D. (2016). Quantifying the role of weather on seasonal influenza. *BMC Public Health*, 16, 1-14. <<https://doi.org/10.1186/s12889-016-3114-x>>

- Rycroft-Malone, J., Burton, C., Wilkinson, J., Harvey, G., McCormack, B., Baker, R., Dopson, S., Graham, I.D., Staniszevska, S., Thompson, C., Ariss, S., Melville-Richards, L., Williams, L. (2015). Collective action for implementation: a realist evaluation of organisational collaboration in healthcare. *Implementation Science*, 11(17). doi:10.1186/s13012-016-0380-z
- Safronetz, D., Sloan, A., Stein, D. R., Mendoza, E., Barairo, N., Ranadheera, C., . . . Drebot, M. (2017). Evaluation of 5 commercially available Zika virus immunoassays. *Emerging Infectious Diseases*, 23(9), 1577-1580. <<https://doi.org/10.3201/eid2309.162043>>
- Sage, K. M., Johnson, T. L., Teglas, M. B., Nieto, N. C., et Schwan, T. G. (2017). Ecological niche modeling and distribution of *Ornithodoros hermsi* associated with tick-borne relapsing fever in western North America. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 11(10), 1-18. <<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006047>>
- Sagurova I, Ludwig A, Ogden NH, Pelcat Y, Dueymes G, Gachon P. (2019). Predicted northward expansion of the geographic range of the tick vector *Amblyomma americanum* in North America under future climate conditions. *Environmental Health Perspectives*, 127(10), 107014. doi: 10.1289/EHP5668
- Sakamoto, R., Ohno, A., Nakahara, T., Satomura, K., Iwanaga, S., Kouyama, Y., . . . Yamaguchi, K. (2009). *Legionella pneumophila* in rainwater on roads. *Emerging Infectious Diseases*, 15(8), 1295-1297. <<https://doi.org/10.3201/eid1508.090317>>
- Salb, A. L., Barkema, H. W., Elkin, B. T., Thompson, R. C. A., Whiteside, D. P., Black, S. R., . . . Kutz, S. J. (2008). Dogs as sources and sentinels of parasites in humans and wildlife, northern Canada. *Emerging Infectious Diseases*, 14(1), 60-63. <<https://doi.org/10.3201/eid1401.071113>>
- Salkeld DJ, Padgett KA, Jones JH. (2013). A meta-analysis suggesting that the relationship between biodiversity and risk of zoonotic pathogen transmission is idiosyncratic. *Ecology Letters*, 16(5), 679-686.
- Samia, N. I., Kausrud, K. L., Heesterbeek, H., Ageyev, V., Begon, M., Chan, K. S., Stenseth, N. C. (2011) Dynamics of the plague-wildlife-human system in Central Asia are controlled by two epidemiological thresholds. *Proceedings of the National Academies of Science of the U S A*, 108(35), 14527-14532.
- Samy, A. M., Elaagip, A. H., Kenawy, M. A., Ayres, C. F., Peterson, A. T., et Soliman, D. E. (2016). Climate change influences on the global potential distribution of the mosquito *Culex quinquefasciatus*, vector of West Nile virus and lymphatic filariasis. *PLOS ONE*, 11(10), 1-13. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163863>>
- Sapp, S. G. H., Rascoe, L. N., Wilkins, P. P., Handali, S., Gray, E. B., Eberhard, M. L., . . . Yabsley, M. J. (2016). *Baylisascaris procyonis* roundworm seroprevalence among wildlife rehabilitators, United States and Canada, 2012–2015. *Emerging Infectious Diseases*, 22(12), 2128-2131. <<https://doi.org/10.3201/eid2212.160467>>
- Schanzer, D. L., Langley, J. M., et Tam, T. W. S. (2006). Hospitalization attributable to influenza and other viral respiratory illnesses in Canadian children. *The Pediatric Infectious Disease Journal*, 25(9), 795-800. <<https://doi.org/10.1097/01.inf.0000232632.86800.8c>>
- Schanzer, D. L., Langley, J. M., et Tam, T. W. S. (2008). Role of influenza and other respiratory viruses in admissions of adults to Canadian hospitals. *Influenza and Other Respiratory Viruses*, 2(1), 1-8. <<https://doi.org/10.1111/j.1750-2659.2008.00035.x>>
- Schanzer, D. L., McGeer, A., et Morris, K. (2013a). Statistical estimates of respiratory admissions attributable to seasonal and pandemic influenza for Canada. *Influenza and Other Respiratory Viruses*, 7(5), 799-808. <<https://doi.org/10.1111/irv.12011>>
- Schanzer, D. L., Sevenhuysen, C., Winchester, B., et Mersereau, T. (2013b). Estimating influenza deaths in Canada, 1992-2009. *PLOS ONE*, 8(11), 1-11. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080481>>
- Schneeberger, P. M., Wintenberger, C., van der Hoek, W., et Stahl, J. P. (2014). Q fever in the Netherlands 2007-2010: What we learned from the largest outbreak ever. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 44(8), 339-353. <<https://doi.org/10.1016/j.medmal.2014.02.006>>
- Schultz-Cherry, S., Olsen, C. W., et Easterday, B. C. (2011). History of swine influenza. *Current Topics in Microbiology and Immunology*, 370, 21-28. <https://doi.org/10.1007/82_2011_197>
- Seitz, A. E., Adjemian, J., Steiner, C. A., et Prevots, D. R. (2015). Spatial epidemiology of blastomycosis hospitalizations: Detecting clusters and identifying environmental risk factors. *Medical Mycology*, 53(5), 447-454. <<https://doi.org/10.1093/mmy/myv014>>
- Sejvar, J. J. (2014). Clinical manifestations and outcomes of West Nile virus infection. *Viruses*, 6(2), 606-623. <<https://doi.org/10.3390/v6020606>>
- Semenza, J. C., Lindgren, E., Balkanyi, L., Espinosa, L., Almqvist, M. S., Penttinen, P., et Rocklöv, J. (2016). Determinants and drivers of infectious disease threat events in Europe. *Emerging Infectious Diseases*, 22(4), 581-589. <<https://doi.org/10.3201/eid2204>>
- Septfons, A., Leparç-Goffart, I., Couturier, E., Franke, F., Deniau, J., Balestier, A., . . . De Valk, H. (2016). Travel-associated and autochthonous Zika virus infection in mainland France, 1 January to 15 July 2016. *Eurosurveillance*, 21(32), 1-7. <<https://doi.org/10.2807/1560-7917.Es.2016.21.32.30315>>
- Shafir, S. C., Sorvillo, F. J., Sorvillo, T., et Eberhard, M. L. (2011). Viability of *Baylisascaris procyonis* eggs. *Emerging Infectious Diseases*, 17(7), 1293-1295. <<https://doi.org/10.3201/eid1707.101774>>

- Shaman, J., Day, J. F., et Stieglitz, M. (2005). Drought-induced amplification and epidemic transmission of West Nile virus in southern Florida. *Journal of Medical Entomology*, 42(2), 134-141. <<https://doi.org/10.1093/jmedent/42.2.134>>
- Shaman, J., Pitzer, V. E., Viboud, C., Grenfell, B. T., et Lipsitch, M. (2010). Absolute humidity and the seasonal onset of influenza in the continental United States. *PLoS Biology*, 8(2), 1-13. <<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1000316>>
- Shapiro, L. L. M., Whitehead, S. A., et Thomas, M. B. (2017). Quantifying the effects of temperature on mosquito and parasite traits that determine the transmission potential of human malaria. *PLoS Biology*, 15(10), 1-21. <<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2003489>>
- Silk, B. J., Foltz, J. L., Ngamsnga, K., Brown, E., Muñoz, M. G., Hampton, L. M., . . . Hicks, L. A. (2013). Legionnaires' disease case-finding algorithm, attack rates, and risk factors during a residential outbreak among older adults: An environmental and cohort study. *BMC Infectious Diseases*, 13, 1-8. <<https://doi.org/10.1186/1471-2334-13-291>>
- Simmering, J. E., Polgreen, L. A., Hornick, D. B., Sewell, D. K., et Polgreen, P. M. (2017). Weather-dependent risk for Legionnaires' disease, United States. *Emerging Infectious Diseases*, 23(11), 1843-1851. <<https://doi.org/10.3201/eid2311.170137>>
- Simon, A., Tardy, O., Hurford, A., Lecomte, N., Bélanger, D., et Leighton, P. (2019). Dynamics and persistence of rabies in the Arctic. *Polar Research*, 38, 1-14.
- Simon, J. A., Marrotte, R. R., Desrosiers, N., Fiset, J., Gaitan, J., Gonzalez, A., . . . Millien, V. (2014). Climate change and habitat fragmentation drive the occurrence of *Borrelia burgdorferi*, the agent of Lyme disease, at the northeastern limit of its distribution. *Evolutionary Applications*, 7(7), 750-764. <<https://doi.org/10.1111/eva.12165>>
- Sivabalan, P., Saboo, A., Yew, J., et Norton, R. (2017). Q fever in an endemic region of North Queensland, Australia: A 10 year review. *One Health*, 3, 51-55. <<https://doi.org/10.1016/J.ONEHLT.2017.03.002>>
- Skog, L., Linde, A., Palmgren, H., Hauska, H., et Elgh, F. (2014). Spatiotemporal characteristics of pandemic influenza. *BMC Infectious Diseases*, 14, 1-14. <<https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-378>>
- Skowronski, D. M., Li, Y., Tweed, S. A., Tam, T. W. S., Petric, M., David, S. T., . . . Brunham, R. C. (2007). Protective measures and human antibody response during an avian influenza H7N3 outbreak in poultry in British Columbia, Canada. *CMAJ*, 176(1), 47-53. <<https://doi.org/10.1503/cmaj.060204>>
- Smith, K. R., Woodward, A., Campbell-Lendrum, D., Chadee, D. D., Honda, Y., Liu, Q., . . . Sauerborn, R. (2014). Human health: Impacts, adaptation, and co-benefits. In C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, et L. L. White (Eds.), *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 709-754). Cambridge, England: Cambridge University Press. Consulté sur le site : <<https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>>
- Sonenshine, D. E. (2018). Range expansion of tick disease vectors in North America: Implications for spread of tick-borne disease. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(3), 1-9. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15030478>>
- Souto, A. C. P., Bonfiatti, L. X., Ferreira-Paim, K., Trilles, L., Martins, M., Ribeiro-Alves, M., . . . Meyer, W. (2016). Population genetic analysis reveals a high genetic diversity in the Brazilian *Cryptococcus gattii* VGII population and shifts the global origin from the Amazon rainforest to the semi-arid desert in the northeast of Brazil. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(8), 1-19. <<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004885>>
- Spence, L., Artsob, H., Grant, L., et Th'Ng, C. (1977). St. Louis encephalitis in southern Ontario: Laboratory studies for arboviruses. *CMAJ*, 116(1), 35-37. Consulté sur le site : <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1879132/>>
- St-Germain, G., Murray, G., et Duperval, R. (1993). Blastomycosis in Quebec (1981-90): Report of 23 cases and review of published cases from Quebec. *Canadian Journal of Infectious Diseases*, 4(2), 89-94. <<https://doi.org/10.1155/1993/249823>>
- St-Pierre, J., Dufresne, P. J., Carignan, A., Lévesque, É., Bernard, F., Longtin, J., et LeBlanc, L. (2018). Case series: Report of the first two human indigenous cases of *Cryptococcus gattii* infection in eastern Canada. *Mycopathologia*, 183(2), 399-406. <<https://doi.org/10.1007/s11046-017-0215-8>>
- Stafford, K. C., III., Molaei, G., Little, E. A. H., Paddock, C. D., Karpathy, S. E., et Labonte, A. M. (2018). Distribution and establishment of the lone star tick in Connecticut and implications for range expansion and public health. *Journal of Medical Entomology*, 55(6), 1561-1568. <<https://doi.org/10.1093/jme/tjy115>>
- Statistique Canada. (2016). Un portrait de la population âgée de 85 ans et plus en 2016 au Canada. Consulté sur le site : <<https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/as-sa/98-200-x/2016004/98-200-x2016004-fra.cfm>>
- Statistics Canada. (2019). Table 24-10-0041-01 International travellers entering or returning to Canada, by type of transport. Consulté sur le site : <<https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/en/tv.action?pid=2410004101>>



- Steverding, D. (2014). The history of Chagas disease. *Parasites et Vectors*, 7, 1-8. <<https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-317>>
- Stout, J. E., et Yu, V. L. (1997). Legionellosis. *The New England Journal of Medicine*, 337(10), 682-687. <<https://doi.org/10.1056/NEJM199709043371006>>
- Sultan, B., Labadi, K., Guégan, J.-F., et Janicot, S. (2005). Climate drives the meningitis epidemics onset in West Africa. *PLOS Medicine*, 2(1), 0043-0049. <<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020006>>
- Sumi, A., Toyoda, S., Kanou, K., Fujimoto, T., Mise, K., Kohei, Y., . . . Kobayashi, N. (2017). Association between meteorological factors and reported cases of hand, foot, and mouth disease from 2000 to 2015 in Japan. *Epidemiology et Infection*, 145(14), 2896-2911. <<https://doi.org/10.1017/S0950268817001820>>
- Sunenshine, R. H., Anderson, S., Erhart, L., Vossbrink, A., Kelly, P. C., Engelthaler, D., et Komatsu, K. (2007). Public health surveillance for coccidioidomycosis in Arizona. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1111(1), 96-102. <<https://doi.org/10.1196/annals.1406.045>>
- Suresh, S., Forgie, S., et Robinson, J. (2018). Non-polio Enterovirus detection with acute flaccid paralysis: A systematic review. *Journal of Medical Virology*, 90(1), 3-7. <<https://doi.org/10.1002/jmv.24933>>
- Tabachnick, W. J. (2016). Climate change and the arboviruses: Lessons from the evolution of the dengue and yellow fever viruses. *Annual Review of Virology*, 3, 125-145. <<https://doi.org/10.1146/annurev-virology-110615-035630>>
- Takeuchi-Storm, N., Woolsey, I. D., Jensen, P. M., Fredensborg, B. L., Pipper, C. B., et Kapel, C. M. O. (2015). Predictors of *Echinococcus multilocularis* prevalence in definitive and intermediate hosts: A meta-analysis approach. *Journal of Parasitology*, 101(3), 297-303. <<https://doi.org/10.1645/14-645.1>>
- Tam, B. Y., Martin, I., et Tsuji, L. J. S. (2014). Geospatial analysis between the environment and past incidences of West Nile virus in bird specimens in Ontario, Canada. *GeoJournal*, 79(6), 805-817. <<https://doi.org/10.1007/s10708-014-9526-1>>
- Tamerius, J. D., et Comrie, A. C. (2011). Coccidioidomycosis incidence in Arizona predicted by seasonal precipitation. *PLOS ONE*, 6(6), 1-7. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021009>>
- Tang, J. W., Lai, F. Y. L., Nymadawa, P., Deng, Y. M., Ratnamohan, M., Petric, M., . . . Wong, F. Y. W. (2010). Comparison of the incidence of influenza in relation to climate factors during 2000–2007 in five countries. *Journal of Medical Virology*, 82(11), 1958-1965. <<https://doi.org/10.1002/jmv.21892>>
- Tasane, A., Chayanit, L., et Agsornpien, N. (2015). Does the correlation between rainfall vs dengue hemorrhagic fever incidence always exist? Case study in Phuket, Thailand. *Journal of Environmental Research and Development*, 9(3), 509-513. Consulté sur le site : <<http://jerad.org/archiveabstract.php?vol=9etissue=3>>
- Tatem, A. J., Hay, S. I., et Rogers, D. J. (2006). Global traffic and disease vector dispersal. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(16), 6242-6247. <<https://doi.org/10.1073/pnas.0508391103>>
- Tatem, A. J., Huang, Z., Das, A., Qi, Q., Roth, J., et Qiu, Y. (2012). Air travel and vector-borne disease movement. *Parasitology*, 139(14), 1816-1830. <<https://doi.org/10.1017/S0031182012000352>>
- Teixeira, M. de M., Patan, J. S., Taylor, M. L., Gómez, B. L., Theodoro, R. C., de Hoog, S., Engelthaler, D. M., Zancopé-Oliveira, R. M., Felipe, M. S., Barker, B. M. (2016). Worldwide phylogenetic distributions and population dynamics of the genus *Histoplasma*. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 10, e0004732. doi: 10.1371/journal.pntd.0004732
- Thielman, A. C., et Hunter, F. F. (2007). Photographic key to the adult female mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Canada. *Canadian Journal of Arthropod Identification*, 04. <<https://doi.org/10.3752/cjai.2007.04>>
- Thomas-Bachli, A. L., Pearl, D. L., Berke, O., Parmley, E. J., et Barker, I. K. (2015). A comparison of West Nile virus surveillance using survival analyses of dead corvid and mosquito pool data in Ontario, 2002–2008. *Preventive Veterinary Medicine*, 122(3), 363-370. <<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.10.007>>
- Thompson, W. W., Comanor, L., et Shay, D. K. (2006). Epidemiology of seasonal influenza: Use of surveillance data and statistical models to estimate the burden of disease. *The Journal of Infectious Diseases*, 194(Suppl. 2), S82-S91. <<https://doi.org/10.1086/507558>>
- Tinline, R., et Gregory, D. (i2020). *Taking the bite out of rabies: The evolution of rabies management in Canada*. Toronto, ON: University of Toronto Press.
- Tomaselli, M., Kutz, S., Gerlach, C., et Checkley, S. (2017). Local knowledge to enhance wildlife population health surveillance: Conserving muskoxen and caribou in the Canadian Arctic. *Biological Conservation*, 217, 337-48.
- Tomasello, D., et Schlagenhauf, P. (2013). Chikungunya and dengue autochthonous cases in Europe, 2007-2012. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 11(5), 274-284. <<https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2013.07.006>>
- Tong, D. Q., Wang, J. X. L., Gill, T. E., Lei, H., et Wang, B. (2017). Intensified dust storm activity and valley fever infection in the southwestern United States. *Geophysical Research Letters*, 44(9), 4304-4312. <<https://doi.org/10.1002/2017GL073524>>
- Tossa, P., Deloge-Abarkan, M., Zmirou-Navier, D., Hartemann, P., et Mathieu, L. (2006). Pontiac fever: An operational definition for epidemiological studies. *BMC Public Health*, 6, 112. doi:10.1186/1471-2458-6-112

- Towers, S., Chowell, G., Hameed, R., Jastrebski, M., Khan, M., Meeks, J., . . . Harris, G. (2013). Climate change and influenza: The likelihood of early and severe influenza seasons following warmer than average winters. *PLOS Currents: Influenza*, 1. <<https://doi.org/10.1371/currents.flu.3679b56a3a5313dc7c043fb944c6f138>>
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K., Colquhoun, H., Kastner, M., . . . Straus, S. E. (2016). A scoping review on the conduct and reporting of scoping reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 16, 1-10. <<https://doi.org/10.1186/s12874-016-0116-4>>
- Trudel, L., Veillette, M., Bonifait, L., et Duchaine, C. (2014). Management of the 2012 *Legionella* crisis in Quebec City: Need for a better communication between resources and knowledge transfer. *Frontiers in Microbiology*, 5, 1-4. <<https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00182>>
- Tsetsarkin, K. A., Vanlandingham, D. L., McGee, C. E., et Higgs, S. (2007). A single mutation in chikungunya virus affects vector specificity and epidemic potential. *PLOS Pathogens*, 3(12), 1895-1906. <<https://doi.org/10.1371/journal.ppat.0030201>>
- Tuite, A. R., Kinlin, L. M., Kuster, S. P., Jamieson, F., Kwong, J. C., McGeer, A., et Fisman, D. N. (2010). Respiratory virus infection and risk of invasive meningococcal disease in central Ontario, Canada. *PLOS ONE*, 5(11), 1-7. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0015493>>
- Turell, M. J., Britch, S. C., Aldridge, R. L., Kline, D. L., Boohene, C., et Linthicum, K. J. (2013). Potential for mosquitoes (Diptera: Culicidae) from Florida to transmit Rift Valley fever virus. *Journal of Medical Entomology*, 50(5), 1111-1117. <<https://doi.org/10.1603/ME13049>>
- Turell, M. J., Byrd, B. D., et Harrison, B. A. (2013). Potential for populations of *Aedes j. japonicus* to transmit Rift Valley fever virus in the USA. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 29(2), 133-137. <<https://doi.org/10.2987/12-6316r.1>>
- Turell, M. J., Dohm, D. J., et Fonseca, D. M. (2014). Comparison of the potential for different genetic forms in the *Culex pipiens* complex in North America to transmit Rift Valley fever virus. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 30(4), 253-259. <<https://doi.org/10.2987/14-6441R.1>>
- Turell, M. J., Wilson, W. C., et Bennett, K. E. (2010). Potential for North American mosquitoes (Diptera: Culicidae) to transmit Rift Valley fever virus. *Journal of Medical Entomology*, 47(5), 884-889. <<https://doi.org/10.1603/ME10007>>
- Uejio, C. K., Mak, S., Manangan, A., Lubner, G., et Bartlett, K. H. (2015). Climatic influences on *Cryptococcus gattii* populations, Vancouver Island, Canada, 2002-2004. *Emerging Infectious Diseases*, 21(11), 1989-1996. <<https://doi.org/10.3201/eid2111.141161>>
- Valseth, K., Nesbø, C. L., Easterday, W. R., Turner, W. C., Olsen, J. S., Stenseth, N. C., et Haverkamp, T. H. A. (2017). Temporal dynamics in microbial soil communities at anthrax carcass sites. *BMC Microbiology*, 17, 1-15. <<https://doi.org/10.1186/s12866-017-1111-6>>
- van Leuken, J. P. G., Swart, A. N., Droogers, P., van Pul, A., Heederik, D., et Havelaar, A. H. (2016). Climate change effects on airborne pathogenic bioaerosol concentrations: A scenario analysis. *Aerobiologia*, 32(4), 607-617. <<https://doi.org/10.1007/s10453-016-9435-5>>
- Vander Kelen, P., Downs, J. A., Unnasch, T., et Stark, L. (2014). A risk index model for predicting eastern equine encephalitis virus transmission to horses in Florida. *Applied Geography*, 48, 79-86. <<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.01.012>>
- Varia, M., Wilson, S., Sarwal, S., McGeer, A., Gournis, E., Galanis, E., et Henry, B. (2003). Investigation of a nosocomial outbreak of severe acute respiratory syndrome (SARS) in Toronto, Canada. *CMAJ*, 169(4), 285-292. Consulté sur le site : <<http://www.cmaj.ca/content/169/4/285.long>>
- Varrin, R., Bowman, J., et Gray, P. A. (2007). *The known and potential impacts of climate change on biodiversity in Ontario's terrestrial ecosystems: Case studies and recommendations for adaptation*. (Climate Change Research Report CCRR-09). Sault Ste. Marie, ON: Ontario Ministry of Natural Resources Consulté sur le site : <http://www.climateontario.ca/MNR_Publications/276927.pdf>
- Venturi, G., Di Luca, M., Fortuna, C., Remoli, M. E., Riccardo, F., Severini, F., . . . Rizzo, C. (2017). Detection of a chikungunya outbreak in Central Italy, August to September 2017. *Eurosurveillance*, 22(39), 1-4. <<https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2017.22.39.17-00646>>
- Viboud, C., Pakdaman, K., Boëlle, P.-Y., Wilson, M. L., Myers, M. F., Valleron, A.-J., et Flahault, A. (2004). Association of influenza epidemics with global climate variability. *European Journal of Epidemiology*, 19(11), 1055-1059. <<https://doi.org/10.1007/s10654-004-2450-9>>
- Villeneuve, A., Polley, L., Jenkins, E., Schurer, J., Gilleard, J., Kutz, S., . . . Gagné, F. (2015). Parasite prevalence in fecal samples from shelter dogs and cats across the Canadian provinces. *Parasites et Vectors*, 8, 1-10. <<https://doi.org/10.1186/s13071-015-0870-x>>
- Vugia, D. J., Wheeler, C., Cummings, K. C., et Karon, A. (2009). Increase in coccidioidomycosis—California, 2000-2007. *MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report*, 58(5), 105-109. Consulté sur le site : <<https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5805a1.htm>>
- Walsh, M. G., de Smalen, A. W., et Mor, S. M. (2018). Climatic influence on anthrax suitability in warming northern latitudes. *Scientific Reports*, 8, 1-9. <<https://doi.org/10.1038/s41598-018-27604-w>>



- Wang, C., Liu, L., Hao, X., Guo, H., Wang, Q., Huang, J., He, N., Yu, H., Lin, X., Pan, A., Wei, S., Wu, T. (2020). Evolving Epidemiology and Impact of Non-pharmaceutical Interventions on the Outbreak of Coronavirus Disease 2019 in Wuhan, China. *JAMA*. doi:10.1101/2020.03.03.20030593
- Wang, G., Minnis, R. B., Belant, J. L., et Wax, C. L. (2010). Dry weather induces outbreaks of human West Nile virus infections. *BMC Infectious Diseases*, 10, 1-7. <<https://doi.org/10.1186/1471-2334-10-38>>
- Wang, J., Ogden, N. H., et Zhu, H. (2011). The impact of weather conditions on *Culex pipiens* and *Culex restuans* (Diptera: Culicidae) abundance: A case study in Peel Region. *Journal of Medical Entomology*, 48(2), 468-475. <<https://doi.org/10.1603/ME10117>>
- Wang, P., Goggins, W. B., et Chan, E. Y. Y. (2016). Hand, foot and mouth disease in Hong Kong: A time-series analysis on its relationship with weather. *PLOS ONE*, 11(8), 1-12. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161006>>
- Warren, F. J., et Lemmen, D. S. (éd.) (2014). *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*. Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.643395/publication.html>>
- Washington State Department of Health. (2021). Coccidioidomycosis (Valley Fever). Consulté sur le site : <<https://www.doh.wa.gov/ForPublicHealthandHealthcareProviders/NotifiableConditions/Coccidioidomycosis#:~:text=Sources%3A%20Coccidioides%20sp.,There%20are%20no%20specific%20precautions>>
- Webster, D., Dimitrova, K., Holloway, K., Makowski, K., Safronetz, D., et Drebot, M. A. (2017). California serogroup virus infection associated with encephalitis and cognitive decline, Canada, 2015. *Emerging Infectious Diseases*, 23(8), 1423-1424. <<https://doi.org/10.3201/eid2308.170239>>
- Weir, E. (2005). Hantavirus: 'Tis the season. *CMAJ*, 173(2), 147. <<https://doi.org/10.1503/cmaj.050690>>
- Weissenböck, H., Kolodziejek, J., Url, A., Lussy, H., Rebel-Bauder, B., et Nowotny, N. (2002). Emergence of Usutu virus, an African mosquito-borne *Flavivirus* of the Japanese encephalitis virus group, central Europe. *Emerging Infectious Diseases*, 8(7), 652-656. <<https://doi.org/10.3201/eid0807.020094>>
- White, A. N. J., Ng, V., Spain, C. V., Johnson, C. C., Kinlin, L. M., et Fisman, D. N. (2009). Let the sun shine in: Effects of ultraviolet radiation on invasive pneumococcal disease risk in Philadelphia, Pennsylvania. *BMC Infectious Diseases*, 9. <<https://doi.org/10.1186/1471-2334-9-196>>
- Williams, C. R., Mincham, G., Faddy, H., Viennet, E., Ritchie, S. A., et Harley, D. (2016). Projections of increased and decreased dengue incidence under climate change. *Epidemiology et Infection*, 144(14), 3091-3100. <<https://doi.org/10.1017/S095026881600162x>>
- Wilson, W. C., Kim, I. J., Trujillo, J. D., Sunwoo, S. Y., Noronha, L. E., Urbaniak, K., . . . Richt, J. A. (2018). Susceptibility of white-tailed deer to Rift Valley fever virus. *Emerging Infectious Diseases*, 24(9), 1717-1719. <<https://doi.org/10.3201/eid2409.180265>>
- Windsor-Essex County Health Unit. (2019a). *Aedes aegypti* mosquito. Consulté sur le site : <<https://www.wechu.org/z-health-topics/aedes-aegypti-mosquito>>
- Windsor-Essex County Health Unit. (2019b). *Aedes albopictus* mosquito. Consulté sur le site : <<https://www.wechu.org/z-health-topics/aedes-albopictus-mosquito>>
- Wong, S.S.Y., Yip, C.C.Y., Lau, S.K.P. et Yuen, K.Y. (2010). Human enterovirus 71 and hand, foot and mouth disease. *Epidemiology et Infection*, 13, 1071-89. doi: 10.1017/S0950268809991555.
- Wood, D. M., Dang, P. T., et Ellis, R. A. (1979). Part 6 The mosquitoes of Canada—Diptera: Culicidae. In *The insects and arachnids of Canada*. Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site : <<http://publications.gc.ca/pub?id=9.811351etsl=0>>
- Wormser, G. P., Dattwyler, R. J., Shapiro, E. D., Halperin, J. J., Steere, A. C., Klempner, M. S., . . . Nadelman, R. B. (2006). The clinical assessment, treatment, and prevention of Lyme disease, human granulocytic anaplasmosis, and babesiosis: Clinical practice guidelines by the Infectious Diseases Society of America. *Clinical Infectious Diseases*, 43(9), 1089-1134. <<https://doi.org/10.1086/508667>>
- Wu, J. T., Leung, K., et Leung, G. M. (2020). Nowcasting and forecasting the potential domestic and international spread of the 2019-nCoV outbreak originating in Wuhan, China: A modelling study. *The Lancet*, 395(10225), 689-697. doi:10.1016/S0140-6736(20)30260-9
- Xiao, F.-Z., Zhang, Y., Deng, Y.-Q., He, S., Xie, H.-G., Zhou, X.-N., et Yan, Y.-S. (2014). The effect of temperature on the extrinsic incubation period and infection rate of dengue virus serotype 2 infection in *Aedes albopictus*. *Archives of Virology*, 159(11), 3053-3057. <<https://doi.org/10.1007/s00705-014-2051-1>>
- Yang, H. M., Macoris, M. L. G., Galvani, K. C., Andrighetti, M. T. M., et Wanderley, D. M. V. (2009). Assessing the effects of temperature on the population of *Aedes aegypti*, the vector of dengue. *Epidemiology et Infection*, 137(8), 1188-1202. <<https://doi.org/10.1017/S0950268809002040>>
- Yansouni, C.P., Pernica, J.M., et Goldfarb, D. (2016). Enteric parasites in Arctic communities: Tip of the iceberg? *Trends in Parasitology*, 32(11), 834-38.
- Yoo, E. H., Chen, D., Diao, C., et Russell, C. (2016). The effects of weather and environmental factors on West Nile virus mosquito abundance in Greater Toronto Area. *Earth Interactions*, 20(3), 1-22. <<https://doi.org/10.1175/earth-2015-0003.1>>



Yu, G., Li, Y., Cai, J., Yu, D., Tang, J., Zhai, W., . . . Qin, J. (2019). Short-term effects of meteorological factors and air pollution on childhood hand-foot-mouth disease in Guilin, China. *Science of the Total Environment*, 646, 460-470. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.329>>

Yue, R. P. H., et Lee, H. F. (2018). Pre-industrial plague transmission is mediated by the synergistic effect of temperature and aridity index. *BMC Infectious Diseases*, 18(1), 134. 10.1186/s12879-018-3045-5

Zhang, T., Wu, Q., et Zhang, Z. (2020). Probable Pangolin Origin of SARS-CoV-2 Associated with the COVID-19 Outbreak. *Current biology : CB*, 30(8), 1578. <<https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.03.063>>

Zhao, D., Wang, L., Cheng, J., Xu, J., Xu, Z., Xie, M., . . . Su, H. (2017). Impact of weather factors on hand, foot and mouth disease, and its role in short-term incidence trend forecast in Huainan City, Anhui province. *International Journal of Biometeorology*, 61(3), 453-461. <<https://doi.org/10.1007/s00484-016-1225-9>>

Zhao, Q., Li, S., Cao, W., Liu, D.-L., Qian, Q., Ren, H., . . . Guo, Y. (2018). Modeling the present and future incidence of pediatric hand, foot, and mouth disease associated with ambient temperature in mainland China. *Environmental Health Perspectives*, 126(4), 1-11. <<https://doi.org/10.1289/EHP3062>>

Zheng, H., Drebot, M. A., et Coulthart, M. B. (2014). West Nile virus in Canada: Ever-changing, but here to stay. *Canada Communicable Disease Report*, 40(10), 173-177. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v40i10a01>>

Zhu, F., Xu, W., Xia, J., Liang, Z., Liu, Y., Zhang, X., . . . Wang, N. (2014). Efficacy, safety, and immunogenicity of an enterovirus 71 vaccine in China. *The New England Journal of Medicine*, 370(9), 818-828. <<https://doi.org/10.1056/NEJMoa1304923>>



CHAPITRE 7

Qualité, quantité et sécurité de l'eau

LA SANTÉ DES CANADIENS ET DES CANADIENNES
DANS UN CLIMAT EN CHANGEMENT : FAIRE
PROGRESSER NOS CONNAISSANCES POUR AGIR



Santé
Canada

Health
Canada

Canada



Auteurs principaux

Tim Takaro, Université Simon Fraser

Paddy Enright, Santé Canada et Université de Waterloo

Auteurs collaborateurs

Shannon Waters, Vancouver Coastal Health

Lindsay Galway, Université Lakehead

Jordan Brubacher, Université Simon Fraser

Eleni Galanis, Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique

Lorraine McIntyre, Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique

Christina Cook, Université de la Colombie-Britannique

Gemma Dunn, Uisce (Ishka) Consulting International

Manon D. Fleury, Agence de la santé publique du Canada

Ben Smith, Agence de la santé publique du Canada

Tom Kosatsky, Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique

Suggestion de citation

Takaro, T., Enright, P., Waters, S., Galway, L., Brubacher, J., Galanis, E., McIntyre, L., Cook, C., Dunn, G., Fleury, M. D., Smith, B. et Kosatsky, T. (2022). Qualité, quantité et sécurité de l'eau. Dans P. Berry et R. Schnitter (Éd.) [*La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir*](#), Ottawa (Ontario) : gouvernement du Canada.



Table des matières

Résumé	533
Messages clés	533
7.1 Introduction	538
7.2 Méthodologie et approche	539
7.3 Changements climatiques, eau et santé	540
7.3.1 Pour les peuples autochtones, l'eau est source de vie	542
7.3.2 Qualité de l'eau	543
7.3.2.1 Systèmes d'approvisionnement en eau potable et santé	543
7.3.2.1.1 Mécanismes par lesquels les changements climatiques ont un impact sur la qualité de l'eau	545
Encadré 7.1 Eau, bassins versants et santé	549
7.3.2.2 Intrusion d'eau salée	551
7.3.2.3 Agents pathogènes dans les eaux usées trouvées dans l'eau de mer	551
7.3.2.4 Efflorescences phytoplanctoniques et algales	552
7.3.3 Quantité d'eau	555
7.3.3.1 Sécheresse	556
7.3.3.2 Débit des cours d'eau et fonte des neiges	559
7.3.3.3 Précipitations extrêmes	559
7.3.3.4 Inondations	560
7.3.3.5 Augmentation prévue du niveau de la mer	563
7.3.3.6 Prévisions relatives aux précipitations	564
7.3.3.7 Prévisions relatives aux précipitations extrêmes	566
7.3.3.8 Prévisions relatives à la disponibilité et à la rareté de l'eau douce	567
7.3.4 Sécurité de l'eau et société	569
7.3.4.1 L'eau et le système alimentaire	569
7.3.4.1.1 Pêche et aliments aquatiques	571
7.3.4.2 Impacts sur les infrastructures	573
7.3.4.2.1 Systèmes d'approvisionnement en eau dans les collectivités autochtones	575
7.3.4.3 Cryosphère	576



7.4 Risques et impacts prévus liés à la sécurité sanitaire	578
7.5 Mesures d'adaptation pour réduire les risques	580
7.5.1 Systèmes d'approvisionnement en eau résilients face aux changements climatiques	582
Encadré 7.2 La cogouvernance de l'eau par les peuples autochtones comme moyen de lutter contre les changements climatiques	584
7.5.2 Options d'adaptation visant à protéger la qualité, la quantité et la sécurité de l'approvisionnement en eau	585
7.6 Lacunes en matière de connaissances	590
7.7 Conclusion	592
7.8 Références	594

Résumé

On s'attend à ce que les changements climatiques entraînent des fluctuations de la quantité d'eau, une dégradation de la qualité de l'eau et une augmentation des risques d'inondation et de sécheresse et à ce qu'ils imposent un fardeau plus lourd de maladies d'origine hydrique liées au climat. L'augmentation du niveau de la mer et la fonte des glaces au Canada auront probablement de forts impacts. Ces impacts ne se répercuteront pas de façon égale sur tous les Canadiens et Canadiennes. Les collectivités des Premières Nations, des Métis et des Inuits, dont bon nombre vivent déjà dans l'insécurité de l'approvisionnement en eau, devraient être touchées de façon disproportionnée, tout comme les collectivités rurales et éloignées qui ne disposent que d'infrastructures élémentaires de distribution d'eau et d'égouts.

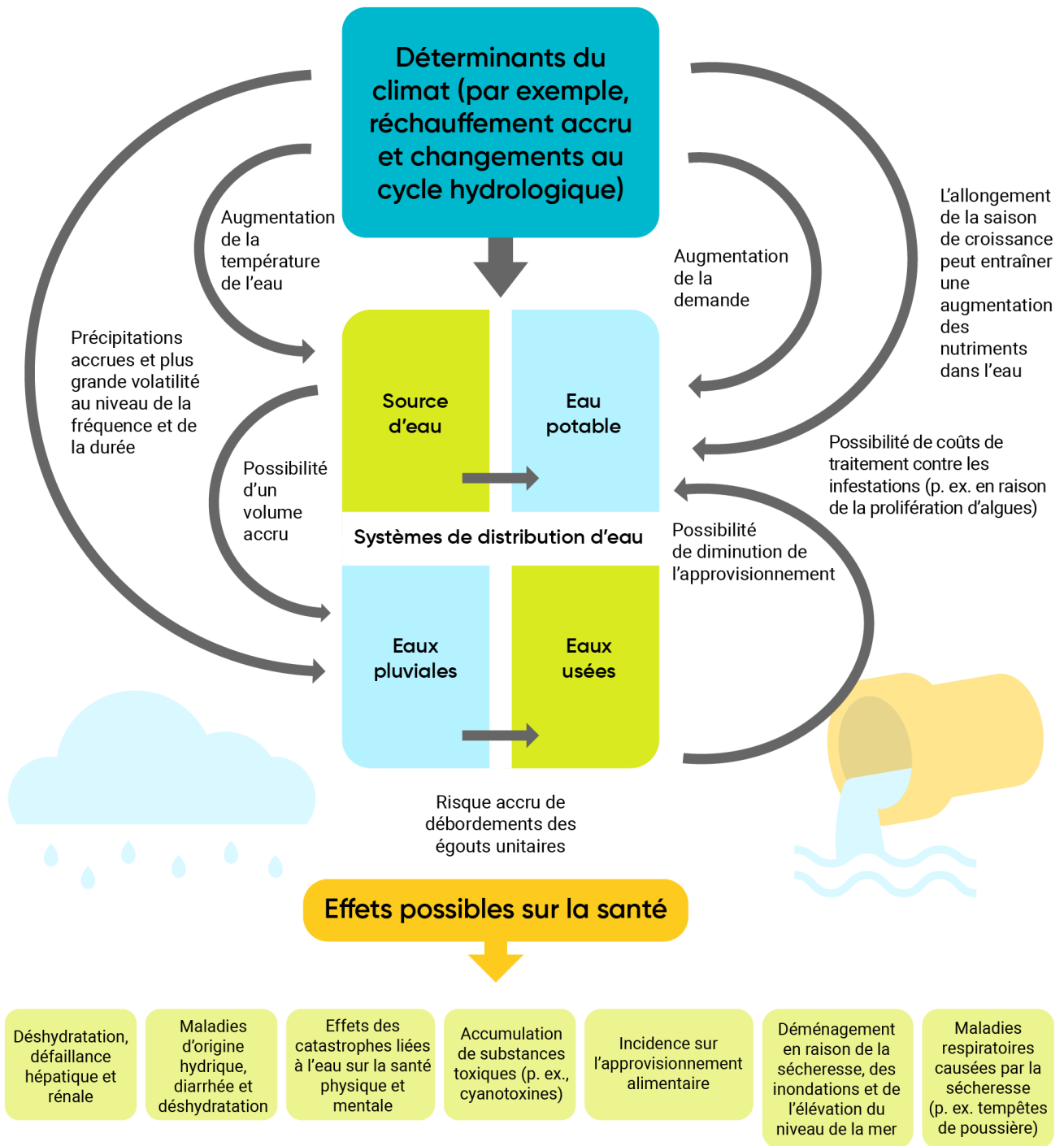
Les impacts sur la santé associés aux effets des changements climatiques sur la qualité de l'eau et la quantité d'eau ne sont pas inévitables. Grâce à des stratégies d'atténuation et d'adaptation efficaces, il est possible de limiter ces impacts. Pour mieux s'adapter à ces impacts attendus et protéger leur santé, les Canadiens et les Canadiennes peuvent évaluer les risques climatiques auxquels fait face une région donnée et les vulnérabilités de celle-ci, élaborer des plans d'adaptation, améliorer les systèmes de surveillance, construire des réseaux d'approvisionnement en eau résilients face aux changements climatiques et favoriser la collaboration intersectorielle pour protéger les ressources hydriques et parer aux risques climatiques.

Messages clés

- Les variations de précipitations et de température attribuables aux changements climatiques auront des impacts sur la qualité de l'eau et la quantité d'eau et perturberont à la fois les sources d'eau naturelles (rivières, lacs, océans) et les réseaux d'approvisionnement en eau potable et d'évacuation des eaux usées, augmentant ainsi les risques pour la santé de la population canadienne. L'ampleur et l'intensité de ces changements varieront selon les régions et les saisons.
- Les risques hydriques pour la santé associés aux changements climatiques comprennent les menaces qui pèsent sur les systèmes d'approvisionnement en eau potable et d'irrigation, l'augmentation du nombre de maladies d'origine hydrique (p. ex., cryptosporidiose, giardiase, campylobactériose), les blessures physiques et les impacts sur la santé mentale des événements météorologiques extrêmes comme les inondations et les sécheresses ainsi que les menaces pour la santé et le bien-être attribuables aux conséquences socioéconomiques et environnementales de l'insécurité hydrique.
- Les pénuries d'eau et d'aliments liées aux changements climatiques, combinées à la croissance démographique dans les régions du monde vulnérables au climat qui disposent de moins de ressources, pourraient avoir une incidence sur le Canada en raison des migrations régionales et internationales.



- L'adaptation aux impacts attendus des changements climatiques sur les ressources hydriques et la santé humaine peut aider à protéger la population canadienne contre les risques futurs. De vastes mesures multisectorielles et une coordination entre, par exemple, les professionnels de la santé publique, les fournisseurs de services et les gestionnaires des réseaux d'approvisionnement en eau et d'évacuation des eaux usées seront nécessaires aux fins d'adaptation.
- Les peuples autochtones font partie des populations les plus touchées par la dégradation des ressources hydriques, mais ils disposent d'un savoir acquis au fil de nombreuses générations, qui peut être mis en pratique pour protéger leur santé. Des partenariats entre les collectivités autochtones, les autorités sanitaires et les gestionnaires de l'approvisionnement en eau sont nécessaires pour déterminer les impacts sur la santé d'une population donnée des changements climatiques qui ont des impacts sur les ressources hydriques et mettre en œuvre des stratégies d'adaptation efficaces fondées sur le savoir traditionnel et les besoins culturels.
- Il est nécessaire d'obtenir davantage d'information sur le fardeau actuel des maladies au Canada en ce qui a trait aux impacts des changements climatiques sur les ressources hydriques et les aléas connexes ainsi que sur les risques prévus pour la santé si le réchauffement se poursuit. Des recherches doivent également être menées sur les moyens les plus efficaces de s'adapter aux pressions croissantes exercées sur les systèmes d'approvisionnement en eau potable et les interventions de santé publique requises, y compris la communication des risques au public. De meilleurs modèles de prévision des sécheresses et des inondations régionales doivent être élaborés.
- Les autorités sanitaires peuvent améliorer notre compréhension des impacts des changements climatiques sur les ressources hydriques et la santé ainsi que des options d'adaptation potentielles en réalisant des évaluations locale et régionale de la vulnérabilité et de la capacité d'adaptation axées sur les changements climatiques et la santé. Ce faisant, les autorités sanitaires peuvent améliorer leur état de préparation, maximiser les avantages de la collaboration intersectorielle pour la santé et renforcer la résilience climatique au sein de leurs collectivités.



Exemples de façons directes et indirectes dont les changements climatiques peuvent modifier la qualité de l'eau et la quantité d'eau et nuire à la santé.

Aperçu des impacts sanitaires de la qualité de l'eau, la quantité d'eau et la sécurité de l'approvisionnement en eau dans le contexte des changements climatiques

CATÉGORIE D'IMPACT OU D'ALÉA SANITAIRE	CAUSES LIÉES AU CLIMAT	EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ
Qualité, quantité et sécurité de l'eau et sécurité de l'approvisionnement en eau	<ul style="list-style-type: none">• Fréquence accrue des fortes précipitations et des inondations entraînant des évacuations dangereuses, des pénuries d'eau potable et des perturbations• Fréquence accrue des sécheresses entraînant des pénuries d'eau régionales, une menace pour la sécurité alimentaire, des tempêtes de poussière et la perte d'habitats• Accélération de la fonte du pergélisol ayant une incidence sur l'accessibilité à l'eau• Fréquence accrue des cas d'intrusion d'eau salée ayant une incidence sur l'accessibilité à l'eau• Fréquence accrue des efflorescences algales nuisibles• Hausse des températures de l'eau augmentant la prévalence d'agents pathogènes d'origine hydrique	<ul style="list-style-type: none">• Infections et maladies d'origine hydrique et alimentaire et mortalité connexe• Infections et maladies d'origine hydrique :<ul style="list-style-type: none">• maladie gastro-intestinale aiguë• mortalité infantile• déficiences congénitales• aggravation des maladies chroniques• maladies cutanées• Maladies d'origine alimentaire :<ul style="list-style-type: none">• intoxication alimentaire• intoxication paralysante par les mollusques• Insuffisance rénale• Stress et autres impacts sur la santé mentale• Maladies respiratoires• Insuffisance hépatique• Blessures, maladies et mortalité causées par les inondations et les événements de précipitations extrêmes• Destruction de l'infrastructure sanitaire ou dommages à celle-ci• Perturbations touchant les services de santé et les services sociaux



CATÉGORIE D'IMPACT OU D'ALÉA SANITAIRE	CAUSES LIÉES AU CLIMAT	EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ
Qualité, quantité et sécurité de l'eau et sécurité de l'approvisionnement en eau (suite)	<ul style="list-style-type: none">• Pénuries d'eau causant ou entraînant des conflits internationaux et des migrations forcées• Feux de forêt causant la détérioration des bassins versants	<ul style="list-style-type: none">• Perturbations frappant les systèmes d'approvisionnement en eau et la gestion de l'eau et entraînant des impacts tels que la dégradation de la qualité de l'eau potable• Défaillance des systèmes d'approvisionnement en eau potable lors des événements météorologiques extrêmes

7.1 Introduction

Les changements climatiques réduiront la qualité de l'eau et la quantité d'eau dans toutes les régions canadiennes selon les saisons (Andrey et coll., 2014). Les effets des changements climatiques sur l'eau peuvent compromettre la santé de la population canadienne de plusieurs façons, notamment par l'augmentation de la fréquence et de la gravité des événements météorologiques extrêmes comme les inondations et les sécheresses ainsi que par la dégradation de la qualité de l'eau potable et des eaux utilisées à des fins récréatives en raison du réchauffement à long terme. Ces effets peuvent survenir en raison des changements qui se produisent dans les limites écologiques, la cryosphère et l'interface eau douce-eau salée. La santé peut également être compromise par les impacts des changements climatiques sur l'eau qui ont une incidence sur la salubrité et la sécurité des aliments, par exemple, en raison de la contamination des poissons ainsi que des mollusques et crustacés (voir le chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments). Les événements météorologiques extrêmes et le réchauffement à long terme peuvent accroître les contraintes sur les réseaux d'approvisionnement en eau, qui font partie intégrante des efforts visant à assurer la santé et la sécurité de la population.

Les résultats en matière de santé peuvent comprendre les impacts sur la santé physique et mentale, par exemple, à la suite d'une inondation ou pendant une sécheresse. De tels événements peuvent amplifier les impacts sur la santé associés à la contamination chimique et biologique des approvisionnements en eau, comme dans le cas des maladies d'origine hydrique. Les maladies causées par la contamination peuvent être aiguës, infectieuses et limitées au tractus gastro-intestinal ou chroniques et peuvent causer de nombreux effets généraux sur la santé. Les changements dans la qualité de l'eau et la quantité d'eau ont une incidence sur différentes voies d'exposition qui peuvent interagir avec de nombreux facteurs sociaux et comportementaux, ce qui entraîne des résultats négatifs en matière de santé (Trtanj et coll., 2016). Par exemple, les effets des changements climatiques sur l'eau peuvent entraîner la perte de facteurs de stabilité sur le plan culturel et social, qui ont une incidence sur divers déterminants de la santé (p. ex., perte d'emploi dans les industries qui dépendent d'un approvisionnement en eau prévisible) et qui ont également des effets à long terme sur la santé mentale (voir le chapitre 4 : Santé mentale et bien-être).

Le présent chapitre décrit les impacts actuels et futurs possibles sur la santé des changements climatiques au Canada, qui ont une incidence sur les environnements d'eau douce, marins et côtiers, en mettant l'accent sur l'importance des infrastructures d'approvisionnement en eau potable, d'évacuation des eaux usées et d'évacuation des eaux de ruissellement pour réduire les risques. Il comprend une analyse de la façon dont les changements climatiques influent sur les sources de contaminants et les voies d'exposition et présente des prévisions de risques accrus pour la santé lorsque des données sont disponibles. Le chapitre examine les données probantes actuelles concernant les impacts des changements climatiques sur les maladies des poissons et des mollusques et crustacés qui touchent les Canadiens et les Canadiennes ainsi que les impacts plus vastes des changements climatiques sur la sécurité de l'eau. Il décrit les stratégies d'adaptation que les autorités de santé publique peuvent prendre pour protéger la santé en collaboration avec des décideurs hors du secteur de la santé et cerne des lacunes importantes en matière de connaissances pour lesquelles il serait utile de mener des recherches afin de soutenir les mesures visant à se préparer aux changements climatiques.

7.2 Méthodologie et approche

Aux fins du présent chapitre, on a utilisé une approche narrative d'examen exploratoire de la littérature pour rechercher l'information relative aux impacts actuels et attendus sur la santé liés à l'eau découlant des changements climatiques et aux mesures d'adaptations possibles au Canada. Des recherches systématiques dans les bases de données Agricola, Medline et Embase ont été effectuées pour recenser les publications parues jusqu'en janvier 2019. Les recherches systématiques ont ciblé sept sujets à l'appui de l'examen narrative plus large, notamment :

- les changements climatiques et l'eau potable;
- les changements climatiques, l'eau et l'adaptation;
- les changements climatiques, l'eau et les efflorescences algales;
- les changements climatiques et l'eau au Canada;
- les changements climatiques, l'eau et les événements météorologiques extrêmes;
- les changements climatiques, l'eau et le système alimentaire;
- les changements climatiques, l'eau et les utilisations autochtones traditionnelles.

Plusieurs termes de recherche ont été utilisés pour chaque sujet. Certains termes de recherche courants comprenaient les suivants : variations des changements climatiques, eau potable, approvisionnement en eau, humain/humains, santé, santé publique, exposition environnementale, maladies, santé mentale, mortalité, morbidité, inondation, salubrité, adaptation, infection, bactéries, agent pathogène, infectieux, parasitaire, origine hydrique et d'autres.

D'autres articles évalués par des pairs et de littérature grise ont été répertoriés d'après les connaissances des auteurs, des commentaires des évaluateurs et des recherches ciblées. Les connaissances des auteurs ont été prises en compte et des recherches ciblées ont été effectuées afin d'inclure les publications pertinentes parues après la réalisation des recherches systématiques. Les estimations des tendances futures en ce qui concerne le débit des cours d'eau, les niveaux des eaux de surface, l'humidité du sol et les eaux souterraines s'appuient sur le *Rapport sur le climat changeant du Canada* (Bush et Lemmen, 2019).

Il faut faire preuve d'une certaine prudence dans l'interprétation des études sur les changements climatiques et les maladies d'origine hydrique. Par exemple, des biais de publication peuvent avoir une incidence sur l'ensemble des données probantes (Levy et al., 2016). De plus, en raison des contraintes relatives à l'utilisation des sources de données secondaires, les études sont souvent soumises à des limitations quant aux covariables qui peuvent être incluses, les estimations étant alors susceptibles de comporter un certain degré d'incertitude. De plus, les agents pathogènes peuvent être transmis par de nombreux agents et de nombreuses voies (Semenza et al., 2012), et il est connu que certains résultats en matière de santé, tels que les maladies gastro-intestinales aiguës (MGIA), sont sous-déclarés (Thomas et al., 2013).

7.3 Changements climatiques, eau et santé

La qualité de l'eau et la quantité d'eau sont étroitement liées et varient en fonction des contextes géophysiques, biologiques et sociaux. La quantité d'eau fait référence à l'abondance d'eau disponible dans un écosystème ou une collectivité. La qualité de l'eau fait référence à l'adéquation de l'eau disponible pour un usage particulier (p. ex., boire). La sécurité de l'eau est une mesure de l'accès à une quantité d'eau suffisante ou à une qualité d'eau adéquate pour protéger et promouvoir la santé et le bien-être. Les facteurs hydrogéologiques, dont le sol, l'inclinaison et la composition de l'aquifère, ainsi que les facteurs climatologiques, tels que la température et les précipitations, influencent tous la qualité de l'eau et la quantité d'eau par des voies complexes et interreliées. La qualité de l'eau à sa source et la quantité de celle-ci sont les principaux facteurs qui influent sur l'eau potable et déterminent les exigences en matière de traitement de l'eau (Boholm & Prutzer, 2017). Le déterminant le plus important de la qualité de l'eau est l'activité humaine (Trtanj et al., 2016). Dans la plupart des cas de contamination d'un système d'approvisionnement en eau, l'activité humaine est la source de contamination, soit directement par la présence de déchets humains dans le système d'approvisionnement en eau, soit indirectement par le changement d'affectation des terres, l'industrie ou l'agriculture (Trtanj et al., 2016).

Les facteurs de stress liés aux changements climatiques, comme les précipitations de pluie extrêmes ou la fonte rapide des neiges au printemps, augmentent les risques de maladies d'origine hydrique. En général, les inondations et le débit rapide des rivières diluent les substances dissoutes et transportent les agents pathogènes, tandis que les sécheresses et le faible débit des rivières entraînent leur concentration (Delpla et coll., 2009), ce qui engendre des répercussions sur la santé des populations utilisant les sources d'eau. Les écosystèmes naturels sains sont souvent en mesure de filtrer les contaminants biologiques et chimiques (p. ex., dans les marécages), ce qui souligne la valeur de la protection des sources d'eau pour les systèmes d'approvisionnement en eau potable (SAEP) et la protection de la santé.

Les changements climatiques peuvent, par de nombreuses façons, avoir une incidence sur les ressources hydriques, mais celles-ci sont principalement touchées par les variations de précipitations et de température attribuables au climat. Outre le volume d'eau approprié qui peut être altéré par les inondations ou les sécheresses, de nombreux impacts sur la santé humaine résultent de la présence d'agents biologiques ou chimiques dans l'eau potable, les eaux de baignade et les eaux récréatives ou encore l'eau utilisée à des fins cérémoniales. Les principales répercussions sur la santé humaine sont illustrées à la figure 7.1. D'un point de vue canadien, les effets négatifs sur la santé associés aux impacts des changements climatiques ayant une incidence sur l'eau comprennent les conséquences physiques (p. ex., traumatismes physiques) causées par les inondations, les conséquences sur la santé mentale (p. ex., en raison de l'exposition à des événements météorologiques extrêmes comme les inondations ou les sécheresses) ainsi que les maladies infectieuses d'origine hydrique et d'autres maladies causées par le réchauffement graduel et la contamination chimique et biologique. Les impacts indirects (p. ex., sur l'hygiène personnelle ou la sécurité alimentaire) sont en grande partie attribuables à un accès limité à l'eau de quantité ou de qualité suffisante.

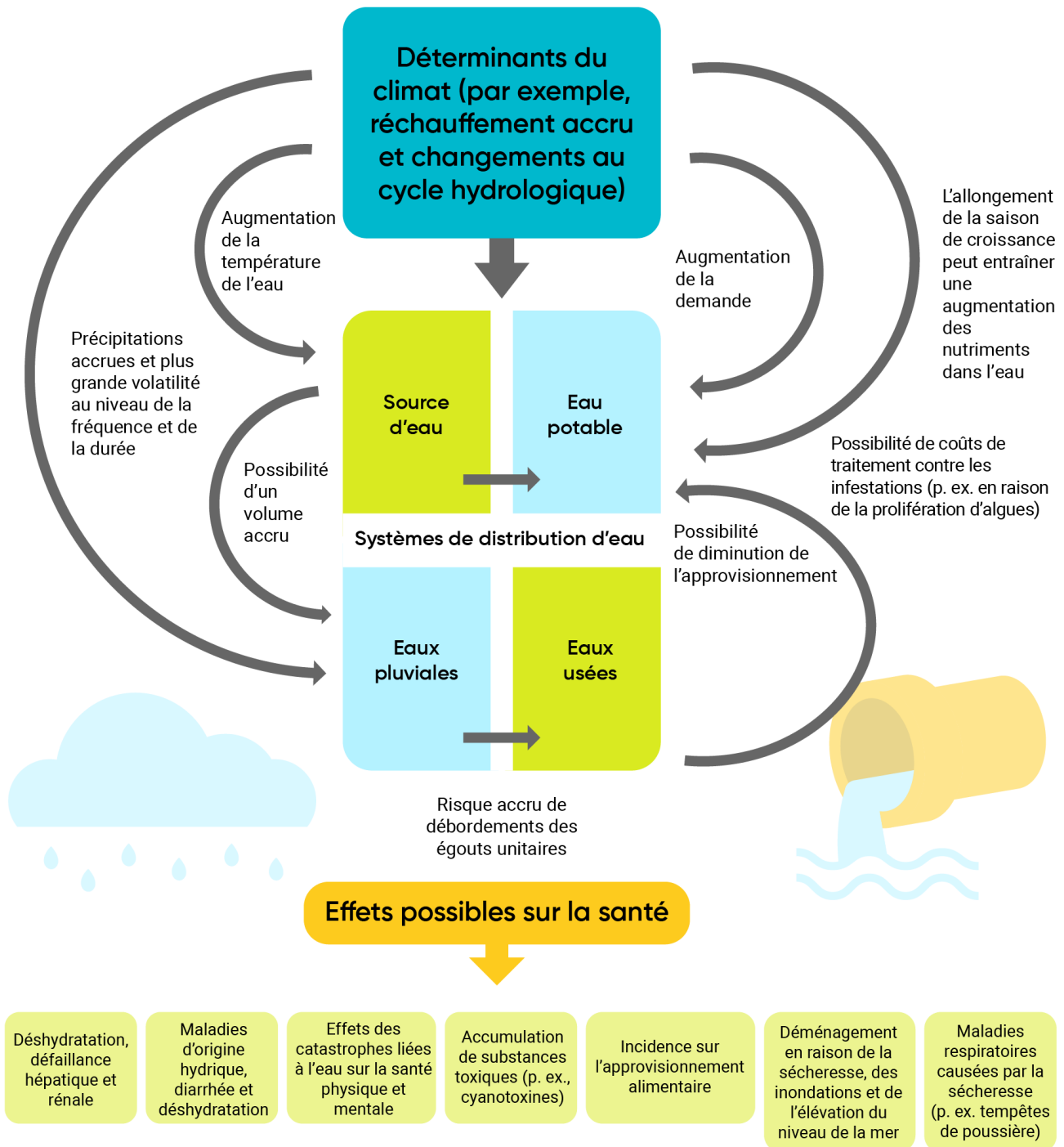


Figure 7.1 Exemples de façons directes et indirectes dont les changements climatiques peuvent modifier la qualité de l'eau et la quantité d'eau et nuire à la santé.

7.3.1 Pour les peuples autochtones, l'eau est source de vie

Les Premières Nations, les Inuits et les Métis sont des peuples différents ayant des croyances, des points de vue et des expériences tout aussi différents. Cependant, l'eau est un sujet sur lequel la grande majorité d'entre eux s'entend (McGregor, 2012). Dans de nombreux enseignements autochtones, l'eau a différentes significations, mais avant tout « l'eau est source de vie » (Assemblée des Premières Nations [APN], 2013; Bharadwaj et Bradford, 2018). L'eau fait partie des récits de la création du monde auxquelles de nombreux peuples autochtones¹ s'identifient et, parce que l'eau est considérée comme la « vie » elle-même, les peuples autochtones ont souvent le sentiment d'avoir un lien sacré avec l'eau et la responsabilité de la protéger maintenant et pour les générations futures (McGregor, 2012; Sanderson et coll., 2015). L'APN décrit cette responsabilité comme un cercle sans fin formé par les « minuscules gouttelettes d'eau qui tombent du ciel et qui poursuivent leur chemin vers les lacs, les rivières et le sol où elles s'accumulent » (APN, 2013, page 1). Les aînés inuits décrivent le pouvoir curatif de l'eau provenant d'une source naturelle par rapport à l'eau provenant de l'aqueduc municipal en ces termes : « Je me sens plus vivant lorsque je bois l'eau de la rivière. Plus vivant et actif. » (Watson, 2017, page 123).

Pour de nombreux peuples autochtones, l'eau est sacrée et possède des pouvoirs, jouant différents rôles dans leur vie qui vont bien au-delà de l'hydratation – outre son apparence et son potentiel médicinal, l'eau est un symbole de fertilité, de pureté, de force et de douceur, abrite des êtres vivants (dont certains sont des sources d'aliments traditionnels), a une action purifiante qui enrichit la vie et est un élément d'interdépendance (McGregor, 2012; Sanderson et coll., 2015; Bharadwaj et Bradford, 2018). L'eau n'est pas considérée comme un aspect distinct de l'environnement, mais comme faisant partie d'un système holistique. De nombreux peuples autochtones considèrent que l'eau, outre son utilité pour les humains, remplit notamment les fonctions suivantes : nourrit les plantes, sert d'habitat aux poissons, assure la croissance des plantes servant de remèdes traditionnels et permet aux animaux de s'abreuver. L'eau est essentielle à la vie et au bien-être physique, émotionnel, mental et spirituel de nombreux peuples autochtones (McGregor, 2012). Les changements climatiques ayant une incidence sur la disponibilité de l'eau douce dans le Nord ont eu des impacts sur l'approvisionnement en aliments de subsistance et le lien avec la terre (Goldhar et coll., 2013a).

Pour de nombreux peuples autochtones, l'eau a un esprit et doit être respectée en tant qu'être vivant. L'eau est considérée par beaucoup d'Autochtones comme un proche parent ou un participant dans le contexte d'une relation axée sur la bienveillance et la compassion. De nombreux peuples autochtones considèrent que les divers plans d'eau ont des personnalités différentes et que l'eau a des sentiments et qu'elle peut donc être triste ou en colère si elle n'est pas respectée ou traitée correctement. Comme dans toute relation, chaque partie doit assumer ses responsabilités. Par conséquent, l'eau doit être respectée et autorisée à remplir ses devoirs de don de vie. Partout au Canada, il existe des protocoles et des cérémonies locaux pour remercier l'esprit de l'eau ainsi que pour établir et maintenir un lien spirituel avec l'eau (McGregor, 2012).

1 Le terme « autochtone » est utilisé dans le présent chapitre pour désigner collectivement les premiers habitants du Canada et leurs descendants, y compris les Premières Nations, les Inuits et les Métis selon la définition de l'article 35 de la *Loi constitutionnelle de 1982*. Dans la mesure du possible, des distinctions claires sont faites entre ces trois groupes distincts et reconnus par la Constitution. Il est également fait référence aux peuples autochtones à l'extérieur du Canada dans certains cas – en particulier lorsqu'il est question de politiques, de processus et de droits internationaux en matière de climat – et sont désignés comme tels.

Les peuples autochtones, ainsi que toutes les plantes et tous les animaux, ont le droit à une eau propre et saine et ont la responsabilité de prendre des décisions éclairées qui ont une incidence sur les eaux en planifiant pour au moins sept générations futures (McGregor, 2012; Sanderson et coll., 2015; Cowichan Watershed Board [CWB], 2018). Les peuples autochtones ont des droits souverains, inhérents et issus de traités sur les terres et les eaux de leurs territoires traditionnels et continuent d'affirmer et d'exercer leurs droits et responsabilités par des cérémonies et des pratiques de gestion à titre d'intendants traditionnels des bassins versants (APN, 2013). La Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones, adoptée par le Canada, décrit le travail nécessaire pour parvenir à la réconciliation, y compris dans les domaines relatifs à l'eau. Les articles 25 et 32 de la Déclaration défendent le droit des peuples autochtones à leur relation particulière avec l'eau et leur droit d'assumer leurs responsabilités à l'égard des générations futures. La Déclaration demande aux États d'obtenir le consentement libre et éclairé des peuples autochtones avant d'approuver tout projet qui aura une incidence sur leurs terres ou territoires et d'autres ressources, en particulier dans le cadre de la mise en valeur, de l'utilisation ou de l'exploitation des ressources minérales, hydriques ou autres (McGregor, 2012). Cette relation particulière avec l'eau est un contexte important à prendre en considération pour examiner les impacts des changements climatiques sur les peuples autochtones pour le reste du présent chapitre.

7.3.2 Qualité de l'eau

7.3.2.1 Systèmes d'approvisionnement en eau potable et santé

Les systèmes d'approvisionnement en eau potable (SAEP) sont conçus pour fournir de l'eau potable salubre et, par extension, pour protéger et favoriser la santé humaine. La majeure partie de la population canadienne est desservie par de grands SAEP municipaux tandis qu'environ 15 % de la population est desservie par de plus petits systèmes privés (Pons et al., 2015). Certains Canadiens et Canadiennes, plus particulièrement ceux et celles qui vivent dans les régions rurales, ont accès à l'eau potable par des SAEP privés (c.-à-d. des systèmes privés qui fournissent de l'eau potable aux particuliers et aux ménages qui en sont propriétaires), comme les puits ou les réseaux alimentés par une source ou des eaux de surface (Statistique Canada, 2011). Dans le contexte canadien, il n'existe pas de définition universellement acceptée d'un petit SAEP, et il existe d'importantes différences en ce qui concerne la définition et la réglementation des petits SAEP entre les provinces et les territoires (Charrois, 2010; Pons et al., 2015). Aux fins du présent rapport, les grands SAEP sont définis comme étant ceux qui desservent des populations de 5 000 personnes ou plus et les petits SAEP sont ceux qui desservent des populations de moins de 5 000 personnes (Santé Canada, 2005). Certains SAEP sont alimentés par des eaux de surface ou des eaux souterraines tandis que d'autres sont alimentés par ces deux sources d'eau. Environ 10 % de la population dépend d'une source d'eau souterraine, et la plupart des Canadiens et des Canadiennes disposant d'un SAEP privé ont accès à une source d'eau souterraine (Statistique Canada, 2011; Murphy et al., 2016a).

Les résultats les plus souvent étudiés en matière de santé liés à l'eau potable sont les MGIA et d'autres maladies d'origine hydrique. Les petits SAEP privés au Canada sont plus susceptibles de provoquer une contamination et des éclosions de MGIA que les grands SAEP gérés par les municipalités (Hrudey & Hrudey, 2004; Schuster et al., 2005; Uhlmann et al., 2009; Wilson et al., 2009; Charrois, 2010). Les enquêtes sur les éclosions de maladies d'origine hydrique antérieures survenues dans les SAEP au Canada ont montré qu'une

forte proportion des éclosions se sont produites dans de petits SAEP (Moffatt et Struck, 2011) et sont le plus souvent attribuables à de nombreux facteurs de risque tels que des défaillances du système, le manque de traitement, une surveillance limitée, des limites financières, les connaissances des utilisateurs ou des sources d'eau de mauvaise qualité (Schuster et al., 2005; Wilson et al., 2009). Les SAEP privés ne sont généralement pas traités et ils sont exposés à la contamination (Schuster et al., 2005), en particulier lorsque les eaux de surface et les eaux souterraines sont directement influencées par des sources d'eau de surface (Murphy et al., 2016b). Néanmoins, des SAEP de toute taille alimentés par différentes sources ont été associés à des maladies d'origine hydrique, y compris la plus grande éclosion enregistrée à Milwaukee, au Wisconsin, aux États-Unis, en 1993, 403 000 cas de MGIA ayant été signalés (Corso et coll., 2003). Bien que de nombreuses mesures soient prises dans le cas des grands SAEP municipaux pour prévenir la contamination et réduire le risque de maladies sporadiques et associées à une éclosion, une diversité de contraintes, comme la croissance démographique, la détérioration de l'infrastructure, les limites financières et les changements climatiques, exercent des pressions sans précédent sur ces systèmes (Sharma et al., 2010). En raison de ces contraintes, il pourrait être de plus en plus difficile de garantir un approvisionnement fiable en eau potable salubre aux Canadiens et aux Canadiennes au moyen des grands SAEP municipaux (Shuster-Wallace et coll., 2019; Shuster-Wallace et coll., 2020).

Bien qu'une grande partie de la population canadienne bénéficie d'un accès fiable à une eau potable de qualité, de nombreuses collectivités autochtones font face à des défis de longue date en matière d'accès à une eau potable salubre, y compris des avis à long terme concernant la qualité de l'eau potable et un accès limité à de l'eau de qualité ou à des SAEP sûrs. Dans le Nord canadien, les Inuits et d'autres habitants du Nord dépendent souvent d'un approvisionnement en eau par camion-citerne, l'eau étant acheminée vers des résidences ou des centres de distribution et entreposée dans des réservoirs jusqu'à ce qu'elle soit utilisée (Daley et coll., 2018). Ce type d'approvisionnement en eau peut nuire à la santé compte tenu de son caractère inadéquat (p. ex., les réservoirs ne contiennent pas suffisamment d'eau pour répondre aux besoins des ménages) et de la mauvaise qualité potentielle de l'eau (p. ex., l'eau peut être contaminée pendant l'entreposage) (Daley et coll., 2014). Les questions relatives à la gestion de l'eau dans les collectivités autochtones sont abordées plus en détail à la section 7.3.4.2 Impacts sur les infrastructures.

La contamination de l'eau destinée à la consommation humaine (p. ex., boire, cuisiner et se laver) ou aux loisirs (p. ex., baignade en eau libre) est généralement classée comme étant biologique, chimique ou radioactive. La contamination biologique est microbienne si elle est causée par des bactéries, des protozoaires, des virus ou des algues et est généralement traitée dans les SAEP municipaux qui ont recours à la filtration et à la désinfection (Ashbolt, 2015). Les menaces de contamination chimique sont variées et comprennent l'arsenic, le plomb, les microplastiques et les produits pharmaceutiques (c.-à-d. les hormones synthétiques) (Kleywegt et coll., 2011; Uslu et coll., 2013). Bon nombre de ces contaminants nécessitent un traitement complexe (Kim et al., 2018), ce qui représente un défi dans le cas de nombreux SAEP au Canada. La contamination radioactive (p. ex., les isotopes du radium, de l'uranium et du radon) doit être éliminée par filtration.

L'approvisionnement en eau potable demeure un défi dans le cas de bon nombre de SAEP au Canada. Par exemple, entre 2011 et 2017, en moyenne, 10 % des ménages canadiens desservis par un SAEP municipal ont déclaré avoir reçu un avis d'ébullition de l'eau au cours de la dernière année (Statistique Canada, 2021). Une proportion importante (près de 50 %) des avis d'ébullition de l'eau sont émis à la suite de problèmes liés aux SAEP, comme des bris de conduite, des pertes de pression ou des travaux d'entretien planifiés. La plupart

de ces avis d'ébullition de l'eau étaient préventifs et ont été levés lorsque les réparations ou les travaux d'entretien ont été terminés (Santé Canada, 2015).

Les changements climatiques peuvent aggraver les problèmes liés aux SAEP en raison du réchauffement graduel, des événements météorologiques extrêmes (p. ex., inondations, sécheresses, feux de forêt) et de l'intrusion d'eau salée, qui peuvent tous accroître le risque de contamination des eaux et le besoin de traitement. Il sera nécessaire d'appliquer une approche fondée sur les risques à la surveillance de la contamination potentielle étant donné que les changements climatiques augmentent les risques actuels liés à la qualité de l'eau et entraînent des risques futurs inconnus.

7.3.2.1.1 Mécanismes par lesquels les changements climatiques ont un impact sur la qualité de l'eau

La saisonnalité de nombreuses maladies infectieuses, y compris des cas sporadiques (Lake et coll., 2005; Britton et coll., 2010; Lal et coll., 2013) et des éclosions de MGIA d'origine hydrique, est bien documentée. On considère qu'une éclosion survient si deux personnes ou plus ayant un lien épidémiologique sont atteintes d'une maladie semblable après avoir été exposées à la même source d'eau (Curriero et coll., 2001; Auld et coll., 2004). Le niveau d'exposition requis pour subir des effets sur la santé diffère selon l'agent pathogène et, dans de nombreux cas, l'individu (p. ex., niveau d'exposition moins élevé chez les enfants que chez les adultes). Le tableau 7.1 donne un aperçu des agents biologiques sensibles au climat causant des maladies transmissibles par l'eau.

Tableau 7.1 Agents biologiques sensibles au climat causant des maladies transmissibles par l'eau

AGENT PATHOGÈNE OU MICRO-ORGANISME PRODUCTEUR DE TOXINES	VOIE D'EXPOSITION	CERTAINS SYMPTÔMES ET RÉSULTATS EN MATIÈRE DE SANTÉ	PRINCIPAUX FACTEURS CLIMATIQUES OU CORRÉLATIONS AVEC LE CLIMAT (LES FACTEURS LES PLUS IMPORTANTS SONT ÉNUMÉRÉS EN PREMIER)
Algues : espèces marines toxigènes suivantes : <i>Alexandrium</i> , <i>Pseudo-nitzschia</i> , <i>Dinophysis</i> , <i>Gambierdiscus</i> et <i>Karenia brevis</i>	Consommation de mollusques et crustacés et de poissons Eaux récréatives (y compris les toxines aérosolisées) Eau potable	Maladies gastro-intestinales et neurologiques causées par une intoxication par les mollusques (paralytique, amnésique, diarrhéique, neurotoxique) ou des poissons (ciguatera) Exacerbations de l'asthme, irritations oculaires causées par le contact avec des toxines aérosolisées (<i>K. brevis</i>)	Augmentation de la température de l'eau, courants océaniques de surface, acidification des océans, ouragans (espèces de <i>Gambierdiscus</i> et <i>K. brevis</i>)
Cyanobactéries (plusieurs espèces présentes en eau douce produisant des toxines, y compris la microcystine)	Eau potable Eaux récréatives	Lésions au foie et aux reins, gastro-entérite (diarrhée et vomissements), troubles neurologiques et arrêt respiratoire	Augmentation de la température de l'eau, tendances des précipitations
Bactéries entériques et parasites protozoaires, y compris <i>Salmonella enterica</i> , espèces de <i>Campylobacter</i> , <i>Escherichia coli</i> toxigène, <i>Cryptosporidium</i> , <i>Giardia</i>	Eau potable Eaux récréatives Consommation de mollusques et crustacés	Les agents pathogènes entériques causent généralement la gastro-entérite; certains cas peuvent être graves et être associés à des effets à long terme et récurrents	Changements de la température de l'air et de l'eau, fortes précipitations (surtout lorsqu'elles sont précédées d'une période sèche) et inondations



AGENT PATHOGÈNE OU MICRO-ORGANISME PRODUCTEUR DE TOXINES	VOIE D'EXPOSITION	CERTAINS SYMPTÔMES ET RÉSULTATS EN MATIÈRE DE SANTÉ	PRINCIPAUX FACTEURS CLIMATIQUES OU CORRÉLATIONS AVEC LE CLIMAT (LES FACTEURS LES PLUS IMPORTANTS SONT ÉNUMÉRÉS EN PREMIER)
Virus entériques, y compris les entérovirus, les rotavirus, les norovirus, les virus de l'hépatite A et E	Eau potable Eaux récréatives Consommation de mollusques et crustacés	Maladie gastro-intestinale dans la plupart des cas; les cas graves peuvent inclure la paralysie et l'infection du cœur ou d'autres organes	Fortes précipitations, inondations et changements de la température de l'air et de l'eau
Bactéries <i>Leptospira</i> et <i>Leptonema</i>	Eaux récréatives Systèmes intérieurs de refroidissement par eau	Syndrome grippal léger à grave (avec ou sans fièvre) à cas graves de méningite, d'insuffisance rénale et d'insuffisance hépatique	Inondations, augmentation de la température de l'eau, fortes précipitations
Espèces de <i>Vibrio</i> (bactéries)	Eaux récréatives Consommation de mollusques et crustacés	Varient selon les espèces, mais comprennent la gastro-entérite (<i>V. parahaemolyticus</i> , <i>V. cholerae</i>), la septicémie (infection de la circulation sanguine) par ingestion ou en présence d'une plaie (<i>V. vulnificus</i>), infections de la peau, des yeux et des oreilles (<i>V. alginolyticus</i>)	Augmentation de la température de l'eau, augmentation du niveau de la mer, tendances des précipitations (car elles ont une incidence sur la salinité des eaux côtières)

AGENT PATHOGÈNE OU MICRO-ORGANISME PRODUCTEUR DE TOXINES	VOIE D'EXPOSITION	CERTAINS SYMPTÔMES ET RÉSULTATS EN MATIÈRE DE SANTÉ	PRINCIPAUX FACTEURS CLIMATIQUES OU CORRÉLATIONS AVEC LE CLIMAT (LES FACTEURS LES PLUS IMPORTANTS SONT ÉNUMÉRÉS EN PREMIER)
Espèces de <i>Legionella</i> (bactéries), mycobactéries non tuberculeuses (données probantes semblant indiquer l'existence d'un lien)	Systèmes intérieurs de refroidissement par eau	Pneumonie	Température de l'air, événements météorologiques extrêmes, utilisation fortement accrue de la climatisation

Source: Trtanj et coll., 2016

On a observé la saisonnalité distincte des maladies d'origine hydrique dans différents systèmes hydroclimatiques tant au Canada qu'ailleurs dans le monde (Bertuzzo et al., 2012; Galway et al., 2014). Bon nombre d'études épidémiologiques ont établi un lien entre les MGIA et la température de l'air ambiant, les inondations et les chutes de pluie abondantes, ce qui explique en partie ces tendances saisonnières (Levy et al., 2016). Par exemple, les taux de MGIA (causées par les bactéries ou les protozoaires) en Colombie-Britannique atteignent un sommet au début de l'été dans les bassins versants où il y présence abondante de neige et à l'automne dans les bassins versants où il y présence abondante de pluie, ce qui correspond à peu près au moment où le ruissellement de surface et l'alimentation des nappes souterraines sont prédominants dans chacun des deux systèmes hydroclimatiques (Galway et al., 2014). Les précipitations de pluie extrêmes augmentent ce déversement d'eau, souvent mesuré en turbidité dans les sources d'eau, en particulier après une période sèche (Chhetri et coll., 2017). La compréhension des facteurs hydroclimatiques, y compris des variations saisonnières liées aux changements climatiques et des tendances saisonnières sous-jacentes des MGIA, permettra aux concepteurs et aux opérateurs des SAEP de prendre des mesures pour améliorer l'efficacité des méthodes de filtration et de traitement et réduire la contamination et les risques de MGIAI pendant les pics saisonniers prévus de maladies (Galway et al., 2014).

Encadré 7.1 Eau, bassins versants et santé

Les bassins versants sont plus que de simples bassins de drainage. Il s'agit de systèmes socio-écologiques complexes ayant évolué au fil des millénaires, qui sont reliés par l'eau dont toute vie dépend (Parkes et coll., 2010). Les bassins versants englobent les terres environnantes et sont des systèmes reliés, les petits cours d'eau formant leur propre bassin versant faisant partie de bassins versants de plus en plus grands jusqu'à l'échelle mondiale (p. ex., la rivière des Outaouais est elle-même un grand bassin versant, lequel fait partie du bassin versant encore plus grand du fleuve Saint-Laurent). Les bassins versants peuvent être décrits physiquement comme des bassins dans lesquels l'eau sous l'effet de la gravité entraîne l'exposition en aval à des sources d'agents pathogènes présents en amont.

De plus en plus d'initiatives de gestion de l'eau et d'autres initiatives de gestion des ressources naturelles et des écosystèmes mettent l'accent sur les bassins versants, comme celles mises en place par les offices de protection de la nature de l'Ontario (Conservation Ontario, date inconnue). À l'échelle nationale, les approches de gestion des écosystèmes axées sur les bassins versants se sont révélées des leviers d'action participative ou communautaire (Bakker et Cook, 2011; Guehlstorf et Hallstrom, 2012; Morris et Brandes, 2013; Gérin-Lajoie et coll., 2018). À elle seule, la Colombie-Britannique compte plus de 230 groupes communautaires, dont bon nombre sont dirigés par des bénévoles, qui se consacrent à la protection de la qualité de l'eau.

Cet intérêt croissant pour la gestion des ressources hydriques et la protection de l'environnement axées sur les bassins versants favorise la prise d'initiatives dirigées par des citoyens visant à surveiller les effets sur la santé des impacts des changements climatiques sur les ressources hydriques, à en rendre compte et à prendre les mesures nécessaires. Par exemple, de nombreuses collectivités autochtones ont élaboré des stratégies applicables aux bassins versants comme moyen de gouvernance de leurs ressources. Bon nombre de jeunes participent à ces efforts en devenant la prochaine génération de « watershed warriors » (« guerriers des bassins versants ») (APN, 2013). De nombreuses collectivités des Premières Nations dans les Prairies ont élaboré des plans de protection des sources d'eau (Patrick, 2018), qui amélioreront la santé humaine. Les peuples autochtones sont confrontés à des problèmes et à des défis de longue date liés aux nombreuses pressions concurrentes lorsqu'ils tentent de protéger leurs bassins versants (APN, 2013; Goldhar et coll., 2013a). Les organisations axées sur la gouvernance et la gestion des bassins versants sont essentielles à la protection de ces bassins en tant que systèmes socio-écologiques (Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2016; Picketts et coll., 2017).

Les tendances, la fréquence et l'intensité des précipitations peuvent influencer de plusieurs façons sur les MGIA d'origine hydrique. Les tendances des précipitations peuvent influencer sur le ruissellement de surface et l'érosion et entraîner la remise en suspension des particules et des agents pathogènes, ce qui augmente le risque de contamination des eaux de surface et des eaux souterraines par des agents pathogènes et compromet l'efficacité des SAEP (Semenza et al., 2012). Certaines recherches indiquent que de fortes pluies survenant après une période de sécheresse peuvent provoquer des ruissellements de surface associés à des quantités particulièrement importantes d'agents pathogènes et un risque accru de contamination des eaux de surface (Levy et al., 2016). De plus, les précipitations de pluie extrêmes peuvent augmenter

les concentrations microbiennes dans les réserves d'eau potable en raison, notamment, de la plus grande quantité de matières particulaires présentes à la suite du ruissellement de surface et de la remise en suspension des sédiments du fond des cours d'eau, ce qui augmente la turbidité (Mann et al., 2007; De Roos et al., 2017). La turbidité fait référence à l'état trouble de l'eau ou aux matières solides non dissoutes et est un indicateur indirect de la qualité de l'eau. Il a été démontré qu'une forte turbidité réduit l'efficacité du traitement de l'eau dans les SAEP et peut également favoriser la croissance microbienne dans les sources d'eau (Mann et al., 2007). Les phénomènes météorologiques associés à la neige (p. ex., précipitations de pluie sur le manteau neigeux, fonte des neiges ou dégel printanier) peuvent aussi avoir une incidence sur le risque de MGIA, mais la question n'a pas fait l'objet de nombreuses études (Jagai et al., 2012).

Près de 70 % de toutes les éclosions de maladies d'origine hydrique, qui sont survenues aux États-Unis de 1948 à 1994, se sont produites après une forte pluie (Curriero et al., 2001). Les fortes précipitations de pluie ont également été considérées comme un facteur en cause dans la tragédie survenue à Walkerton, en Ontario, au Canada (Auld et al., 2004) et la plus importante éclosion de MGIA qui s'est produite à Milwaukee, aux États-Unis, en 1993. À la suite d'un événement de fortes précipitations survenu à Milwaukee, le sol a rapidement été saturé, provoquant un ruissellement de surface et, de ce fait, augmentant la turbidité, ce qui a altéré le processus de traitement de l'eau (Curriero et al., 2001). Contrairement à l'incident de Milwaukee qui a été causé par un seul événement de forte pluie, l'incident de Walkerton est survenu après plusieurs jours de fortes pluies, lesquelles ont saturé le sol, ce qui a entraîné la contamination d'un puits d'eau potable. De nombreux agents pathogènes ont contaminé l'approvisionnement en eau (Auld et al., 2004) auquel ont eu accès les consommateurs après d'autres défaillances du matériel de traitement de l'eau (Hrudey et coll., 2003). Ces exemples mettent en évidence certaines similitudes et différences quant à la façon dont les précipitations extrêmes peuvent compromettre la qualité de l'eau des SAEP selon diverses conditions hydrologiques et les répercussions possibles des changements climatiques futurs.

Au Canada, le fardeau des cas sporadiques de MGIA est probablement plus lourd que celui des éclosions de MGIA, mais les cas sporadiques sont plus difficiles à étudier. Deux études relativement vastes menées sur 10 ans en Colombie-Britannique ont enregistré une moyenne de 19 cas par 100 000 personnes et de 26,9 cas par 100 000 personnes, respectivement. Aucune éclosion n'est survenue au cours des deux périodes d'étude (Uhlmann et coll., 2009; Chhetri et coll., 2017). La détermination des voies de transmission et la sous-déclaration, y compris la possibilité d'éclosions non signalées, comportent des difficultés (Hunter & Thompson, 2005). Cependant, de nouvelles données probantes semblent indiquer un lien possible entre les événements de précipitations extrêmes et l'augmentation des cas sporadiques de MGIA associés aux SAEP municipaux (Chhetri et al., 2017). Bien que le risque pour certaines personnes en particulier soit faible, le nombre de cas ou le risque pour la population est élevé en raison des populations denses exposées. Étant donné que la plupart des cas de MGIA ne sont pas déclarés, il est probable que les estimations de ces cas soient plutôt prudentes. Dans une enquête représentative menée en Colombie-Britannique, on a estimé que seulement un cas de cryptosporidiose sur 48,5 et un cas de giardiose sur 40,7 sont signalés (MacDougall et al., 2008).

Avant l'installation d'une usine de traitement de l'eau potable par filtration sur membrane desservant une grande partie de la région métropolitaine de Vancouver en 2010, on a observé une augmentation significative des maladies d'origine hydrique deux à quatre semaines après la survenue de fortes pluies (définies comme étant supérieures au 90^e centile) (Chhetri et al., 2017). Une autre étude menée par la Commission mixte

internationale (CMI) à l'aide de méthodes identiques a mis en évidence des liens similaires dans trois SAEP municipaux alimentés par les Grands Lacs (Mezzacapo et coll., 2018). Dans les deux études, une période sèche, définie par l'absence de précipitations durant au moins 30 jours des 60 jours précédents, était un facteur de risque important. Une période sèche préalable a également été observée dans d'autres études (Levy et al., 2016). On émet l'hypothèse qu'une période sèche, ou sécheresse, permet l'accumulation d'agents pathogènes dans l'environnement et les sources d'eau, augmentant ainsi le risque de contamination de l'eau potable (Levy et al., 2016). Bien que les résultats de ces études ne puissent pas être extrapolés à d'autres bassins versants du Canada, ils mettent en évidence la vulnérabilité aux maladies sporadiques en cas de fortes pluies en lien avec certains SAEP municipaux, indépendamment des éclosions attribuables aux défaillances de ceux-ci. On s'attend à ce que les changements climatiques augmentent la fréquence des précipitations de pluie extrêmes dans de nombreuses régions du Canada (Chhetri et coll., 2017; Bush et Lemmen, 2019). D'autres études sont nécessaires pour examiner les effets des précipitations de pluie extrêmes après des périodes sèches sur les différentes méthodes de traitement de l'eau et le rendement de chacune de ces méthodes dans les nombreux types de systèmes hydroclimatiques dans l'ensemble des bassins versants du Canada.

7.3.2.2 Intrusion d'eau salée

Dans les régions côtières du Canada, l'intrusion d'eau salée dans les aquifères est une préoccupation croissante, puisque l'eau salée peut contaminer les eaux souterraines, les rendant inutilisables aux fins de consommation ou d'irrigation. La croissance démographique, qui s'accompagne d'une plus forte demande en eau souterraine, ainsi que de l'augmentation du niveau de la mer et les ondes de tempête sont toutes des facteurs responsables de ce phénomène (Klassen & Allen, 2017). Il est difficile d'étudier ces changements en raison des interactions complexes entre les aquifères côtiers d'eau douce et d'eau saline. Comme les intrusions d'eau salée peuvent durer des années, voire des décennies, leurs impacts sur l'eau, la sécurité alimentaire et la santé humaine peuvent être durables et graves (Luh et al., 2017). La contamination des eaux souterraines par l'eau de mer entraîne une augmentation de la demande en eau de surface et en eau souterraine de sources non contaminées. Les petites îles qui connaissent une croissance démographique, comme les îles Gulf de la Colombie-Britannique, sont particulièrement vulnérables. Le nombre accru de puits côtiers sur certaines îles Gulf a entraîné une baisse de la nappe phréatique, ce qui a entraîné une intrusion d'eau salée et une contamination possible des puits situés le plus près de la côte (Klassen & Allen, 2017). Des intrusions d'eau salée se sont également produites dans l'Arctique canadien et le Canada atlantique (Somers et Nishimura, 2012; Thienpont et coll., 2012).

7.3.2.3 Agents pathogènes dans les eaux usées trouvées dans l'eau de mer

Les agents pathogènes présents dans les eaux usées peuvent se retrouver dans l'eau de mer et s'accumuler dans les mollusques et les crustacés, en particulier les mollusques bivalves filtreurs comme les huîtres, les moules et les palourdes (Le Guyader et coll., 2000), qui, lorsqu'ils sont consommés crus ou insuffisamment cuits, peuvent causer des maladies sporadiques et des éclosions de maladies (Bellou et coll., 2013). Les agents pathogènes les plus préoccupants comprennent les norovirus et le virus de l'hépatite A. Les norovirus

sont une cause très fréquente de gastro-entérite provoquant des symptômes tels que des nausées, des vomissements, de la diarrhée et une faible fièvre, qui durent d'un à trois jours. Les norovirus sont à l'origine de nombreuses éclosions dans les collectivités et les établissements, l'infection aux norovirus survenant principalement durant les mois d'hiver. L'infection est spontanément résolutive, bien qu'une faible proportion de patients doivent être hospitalisés pour déshydratation (Heymann, 2015). Le virus de l'hépatite A cause une infection du foie qui se manifeste par de la fièvre, des nausées, des douleurs abdominales et la jaunisse. La plupart des gens guérissent sans traitement, mais les adultes peuvent être atteints d'une maladie hépatique chronique qui est une forme plus grave de l'infection et 1 à 2 % des cas sont mortels (Heymann, 2015). La contamination par ces agents pathogènes est possible par consommation d'aliments manipulés par une personne infectée ou par contact direct avec les eaux d'égout résidentielles.

Vibrio regroupe les espèces de bactéries les plus courantes mettant en danger la santé humaine au Canada après la consommation de poissons ainsi que de mollusques et de crustacés contaminés (voir la section 7.3.4 Sécurité de l'eau et société). Cependant, des bactéries autres celles des espèces de *Vibrio* se trouvent parfois dans les poissons ainsi que les mollusques et crustacés et ont causé des éclosions de maladies (Burkhardt et Calci, 2000; Feldhusen, 2000; DePaola et coll., 2010). *Salmonella* est la cause la plus fréquente d'une telle contamination bactérienne au Canada, bien que, à l'occasion, *Escherichia coli*, *Campylobacter* et *Shigella* aient contaminé des poissons ou des mollusques et crustacés. Ces bactéries sont introduites dans le milieu marin par la présence de matières fécales animales ou humaines ou pendant le processus de transformation. Le ruissellement des terres agricoles est une autre source possible de contamination marine et d'éclosions de maladies, bien que ce soit rare. Bien que *Vibrio cholerae* soit une bactérie présente naturellement dans le milieu marin, le risque de maladie est accru dans les endroits où les eaux usées ne sont pas contrôlées.

Les mollusques et crustacés sont généralement contaminés par contact direct avec les eaux d'égout résidentielles (Campos et Lees, 2014). La fréquence accrue des événements de précipitations extrêmes attribuable au climat peut entraîner la hausse du nombre de rejets d'eaux usées, en particulier dans le cas des réseaux d'assainissement mixtes. Les débordements se produisent lorsque des eaux d'égout brutes pénètrent dans l'environnement en cas de rejet accidentel ou prévu d'un réseau d'égout municipal, d'un collecteur d'eaux pluviales ou d'une fosse septique ou d'infiltration à partir d'une conduite d'égout endommagée (Cook et coll., 2009; Miller et coll., 2018). De nombreuses éclosions de maladies liées aux mollusques et crustacés ont été signalées en association avec des débordements (Maalouf et coll., 2010). Certaines études ont établi un lien entre les chutes de pluie abondantes et les débordements, la contamination des huîtres et les éclosions d'infection aux norovirus au Canada (Doyle et coll., 2004; CBC, 2012). Les précipitations de pluie extrêmes diminuent également la salinité de l'eau de mer, ce qui favorise la survie des norovirus (Wang & Deng, 2016).

7.3.2.4 Efflorescences phytoplanctoniques et algales

Le phytoplancton est constitué d'organismes microscopiques présents dans les eaux douces et marines et est sensible au climat. Les deux formes courantes de phytoplancton sont les algues et les cyanobactéries (Zimmerman, 2015). La croissance du phytoplancton est déterminée par la température, la lumière, le déversement d'eau douce, la salinité, la remontée des eaux et la disponibilité des éléments nutritifs (Moore et

coll., 2008; Finnis et coll., 2017; Vandersea et coll., 2018). Les changements climatiques créent des conditions favorables à la prolifération d'algues et de cyanobactéries dans les océans et les eaux douces à l'échelle mondiale. Il existe de plus en plus de rapports sur les efflorescences algales dans les lacs du Canada (Pick, 2016). Certaines espèces de cyanobactéries d'eau douce produisent des toxines (cyanotoxines) qui sont nuisibles à la santé humaine. En cas d'ingestion, elles causent des effets toxiques sur le foie, la peau et le système nerveux (Hilborn & Beasley, 2015). Les cyanobactéries ne doivent pas être confondues avec les algues marines toxiques qui contaminent les mollusques et crustacés et causent des troubles gastro-intestinaux et neurologiques. Elles sont toutefois généralement regroupées sous l'appellation « efflorescences algales nuisibles » (EAN) (Carmichael & Boyer, 2016).

Le phytoplancton présent dans les eaux océaniques produit des biotoxines marines. Celles-ci s'accumulent dans les mollusques et les crustacés ainsi que les poissons qui, s'ils sont consommés crus ou cuits, peuvent causer des maladies humaines. Trois groupes de toxines préoccupants ont été trouvés au large des côtes canadiennes du Pacifique et de l'Atlantique, lesquels peuvent s'accumuler dans les mollusques et les crustacés ainsi que les mollusques bivalves. D'autres biotoxines marines, comme la ciguatoxine, sont présentes dans les eaux tropicales; les poissons importés au Canada peuvent en contenir (Visciano et coll., 2016).

L'intoxication diarrhéique par les mollusques (IDM), qui est caractérisée par des nausées, des vomissements et de la diarrhée, peut durer d'un à trois jours et est causée par une toxine (notamment du groupe de l'acide okadaïque) produite par plusieurs espèces de *Dinophysis* et de *Prorocentrum* (Taylor et coll., 2013a). Les saxitoxines regroupent plus de 30 toxines et dérivés produits principalement par les espèces d'*Alexandrium*, qui provoquent une intoxication paralysante par les mollusques (IPM). Cette maladie se caractérise par une diarrhée, un engourdissement, des picotements, la paralysie de la bouche et des extrémités, des maux de tête ainsi que des difficultés à marcher et à avaler, et peut également être mortelle (Alexander et al., 2009; Etheridge, 2010). L'acide domoïque, qui est produit par des diatomées appelées *Pseudo-nitzschia*, provoque une intoxication amnésique par les mollusques (IAM) caractérisée par de la diarrhée, des maux de tête, des étourdissements, de la confusion, une perte de mémoire de courte durée ou permanente et des convulsions. L'infection peut aussi être mortelle (Perl et coll., 1990; Grattan et coll., 2018).

La première éclosion d'IAM signalée a été associée à la consommation de moules provenant des eaux atlantiques de l'Amérique du Nord en 1987 (Perl et coll., 1990). En 2011, une éclosion d'IDM a été associée à la consommation de moules de la Colombie-Britannique (Taylor et coll., 2013a). Des cas d'IPM sont régulièrement signalés en Colombie-Britannique et dans les provinces de l'Atlantique (Prakash et coll., 1971; Finnis et coll., 2017). Sur la côte américaine du Pacifique, l'acide domoïque a été trouvé dans des aliments marins traditionnels comme les manches de couteaux (Grattan et coll., 2018). Aux fins d'innocuité alimentaire, la Food and Drug Administration des États-Unis a fixé à 20 parties par million la valeur limite réglementaire d'acide domoïque permise dans les mollusques et les crustacés destinés à la consommation humaine. Cependant, une étude menée auprès de peuples autochtones côtiers de l'État de Washington, qui consommaient des palourdes, a mis en évidence des troubles de mémoire et de rappel associés à des expositions répétées à des concentrations d'acide domoïque inférieures à 20 ppm (Grattan et coll., 2018). Aux fins d'innocuité alimentaire, Santé Canada a également établi des valeurs limites réglementaires pour divers contaminants, certaines faisant actuellement l'objet d'un examen. À l'heure actuelle, Santé Canada (2020) a établi la valeur limite :

- d'acide domoïque à 20 mg/kg dans les mollusques et les crustacés destinés à la consommation humaine;
- de toxines diarrhéiques à 0,2 mg/kg dans les tissus comestibles des mollusques et des crustacés destinés à la consommation humaine;
- de toxines paralysantes des mollusques à 0,8 mg/kg dans les tissus comestibles des mollusques et des crustacés destinés à la consommation humaine.

La température et la charge en éléments nutritifs sont des déterminants majeurs des EAN qui sont influencées par la température des sources d'eau douce (CMI, 2017) et des océans et les précipitations extrêmes qu'ils reçoivent, bien que peu d'études aient évalué le lien direct entre les changements climatiques et les biotoxines marines. Gobler et coll. (2017) ont montré que, de 1982 à 2016, la hausse des températures océaniques a entraîné une augmentation de la durée de la période de prolifération d'*Alexandrium* et de *Dinophysis* et de leur taux de croissance. D'autres chercheurs ont prévu une fréquence accrue des efflorescences algales comme conséquence des modifications que subissent les écosystèmes marins à cause des changements climatiques, plus particulièrement le réchauffement des températures océaniques au Canada (Glibert et coll., 2014; Moore et coll., 2015; Pêches et Océans Canada [MPO], 2020).

Un nombre croissant d'éclosions de maladies causées par des EAN marines et des biotoxines sont signalées dans le monde entier. Cela s'explique probablement à la fois par les changements climatiques, la charge accrue en éléments nutritifs dans les eaux côtières, une plus grande sensibilisation et une meilleure capacité de diagnostic (Botana, 2016; Gobler et coll., 2017). Les EAN et les éclosions de maladies connexes sont signalées dans des zones géographiques nouvelles ou plus vastes. Des éclosions d'IDM sont signalées dans de nouvelles régions de l'Amérique du Nord et de l'Europe, et des cas ont été rapportés en Colombie-Britannique, en Nouvelle-Écosse et à Terre-Neuve-et-Labrador (Todd, 1997; Deeds et coll., 2010; Taylor et coll., 2013a; Gobler et coll., 2017). Des cas d'IPM ont été signalés dans de nouvelles régions comme l'Islande (Gobler et coll., 2017), et les planctons producteurs de saxitoxines sont maintenant présents dans d'autres régions de l'Arctique comme l'Alaska (Anderson et coll., 2019). Les ciguatoxines se propagent vers le nord et le sud, et on en trouve maintenant dans les îles Canaries, en Crète, à Madère et dans le sud de l'Australie (Botana, 2016).

Les EAN et les éclosions de maladies connexes sont habituellement plus fréquentes pendant les mois d'été lorsque la température est plus élevée et que la durée d'ensoleillement est plus longue (Moore et coll., 2008). Les changements climatiques augmentent les températures des océans et des sources d'eau douce, ce qui pourrait accroître l'aire de répartition ainsi que la période et le taux de croissance de certains phytoplanctons (Moore et coll., 2008; Gobler et coll., 2017). Bien que certaines EAN soient présentes naturellement, d'autres sont causées par d'importants apports en azote et en phosphore d'origine humaine (p. ex., provenant d'engrais chimiques ou d'engrais agricoles à base de fumier). Ces éléments nutritifs se retrouvent dans les cours d'eau adjacents aux terres agricoles, ce qui entraîne une croissance explosive des EAN, en particulier après un printemps sec suivi d'une période chaude prolongée (Pick, 2016). Ce phénomène a été observé, par exemple, dans des eaux douces de la Colombie-Britannique à la suite des premières fortes pluies d'automne (Galanis et coll., 2014). Les efflorescences de cyanobactéries se produisent le plus souvent dans des eaux chaudes riches en éléments nutritifs où le mélange des couches d'eau est faible (Hilborn & Beasley, 2015). Outre les conditions plus propices en raison du réchauffement des eaux, le ruissellement de surface plus important associé aux événements de précipitations extrêmes peut entraîner le déplacement d'agents

pathogènes biologiques, tel qu'il en a été fait mention précédemment, et introduire des éléments nutritifs dans les sources d'eau, favorisant ainsi la croissance des algues (Delpla et al., 2009). Des efflorescences de cyanobactéries se forment souvent sur le lac Érié, le moins profond des Grands Lacs, tandis que ce phénomène est moins fréquent dans les autres Grands Lacs (Carmichael & Boyer, 2016). La fréquence des EAN a augmenté partout au Canada au cours des dernières décennies (MPO, 2020).

L'efficacité des méthodes de traitement de l'eau contre les cyanotoxines varie de 60 % à 99,9 % (Zamyadi et al., 2013). L'efficacité des méthodes de traitement varie parce que chaque espèce de cyanobactéries réagit différemment à celles-ci. Une surveillance et l'identification précise des espèces en cause sont des éléments importants du processus de traitement. Cependant, une analyse coûteuse en temps s'avère souvent nécessaire par des personnes hautement qualifiées. Le séquençage génétique de prochaine génération est actuellement envisagé comme solution de rechange à l'identification et au dépistage des cyanobactéries (Zamyadi et al., 2019), ce qui pourrait réduire les obstacles à une surveillance accrue. Dans les régions où le débit des lacs et des cours d'eau est susceptible de diminuer pendant les mois d'été, les éléments nutritifs peuvent être présents en plus fortes concentrations. La hausse des températures de l'eau qui résulte de ce faible débit favorisera davantage la croissance bactérienne.

Le réchauffement peut également entraîner la croissance du plancton toxigène capable de survivre dans des environnements contenant de faibles concentrations d'éléments nutritifs, ce qui entraîne un risque accru d'IAM dans les eaux plus chaudes (McCabe et coll., 2016). Les dépôts de cendres présents dans les zones d'un bassin versant ayant récemment été brûlées par un feu de forêt peuvent expliquer la charge accrue en éléments nutritifs dans une source d'eau (Emelko et coll., 2011; Emelko et coll., 2016) et accroître le risque d'efflorescences algales, du moins en eau douce (Martin, 2016). On ignore si les charges en éléments nutritifs associées aux feux de forêt ont des impacts sur les eaux côtières. Toutefois, étant donné que la disponibilité des éléments nutritifs est un déterminant clé de la croissance du phytoplancton, il s'agit d'un scénario réaliste (Sundarambal et coll., 2010; Morrison et Kolden, 2015). Le nombre de feux de forêt au Canada est en augmentation, ce qui souligne l'importance de cette source d'éléments nutritifs (Wang et coll., 2015). Des études plus approfondies doivent examiner le lien entre les feux de forêt, la charge en éléments nutritifs, les efflorescences algales et la santé humaine (Wang et coll., 2015; Wotton et coll., 2017; Hallema et coll., 2018).

7.3.3 Quantité d'eau

Bien que la demande en eau dans de nombreuses collectivités canadiennes augmente en raison de la croissance démographique, de l'industrie et des besoins agricoles, les changements climatiques ont réduit la disponibilité de l'eau, les régions les plus vulnérables étant le sud de l'Ontario, le sud des Prairies et l'Intérieur sud de Colombie-Britannique (Andrey et coll., 2014). Les changements climatiques continueront d'entraîner des réductions de la quantité d'eau dans l'ensemble du Canada, mais pourraient aussi parfois entraîner des augmentations; dans certains cas, les deux phénomènes peuvent se produire au même endroit, mais à des moments différents (Bush & Lemmen, 2019). Les collectivités autochtones, souvent situées dans des zones de faible élévation susceptibles d'être inondées, sont particulièrement vulnérables à ces fluctuations (Services aux Autochtones Canada [SAC], 2020b; Thistlethwaite et coll., 2020). Au Canada, les précipitations annuelles moyennes ont augmenté en moyenne, les plus fortes augmentations en pourcentage étant enregistrées dans les latitudes dans le nord du Canada (Bush & Lemmen, 2019). Les précipitations

normalisées (précipitations exprimées en pourcentage) ont, en moyenne, augmenté de 20 % dans l'ensemble du Canada de 1948 à 2012 (Vincent et al., 2015). Bien que les précipitations absolues soient généralement plus faibles dans le Nord canadien, les précipitations dans cette région ont augmenté de 30 % de 1948 à 2012 (Vincent et al., 2015). Toutefois, en raison du petit nombre de stations météorologiques et du manque de données qui en résulte, cette estimation doit être interprétée avec prudence. Des augmentations plus faibles des précipitations normalisées ont été observées dans certaines régions du sud du Canada. De plus, certaines différences saisonnières ont été constatées. Par exemple, dans le nord du Canada, les précipitations ont augmenté durant les quatre saisons tandis que, dans le sud du Canada, bien que les précipitations aient été plus importantes durant la plupart des saisons, ces augmentations étaient rarement statistiquement significatives (Bush et Lemmen, 2019).

En raison du nombre limité de données disponibles, nous ne connaissons que les tendances des précipitations à long terme (depuis plus de 100 ans) dans le sud du Canada. Depuis 1900, une augmentation de 5 % des précipitations a été observée dans le sud du Canada tandis que le rapport entre les chutes de neige et les précipitations totales a diminué; cette tendance est plus prononcée au printemps et à l'automne (Vincent et al., 2015). Ces changements des précipitations sous forme de pluie plutôt que de neige se sont traduits par des fontes printanières plus précoces et une augmentation du débit des cours d'eau dans de nombreuses régions (Vincent et al., 2015).

7.3.3.1 Sécheresse

Par sécheresse, on entend « une période prolongée de temps anormalement sec qui épuise les ressources en eau destinées à répondre aux besoins humains et environnementaux » (Yusa et coll., 2015, page 8360). La pénurie d'eau associée à la sécheresse est liée à des conditions hydrométéorologiques bien que d'autres facteurs, tels que les impacts des activités humaines sur les ressources en eau et la plus forte demande en eau, puissent aggraver les effets de la sécheresse (Yusa et al., 2015; Cook et al., 2017). L'impact le plus immédiat de la sécheresse se fait sentir sur la quantité d'eau disponible pour les humains et l'environnement, mais les problèmes liés à la quantité d'eau donnent lieu à des problèmes liés à la qualité de l'eau à mesure que la sécheresse persiste. En raison du plus faible débit des rivières, les sources ponctuelles de pollution pourraient avoir des impacts plus importants sur les systèmes écologiques, les collectivités et la santé. Les périodes de sécheresse suivies de précipitations augmentent le risque de maladies d'origine hydrique (Whitehead et al., 2009; Chhetri et al., 2017) (voir le chapitre 3 : Aléas naturels). Durant une période de sécheresse, les agents pathogènes peuvent s'accumuler dans l'environnement (p. ex., dans les zones riveraines), et, lorsque surviennent des précipitations, de grandes quantités de contaminants sont entraînées par ruissellement dans les sources d'eau (Whitehead et al., 2009). Une étude canadienne menée sur le risque de cryptosporidiose et de giardiose a révélé que le risque de ces maladies est accru à la suite de précipitations de pluie extrêmes – définies par des chutes de pluie dépassant le 90^e centile des précipitations hebdomadaires moyennes – et que ce risque augmente davantage s'il n'y a eu aucune précipitation dans les 30 jours des 60 jours précédents (Chhetri et coll., 2017). De plus, la hausse des températures associées à la sécheresse peut accélérer la vitesse de nombreux processus chimiques, réduire la quantité d'oxygène dissous disponible pour la faune aquatique et influencer la croissance des micro-organismes (Cook et al., 2017). Tous ces facteurs engendrent une plus forte demande en eau traitée fournie par les SAEP municipaux et pourraient avoir des répercussions sur la santé humaine.

Tableau 7.2 Impacts de la sécheresse sur la santé

PRINCIPAUX IMPACTS	
Impact	Cause
Maladies d'origine alimentaire ou hydrique	<p>La diminution de la disponibilité de l'eau entraîne une plus forte concentration des agents pathogènes et la hausse des températures de l'eau engendrée par la diminution de la disponibilité de l'eau peut expliquer la prévalence des agents pathogènes</p> <p>Plus forte érosion et plus grande compaction du sol de sorte que les chutes de pluie entraînent un ruissellement plus important et, de ce fait, créent des sources de pollution ponctuelles et non ponctuelles</p>
Maladies transmissibles par l'eau	<p>Dans les collectivités côtières, intrusion possible d'eau salée dans les sources d'eau souterraine en cas de sécheresse ou de conditions induisant une pénurie d'eau, ce qui entraîne un risque d'hypertension (Naser et coll., 2019) et une diminution de l'eau disponible pour boire et se laver</p> <p>Fréquence accrue des EAN et des maladies causées par les toxines produites par les EAN</p> <p>Un accès restreint à un approvisionnement en eau a des conséquences sur l'hygiène, augmentant ainsi la prédisposition aux maladies</p> <p>Accès réduit à l'eau potable pouvant entraîner une déshydratation et une insuffisance du foie, des reins et d'autres organes après quelques jours ou une perte corporelle d'environ 10 %. En l'absence d'eau potable, une MGIA accompagnée d'une diarrhée grave peut évoluer en une forme plus grave de la maladie ou entraîner la mort en quelques heures seulement</p>
Maladies infectieuses	<p>Présence plus abondante de vecteurs porteurs de maladies (p. ex., moustiques) en raison des changements dans le comportement des espèces réservoirs, des impacts sur les prédateurs des moustiques et de la réduction du phénomène de lessivage des larves de moustiques dans les milieux urbains et suburbains (voir le chapitre 6 : Maladies infectieuses)</p> <p>Croissance accrue de champignons nuisibles, ce qui peut revêtir une importance croissante en raison de l'émergence d'une résistance antifongique (voir le chapitre 6 : Maladies infectieuses)</p>

PRINCIPAUX IMPACTS	
Troubles respiratoires	Fréquence accrue des tempêtes de poussière et concentration plus grande de matières particulaires fines dans l'air
IMPACTS SECONDAIRES	
Impact	Cause
Malnutrition et sécurité alimentaire	Réduction de la production agricole ou impacts économiques négatifs, réduisant la capacité des Canadiens et des Canadiennes, en particulier ceux à faible revenu, d'acheter des aliments nutritifs (voir le chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments)
Santé mentale	Impacts sur les peuples autochtones qui dépendent parfois de sources d'eau temporaires pour combler leurs besoins physiques, culturels et spirituels ainsi que pour les travailleurs agricoles dont les familles et les moyens de subsistance peuvent être menacés (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada et le chapitre 4 : Santé mentale et bien-être)
Eaux récréatives – exposition et blessures	<p>La plus grande utilisation de l'eau à des fins récréatives par temps chaud et sec augmente le risque d'exposition à de plus fortes concentrations d'agents pathogènes dans l'eau disponible, ce qui entraîne une hausse du nombre de maladies (p. ex., leptospirose, MGIA)</p> <p>Les faibles niveaux d'eau peuvent augmenter la probabilité de blessures dans les eaux récréatives (p. ex., blessures à la colonne vertébrale résultant d'une plongée ou d'un saut dans ces plans d'eau)</p>
Troubles respiratoires	Plus forte concentration de matières particulaires et d'allergènes dans l'air; la fumée des feux de forêt, en partie attribuable aux conditions de sécheresse, réduit la qualité de l'air (voir le chapitre 5 : Qualité de l'air)

Source : D'après Yusa et coll., 2015

Le tableau 7.2 présente les impacts possibles de la sécheresse sur la santé. Les impacts de la sécheresse peuvent être vastes et comprendre, par exemple, les répercussions sur la santé mentale à la dépendance à l'égard de l'agriculture non irriguée (Edwards et coll., 2015).

Les préoccupations quant aux effets de la sécheresse sur la sécurité de l'eau augmentent partout au Canada et dans le monde. D'après un scénario de fortes émissions de gaz à effet de serre (GES), on s'attend à ce que les températures extrêmes attribuables aux changements climatiques augmentent le risque de sécheresse au Canada à la fin du siècle, en particulier dans le sud des Prairies et l'intérieur de la Colombie-Britannique (Bush et Lemmen, 2019). Certaines villes canadiennes ont dû élaborer des plans de préparation à la sécheresse, notamment Tofino, une petite ville côtière touristique de la Colombie-Britannique, qui s'approvisionne en eau dans un lac voisin (Lloyd, 2017). Le bassin versant de Tofino n'étant jamais recouvert d'un manteau neigeux, il est donc entièrement dépendant des précipitations de pluie reçues pendant la saison des pluies pour combler ses besoins en eau durant les mois d'été (Lloyd, 2017). À l'été 2006, Tofino a été contraint d'appliquer de sévères restrictions liées à l'utilisation de l'eau, d'importer de l'eau potable et d'utiliser une source d'eau non potable de réserve pour permettre aux entreprises locales de continuer à fonctionner (Lloyd, 2017). Bien que les petits bassins versants insulaires soient naturellement exposés à un risque de sécheresse plus élevé, les collectivités dépendantes d'un aquifère peuvent également être exposées à ce risque. C'est le cas de Merritt, en Colombie-Britannique, où une collectivité vivant à l'intérieur des terres caractérisées par un climat chaud et aride dépend uniquement d'un aquifère qui s'épuise lentement (Lloyd, 2017). Ces réalités amènent certaines régions à évaluer les coûts de l'utilisation d'autres sources d'eau telles que l'eau de mer dessalée, l'eau potable recyclée, les transferts d'eau entre bassins et les sources d'eau décentralisées (Lam et al., 2017).

7.3.3.2 Débit des cours d'eau et fonte des neiges

Des corrélations ont été établies entre la contamination des sources d'eau par des agents pathogènes ainsi que la turbidité et le débit des cours d'eau, ce dernier facteur pouvant donc avoir une incidence sur la contamination de l'eau potable et le risque de MGIA (Lake et al., 2005; Jagai et al., 2012). Les débits élevés et faibles des cours d'eau ont été considérés comme des facteurs de risque de dégradation de la qualité de l'eau (Jalliffier-Verne et al., 2015). À mesure que les températures moyennes augmentent en raison des changements climatiques, on s'attend à ce que la fonte des neiges au printemps se produise plus tôt dans de nombreux endroits au Canada, ce qui entraînera une augmentation du débit des cours d'eau au printemps, laquelle pourrait être suivie d'une diminution du débit des cours d'eau tout au long de l'été (Bush & Lemmen, 2019). La fonte des neiges peut avoir une incidence sur les voies de transmission des MGIA de la même façon que les précipitations de pluie (Jagai et al., 2012), par exemple en entraînant une plus forte contamination des sources d'eau, en augmentant le risque d'inondation et en submergeant les systèmes de purification de l'eau (Chhetri et coll., 2017).

7.3.3.3 Précipitations extrêmes

Les changements dans les précipitations extrêmes (mesurées par période d'un jour ou moins) attribuables au réchauffement n'ont pas encore été observés dans les stations météorologiques canadiennes à l'échelle nationale, mais ont été constatés à des échelles beaucoup plus grandes à l'échelle mondiale où une plus grande quantité de données sont disponibles (Westra et al., 2013). Les tendances des précipitations extrêmes sont difficiles à observer à plus petite échelle en raison de la variabilité naturelle. Toutefois, Environnement et Changement climatique Canada prévoit avec un degré élevé de certitude que les événements quotidiens de précipitations extrêmes devraient augmenter au Canada, alors que les périodes de retour de ces événements,

c'est-à-dire l'intervalle entre les événements, devraient raccourcir (Bush & Lemmen, 2019). À l'échelle mondiale, l'augmentation médiane des précipitations extrêmes est d'environ 7 % par hausse de 1 °C de la température moyenne mondiale (Westra et coll., 2013). Les précipitations extrêmes peuvent nuire à la santé humaine en provoquant des inondations, en contaminant l'eau de source en raison du ruissellement, en mettant à l'épreuve la capacité des SAEP et en engendrant d'autres impacts (voir le chapitre 3 : Aléas naturels).

7.3.3.4 Inondations

Les inondations sont l'aléa naturel le plus fréquent et le plus coûteux à l'échelle mondiale (CRED & UNISDR, 2015; Henstra & Thistlethwaite, 2017) et au Canada (Kovacs et Sandink, 2013). On s'attend à ce que les changements climatiques augmentent la fréquence des inondations dans le monde (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [GIEC], 2014). Au Canada, il y aura davantage de précipitations sous forme de pluie plutôt que de neige au cours des prochaines décennies (Bush & Lemmen, 2019), et les modèles climatiques régionaux ont prévu une augmentation des événements de pluie sur le manteau neigeux en Amérique du Nord (Il Jeong & Sushama, 2018). On ignore avec certitude les impacts combinés des températures chaudes et de la réduction du manteau neigeux sur les inondations dues à la fonte des neiges (Bush & Lemmen, 2019). Les inondations causées par le débit élevé des cours d'eau sont également complexes, ce qui rend difficile la prévision des changements dans la fréquence et l'intensité des inondations (Bush & Lemmen, 2019).

Bien que les changements climatiques n'augmentent peut-être pas les inondations dans toutes les régions du Canada, une augmentation générale du risque d'inondations est probable dans les zones urbaines où les tendances d'affectation des terres peuvent aggraver ce risque ainsi que dans les zones côtières où les inondations sont causées par l'augmentation du niveau de la mer (Bush et Lemmen, 2019). Au Canada, de nombreux barrages et digues sont sujets à des défaillances, et ce risque augmentera à mesure que la fréquence des précipitations de pluie extrêmes et des inondations augmentera à cause des changements climatiques (McClearn, 2020). Les dossiers concernant les 14 000 barrages du pays sont souvent peu détaillés, et la tenue de ces dossiers est mal réglementée (McClearn, 2020). Un rapport publié à la suite de la défaillance du barrage Gorie sur la rivière Maitland Nord, dans le sud-ouest de l'Ontario, survenue, en 2017, à la suite de fortes pluies, faisait remarquer que de nombreux barrages et déversoirs de l'Ontario « ont dépassé ou sont sur le point de dépasser leur durée utile prévue » (Greck and Associates Limited, 2018, page 5).

Au Canada, les inondations sont souvent causées par de fortes pluies ou la fonte rapide des neiges et de la glace en raison de la hausse rapide des températures au printemps. Dans ces conditions, le ruissellement de surface peut transporter des contaminants biologiques et chimiques des zones environnantes vers des sources d'eau de surface adjacentes ou des puits non protégés. Des contaminants peuvent s'infiltrer par un puits abandonné dans un aquifère alimentant d'autres puits adjacents correctement scellés. Les contaminants courants sont les bactéries, les virus et les parasites ou la pollution chimique provenant des réseaux d'évacuation des déchets industriels, agricoles ou résidentiels. Les inondations et une forte turbidité peuvent mettre à l'épreuve la capacité des systèmes de traitement de l'eau potable et des eaux usées et constituent un risque important pour la santé (Hrudey et al., 2003). À l'échelle mondiale, la fréquence des inondations dans les zones côtières et les estuaires fluviaux augmente en raison de l'augmentation du niveau de la mer et des ondes de tempête causées par des événements météorologiques extrêmes (GIEC, 2014; Kinney et coll., 2015).

Tableau 7.3 Impacts des inondations sur la santé

PRINCIPAUX IMPACTS	
Impact	Cause
Mortalité	Noyade ou traumatisme aigu (p. ex., causé par des débris ou l'effondrement d'un bâtiment) habituellement causé par un accident de la route ou des comportements à risque élevé dans des zones inondées (p. ex., baignade, surf)
Hypothermie	L'exposition aux eaux de crue provoque une baisse de la température corporelle centrale
Stress cardiovasculaire	Effort et stress associés à une inondation conduisant à l'hypertension artérielle, à une crise cardiaque et à un accident vasculaire cérébral
Blessures physiques	Contact direct avec les eaux de crue causant des lacérations, des irritations cutanées, des ecchymoses et une infection des plaies
Stress et effets sur la santé mentale	Réactions psychologiques négatives aux inondations, aux dommages connexes et aux situations d'urgence comme la dépression, l'anxiété et le trouble de stress post-traumatique; ces impacts peuvent être particulièrement graves pour les personnes qui doivent être évacuées en raison d'une inondation – il peut s'agir à la fois d'impacts principaux et secondaires d'une inondation
Infection	Aspiration d'eau dans les poumons provoquant un œdème pulmonaire, une irritation pulmonaire et une infection fongique
Blessures musculo-squelettiques	Un contact avec des débris d'origine hydrique, une tentative de s'échapper d'une structure effondrée, le fait de tomber d'une échelle et une tentative de sauver des personnes ou des biens peut causer une entorse, une foulure et d'autres types de blessures musculo-squelettiques

IMPACTS SECONDAIRES

Impact	Cause
Électrocution	Contact avec un câble, une ligne, un circuit ou de l'équipement électrique tombé dans une eau dormante
Brûlures et blessures causées par une explosion	Mauvais fonctionnement d'une conduite d'alimentation en propane ou en gaz naturel, d'un réservoir de propane ou de gaz naturel, d'une ligne électrique ou d'un réservoir de stockage de produits chimiques; émission de gaz toxiques; embarcations de sauvetage entrant en contact avec une ligne électrique provoquant alors un incendie, des brûlures chimiques ou des brûlures causées par une explosion
Maladies à transmission vectorielle	La formation de flaques d'eau stagnante peut favoriser la reproduction des moustiques et entraîner une augmentation connexe des maladies transmises par les moustiques
Impacts sur le système de santé	Perturbation ou diminution de la disponibilité des services médicaux d'urgence et des soins continus à cause des dommages causés à l'infrastructure sanitaire; diminution de la capacité de fournir des soins ou d'y accéder; déplacement des patients et du personnel; surveillance réduite des maladies, des blessures ou de l'exposition du personnel de la santé aux produits toxiques; perte de dossiers médicaux; et perte de médicaments ou d'instruments médicaux ou défectuosité de ces instruments
Santé mentale	Réactions psychologiques négatives aux inondations, aux dommages connexes et aux situations d'urgence comme la dépression, l'anxiété et le trouble de stress post-traumatique; ces impacts peuvent être particulièrement graves pour les personnes qui doivent être évacuées en raison d'une inondation – il peut s'agir à la fois d'impacts principaux et secondaires d'une inondation
Empoisonnement au monoxyde de carbone	Impacts sur la santé associés à l'utilisation inappropriée d'appareils de cuisson non ventilés (p. ex., barbecues), de nettoyeurs haute pression et de génératrices à gaz
Brûlures et inhalation de fumée	Incendie d'une résidence causé par l'utilisation d'une chandelle en raison d'une panne de courant souvent associée à une inondation

IMPACTS SECONDAIRES

Déshydratation	Exposition des populations vulnérables à des facteurs de stress environnementaux dans les jours suivant l'inondation entraînant un épuisement par la chaleur, un coup de chaleur, une crise cardiaque ou un accident vasculaire cérébral
Maladies d'origine hydrique et alimentaire	Contamination des aliments et de l'eau en raison des débordements d'égouts sanitaires, inondation des zones agricoles; transport de sédiments, d'engrais et de pesticides dans les cours d'eau; fuite de matières toxiques provenant de sites industriels dans les cours d'eau Les risques pour la santé comprennent les troubles gastro-intestinaux ainsi que les maladies infectieuses comme celles causées par Legionella pneumophila, les norovirus, les rotavirus et les virus de l'hépatite A et C
Troubles respiratoires	Contaminants atmosphériques provenant de moisissures, de bactéries et d'autres champignons présents sur des structures humides

Source : D'après Berry et coll., 2014a

Les risques pour la santé liés aux inondations peuvent inclure la mortalité directement causée par les inondations comme la noyade (Lowe et al., 2013), l'hypothermie (Lowe et al., 2013), les blessures telles que les fractures (Doocy et al., 2013), les maladies gastro-intestinales (Vollaard et al., 2004), les maladies zoonotiques telles que l'ankylostome (Kovats & Akhtar, 2008), les maladies à transmission vectorielle (Ahern et al., 2005), les troubles respiratoires causés par l'exposition aux contaminants biologiques à la suite d'une inondation (Hulin et al., 2012) (voir le chapitre 5 : Qualité de l'air), les impacts sur la santé mentale (Azuma et al., 2014) et les troubles touchant les enfants tels que l'obésité infantile (Dancause et al., 2013). Les risques pour la santé liés aux inondations sont également abordés au chapitre 3 : Aléas naturels, au chapitre 4 : Santé mentale et bien-être, et au chapitre 6 : Maladies infectieuses. Le tableau 7.3 fournit de l'information sur les impacts principaux et secondaires des inondations sur la santé. Bon nombre des impacts peuvent être évités ou atténués grâce à des mises en garde et à une préparation adéquates ainsi qu'au respect des mesures de sécurité élémentaires relatives à la conduite automobile, à l'utilisation de carburants combustibles dans des espaces fermés, à l'utilisation et à la gestion de l'infrastructure et de l'équipement électriques ainsi qu'à la gestion et à la surveillance adéquates des systèmes d'approvisionnement et de traitement de l'eau potable.

7.3.3.5 Augmentation prévue du niveau de la mer

L'augmentation du niveau de la mer provoque des inondations et l'érosion côtière, et il est important d'en

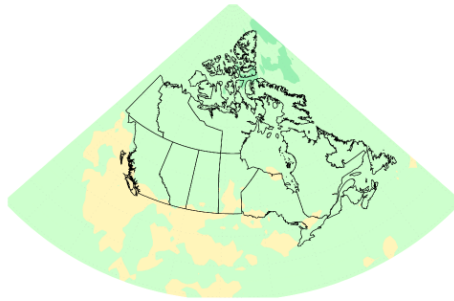
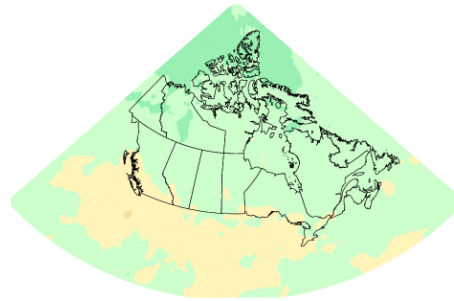
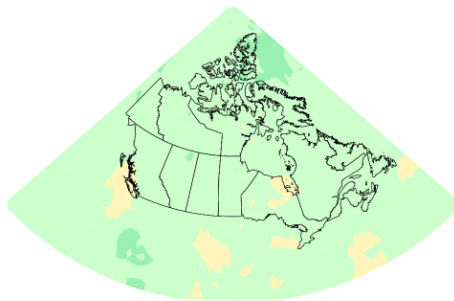
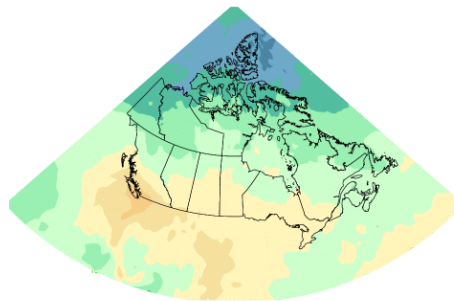
tenir compte lorsqu'il s'agit de planifier et d'assurer l'entretien des infrastructures ainsi que de veiller à la protection de la santé humaine et des écosystèmes (voir le chapitre 3 : Aléas naturels). Puisque l'eau chaude se dilate, le niveau de la mer s'élève proportionnellement à la quantité de chaleur atmosphérique absorbée par les océans. Le niveau de la mer à l'échelle mondiale pourrait augmenter de jusqu'à un mètre d'ici 2100 (Bush & Lemmen, 2019). Cependant, comme les masses terrestres se déplacent lentement à la verticale en raison du soulèvement et de l'affaissement du sol, l'augmentation relative du niveau de la mer par rapport à la terre est variable. Au Canada, d'ici 2100, le niveau de la mer variera de -0,9 mètre à 1 mètre (Bush & Lemmen, 2019). On prévoit que les côtes canadiennes de l'Arctique et de l'Atlantique subiront des ondes de tempête plus fortes, ce qui causera d'autres inondations côtières dans certaines régions. Les ondes de tempête et l'augmentation du niveau de la mer pourraient exercer des pressions supplémentaires sur les infrastructures d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux usées situées le long des côtes, en plus d'entraîner une intrusion d'eau salée dans les aquifères côtiers, ce qui se produit déjà dans certaines régions du Canada, comme les îles Gulf, en Colombie-Britannique (Klassen & Allen, 2017).

7.3.3.6 Prévisions relatives aux précipitations

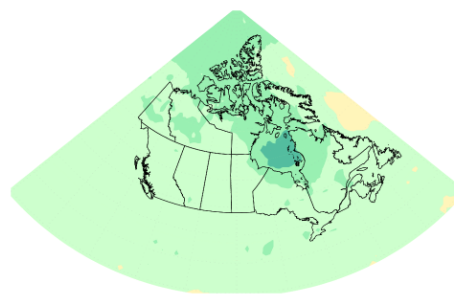
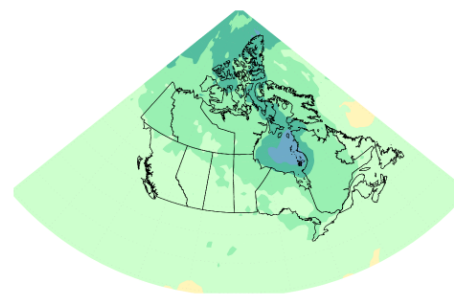
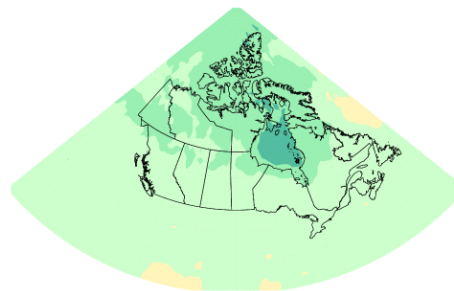
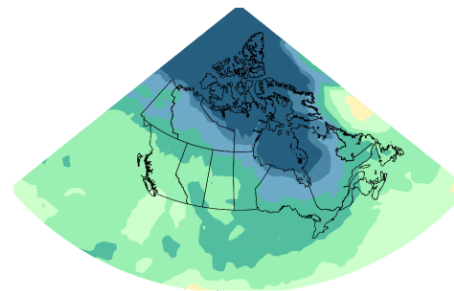
Les précipitations moyennes au Canada devraient augmenter ou diminuer selon les saisons et les régions (figure 7.2). D'ici le milieu du siècle, selon le scénario d'émissions de GES envisagé, l'ensemble du Canada devrait connaître une augmentation d'environ 5,5 % à 7 % des précipitations moyennes, et ce, à chaque saison. Selon un scénario de fortes émissions (profils représentatifs d'évolution de concentration [RCP] 8.5), d'ici l'an 2100, cette augmentation prévue atteindra 24 % alors que, dans certaines régions de l'Arctique, elle équivalra à plus de 30 %. Selon un scénario de faibles émissions (RCP 2.6), une augmentation de 7 % est prévue à l'échelle nationale (Zhang et al., 2019).

Toutefois, selon un scénario de fortes émissions (RCP 8.5), les précipitations devraient diminuer dans certaines régions du sud du Canada pendant les mois d'été alors que des diminutions beaucoup plus faibles sont prévues durant l'été selon un scénario de faibles émissions (RCP 2.6). Des diminutions des précipitations moyennes d'environ 30 % sont prévues pour le sud-ouest de la Colombie-Britannique pendant l'été selon un scénario de fortes émissions (Zhang et coll., 2019).

a)

Changement des précipitations RCP2.6 (2031 à 2050)
juin à aoûtChangement des précipitations RCP8.5 (2031 à 2050)
juin à aoûtChangement des précipitations RCP2.6 (2081 à 2100)
juin à aoûtChangement des précipitations RCP8.5 (2081 à 2100)
juin à août

b)

Changement des précipitations RCP2.6 (2031 à 2050)
décembre à févrierChangement des précipitations RCP8.5 (2031 à 2050)
décembre à févrierChangement des précipitations RCP2.6 (2081 à 2100)
décembre à févrierChangement des précipitations RCP8.5 (2081 à 2100)
décembre à février

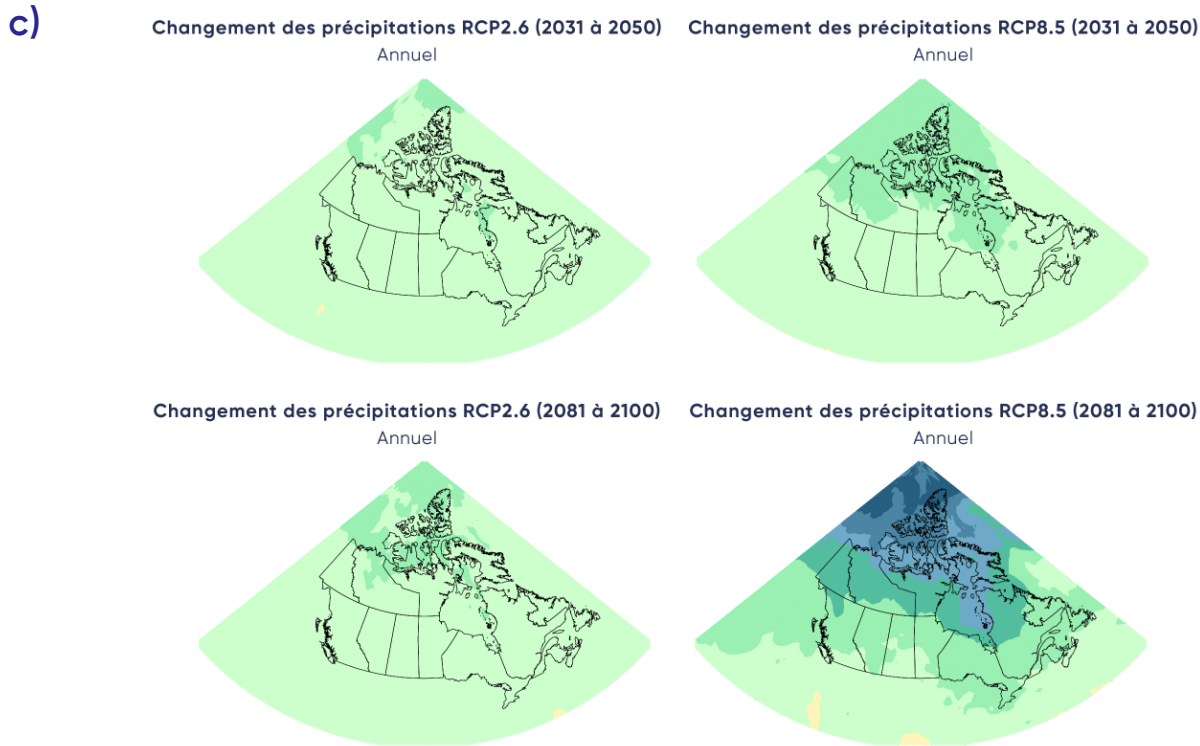


Figure 7.2 Changements prévus des précipitations en été (A), en hiver (B) et tout au long de l'année (C) selon deux scénarios d'émissions (RCP 2.6 et RCP 8.5) d'ici le milieu et la fin du XXI^e siècle. Source : Zhang et coll., 2019.

7.3.3.7 Prévisions relatives aux précipitations extrêmes

Dans l'ensemble, on s'attend à ce que le Canada connaisse une augmentation des précipitations au cours des 80 prochaines années et que leur intensité augmente à l'automne, à l'hiver et au printemps. La fréquence des événements de précipitations extrêmes est susceptible d'augmenter dans l'ensemble du Canada, et leur intensité devrait augmenter proportionnellement à l'ampleur du réchauffement. Par exemple, selon un scénario de fortes émissions (RCP 8.5), on prévoit qu'un événement de précipitations extrêmes d'une durée de 24 heures ne se produisant qu'une fois tous les 20 ans surviendra, en moyenne, une fois tous les 10 ans entre 2031 et 2050 et une fois tous les 5 ans à compter de 2100 (c.-à-d. fréquence 4 fois plus élevée), et ce, dans l'ensemble du Canada (Zhang et coll., 2019). Selon un scénario de faibles émissions (RCP 2.6), on prévoit qu'un événement de précipitations extrêmes d'une durée de 24 heures ne se produisant qu'une fois tous les 20 ans surviendra une fois tous les 15 ans entre 2031 et 2050 et que la fréquence d'un tel événement augmentera légèrement dans la seconde moitié du siècle. Il est important de faire remarquer que l'on prévoit des changements plus importants dans la fréquence des événements encore plus rares. Par exemple, un événement de précipitations extrêmes d'une durée de 24 heures ne se produisant qu'une fois tous les 50 ans devrait survenir tous les 10 ans à compter de 2100 selon un scénario de fortes émissions (c.-à-d. fréquence 5 fois plus élevée) (Zhang et coll., 2019).

7.3.3.8 Prévisions relatives à la disponibilité et à la rareté de l'eau douce

Aux fins du *Rapport sur le climat changeant du Canada*, on a analysé les publications accessibles sur les changements observés et prévus dans la cryosphère du Canada (neige, glace et pergélisol) (Derksen et coll., 2019), y compris les impacts qui en résultent sur la disponibilité de l'eau douce (Bonsal et coll., 2019). Des changements dans la saisonnalité du débit des cours d'eau attribuables au climat ont déjà été observés au Canada : par exemple, une crue printanière plus précoce en raison de la fonte des neiges plus hâtive au printemps, des débits de cours d'eau plus forts en hiver et, dans de nombreuses régions, des débits de cours d'eau plus faibles en été (Bonsal et coll., 2019). En raison du manque d'observations (en particulier dans le Nord canadien), les tendances décelées en ce qui concerne de nombreuses variables liées à l'eau douce doivent être interprétées avec prudence, mais les mesures disponibles indiquent que le débit annuel des cours d'eau, le niveau des eaux de surface et des eaux souterraines peu profondes, les sécheresses et l'humidité du sol ont été très variables au cours des 30 à 100 dernières années et n'ont pas montré de tendances à la hausse ou à la baisse liées aux changements climatiques (Bonsal et coll., 2019).

On s'attend à ce que la hausse des températures réduise la proportion des précipitations totales tombant sous forme de neige, une réduction qui sera accompagnée d'une augmentation des précipitations sous forme de pluie, en particulier au printemps et à l'automne (Zhang et al., 2019). Ce changement aura des impacts directs sur le régime de débit de nombreux cours d'eau à l'échelle du pays. Par exemple, les cours d'eau du plus grand bassin versant de l'océan Pacifique canadien, le bassin du fleuve Fraser, qui sont principalement alimentés par la fonte des neiges au printemps (régime nival) seront plutôt alimentés par des chutes de pluie (régime pluvial) (Curry et al., 2019). Des études plus approfondies seront nécessaires pour comprendre les répercussions de ces changements sur les pêches et les autres utilisations humaines du bassin versant, y compris celles qui ont un impact sur la santé (p. ex., l'infrastructure d'approvisionnement en eau potable, la quantité d'eau douce et la qualité de l'eau douce).

Les changements continus que subit le manteau neigeux à l'échelle canadienne en raison du réchauffement climatique (Mudryk et coll., 2018; Derksen et coll., 2019) se traduiront par des changements dans le débit des cours d'eau, la saisonnalité du débit et la disponibilité de l'eau douce qui en résulte. À ce jour, les diminutions de la masse des glaciers de montagne, qui ont été observées, ont eu des impacts limités sur la disponibilité de l'eau douce. Cependant, les modèles climatiques prévoient que la masse des glaciers pourrait diminuer de 85 % dans l'Ouest canadien d'ici 2100 selon un scénario d'émissions modérées (Derksen et coll., 2019). Au cours des prochaines décennies, les rivières alimentées par les glaciers connaîtront des périodes de plus grand déversement d'eau douce en été en raison de l'apport plus important en eau de fonte glaciaire, mais il s'agit d'un effet à court terme de la glace fondante, qui ne durera pas une fois que la masse de glace diminuera au-delà d'un niveau critique. La vitesse à laquelle ce changement se produira et le moment où il se produira auront des conséquences importantes sur la qualité et la température de l'eau des ruisseaux et des rivières ainsi que sur la disponibilité de l'eau à des fins humaines comme la production d'hydroélectricité et l'agriculture (Derksen et coll., 2019). Le réchauffement et le dégel du pergélisol se traduiront par des changements, qui ne sont pas encore entièrement compris, dans l'hydrologie de surface, y compris l'humidification ou l'assèchement des terres variant selon les régions, des changements dans la quantité d'eau douce et la qualité de l'eau douce et des changements du paysage en raison de l'affaissement du sol et de la formation de thermokarsts. Selon un scénario de fortes émissions, vers la fin du siècle, le niveau d'eau des marécages et des lacs devrait être plus bas que le niveau actuel dans de nombreuses régions en raison

de la hausse des températures et de l'évaporation. On ignore la mesure dans laquelle l'augmentation des précipitations compensera la baisse du niveau des eaux de surface (Bonsal et al., 2019).

Le débit annuel des cours d'eau devrait diminuer dans certaines régions intérieures du sud du Canada, tandis qu'il augmentera dans d'autres (principalement dans les régions du Nord). Dans certaines régions où l'on prévoit que l'augmentation de l'évapotranspiration surpasse l'augmentation des précipitations, il y a un risque accru de sécheresse et de diminution de l'humidité du sol (comme dans le sud des Prairies et l'intérieur de la Colombie-Britannique). Ce risque est plus élevé lorsque le réchauffement climatique est plus important (Bonsal et al., 2019).

En raison du lien étroit entre la température de surface et l'alimentation des eaux souterraines, les changements prévus de la température et des précipitations devraient influencer sur les niveaux futurs des eaux souterraines. Cependant, compte tenu de la complexité des systèmes d'eaux souterraines et du manque d'information, l'ampleur et même la direction du changement ne sont pas claires (Bonsal et coll., 2019). Par exemple, l'une des principales difficultés de l'étude des impacts des changements climatiques sur les eaux souterraines est de distinguer les effets des changements climatiques de ceux dus aux changements d'utilisation des terres, comme l'agriculture. L'irrigation agricole à partir de sources d'eaux souterraines a le potentiel d'épuiser les aquifères, en particulier dans les environnements arides (Taylor et al., 2013b). Des recherches supplémentaires sont nécessaires sur les tendances relatives aux eaux souterraines et les impacts potentiels des changements climatiques, en particulier dans les régions qui dépendent des eaux souterraines pour l'eau potable et l'irrigation.

L'humidité du sol fait référence à l'eau emmagasinée dans la couche supérieure non saturée du sol. Il s'agit d'une composante importante de l'équilibre entre le sol, l'énergie et l'eau qui compromet la production agricole. L'humidité du sol est utilisée dans des rétroactions complexes avec la température et les précipitations. Elle a une incidence directe sur la transpiration des plantes, qui est la principale composante de l'évapotranspiration totale des terres (Seneviratne et al., 2010). Par conséquent, dans certaines régions où l'humidité du sol devient limitée, l'évapotranspiration peut diminuer et peut entraîner une réduction des précipitations (Seneviratne et al., 2010). La réduction de l'humidité du sol peut également augmenter la température de l'air à proximité de la surface en limitant la quantité d'énergie utilisée par le flux de chaleur latente, un processus qui a été défini comme un facteur contribuant aux événements de chaleur extrême (Seneviratne et al., 2010), qui ont des impacts importants sur la santé humaine (voir le chapitre 3 : Aléas naturels).

Les collectivités autochtones sont parmi celles qui sont touchées de manière disproportionnée par la diminution des précipitations et les effets qui en découlent sur les sources d'eau. Par exemple, les collectivités le long du fleuve Yukon ont signalé des changements dans les ressources traditionnelles en eau potable, ce qui a également eu des répercussions sur leurs activités de subsistance. À Pond Inlet, au Nunavut, des membres de la collectivité ont fait part de préoccupations au sujet de la qualité de l'eau en raison des changements observés dans le goût et la couleur de l'eau pendant l'été (Services aux Autochtones Canada, 2019).

Le bassin du Fraser, dans le nord de la Colombie-Britannique, passe d'un système caractérisé par une prédominance de la neige à un système caractérisé par une prédominance de pluie (Kang et coll., 2014; Picketts et coll., 2017). Dans certaines parties du bassin, comme son affluent, la rivière Nechako, on prévoit des changements au débit annuel, avec des débits de pointe plus précoces et des débits plus faibles à

la fin de l'été. Les projections concernant les changements climatiques indiquent que la crue printanière arrivera plus tôt et que les débits estivaux pourraient diminuer (Kang et coll., 2014; Picketts et coll., 2017). La diminution des accumulations de neige modifiera la qualité de l'eau, et les diminutions du débit peuvent avoir des effets négatifs majeurs sur les saumons migrateurs, qui sont importants sur le plan culturel pour de nombreux peuples des Premières Nations. Ces changements toucheront les Premières Nations et leur relation culturelle avec l'eau, la sécurité alimentaire et l'état de l'eau potable dans de nombreuses réserves, ce qui entraînera des répercussions sur la santé. Dans de nombreux cas, ces impacts sur la santé peuvent être aggravés par une variété de difficultés sans rapport avec les changements climatiques (par exemple, des problèmes sociaux enracinés dans la colonisation) (Berner et coll., 2016).

7.3.4 Sécurité de l'eau et société

La sécurité de l'eau a des répercussions directes sur l'eau potable et les systèmes d'approvisionnement en eau, les aliments et les systèmes alimentaires, les pratiques culturelles et spirituelles, ainsi que les loisirs. L'accès à une eau potable d'une qualité appropriée et en quantité suffisante pour préserver la santé et le bien-être est une composante essentielle de la sécurité de l'eau. De même, l'eau est essentielle à la production alimentaire (p. ex., irrigation des cultures, maintien de stocks de poissons sains, etc.) et à la transformation des aliments (p. ex., fabrication d'aliments transformés, nettoyage des légumes avant leur distribution pour la vente, cuisson, etc.). La température de l'air, la température de l'eau et les précipitations sont les variables climatiques les plus importantes qui influent sur l'apparition de maladies d'origine alimentaire (Smith et Fazil, 2019) (voir le chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments). Des onze principaux agents pathogènes d'origine alimentaire déterminés par Smith et Fazil (2019) à examiner dans le contexte des changements climatiques au Canada, six sont influencés, en partie, par les précipitations, la sécheresse et la température de l'eau.

Certaines régions du Canada connaissent déjà des périodes d'insécurité en matière d'approvisionnement en eau, en raison des impacts sur la qualité de l'eau et des pénuries d'eau. Par exemple, en 2019, la ville d'Iqaluit, au Nunavut, a fait face à une pénurie sans précédent d'eau de source après avoir connu un été marqué par des précipitations historiquement faibles (Bell, 2019). À mesure que le climat continue de se réchauffer, et en l'absence de mesures d'adaptation efficaces, les craintes liées à la sécurité de l'eau et à la santé humaine risquent de s'accroître. Les responsables des politiques en santé publique et de gestion de l'eau, les chercheurs et les décideurs ont tous un rôle à jouer dans la protection et la promotion de la santé, et ce, en s'efforçant d'atteindre ou de maintenir la sécurité de l'eau.

7.3.4.1 L'eau et le système alimentaire

L'eau, lorsqu'elle est disponible en quantité suffisante et que sa qualité est suffisante, est essentielle à la production alimentaire et est également utilisée aux fins de nettoyage, d'assainissement et de fabrication dans le système alimentaire (Kirby et coll., 2003). Les opérations de transformation des aliments nécessitent de très grandes quantités d'eau (Compton et coll., 2018). La variabilité de l'approvisionnement en eau pourrait perturber les activités de transformation des aliments et avoir des perturbations à long terme sur la sécurité alimentaire. L'eau peut également servir de véhicule pour la transmission de la contamination chimique et microbienne des aliments pendant le traitement (Kirby et coll., 2003). Les principales manières

dont les changements climatiques peuvent influencer sur la transformation des aliments par le truchement de l'eau comprennent notamment l'augmentation de la fréquence et de la durée des périodes de sécheresse, ce qui peut entraîner une réduction de l'accès à l'eau nécessaire aux activités de transformation; l'inondation des champs agricoles avec de l'eau contaminée; et la contamination de l'eau utilisée dans la transformation des aliments, par exemple à cause des eaux de crue qui entraînent les contaminants dans les sources d'eau (Delpla et coll., 2009; Schnitter et Berry, 2019). Les impacts de l'une ou l'autre de ces possibilités nécessiteraient de modifier les étapes actuelles de l'Analyse des risques et de la maîtrise des points critiques (HACCP) utilisées pour prévenir les maladies d'origine alimentaire au Canada (Agence canadienne d'inspection des aliments, 2012). Les entreprises alimentaires canadiennes sont tenues d'avoir un plan de salubrité des aliments, et le HACCP est un outil clé pour en élaborer. Dans l'approche de HACCP, l'eau est utilisée pour la transformation et le nettoyage des aliments, pour éliminer les contaminants chimiques et microbiens qui se trouvent sur la viande, les fruits et légumes ou d'autres matières premières.

L'eau est un véhicule potentiel de transmission directe des contaminants chimiques et microbiens aux aliments pendant le traitement. Les contaminants chimiques peuvent inclure les métaux lourds, les polluants domestiques et industriels, les pesticides et les nitrates. Les contaminants microbiens peuvent inclure des bactéries pathogènes, telles que celles de type *Escherichia coli* producteur de vérotoxigène, des parasites tels que *Toxoplasma gondii*, des protozoaires tels que *Cryptosporidium*, et des virus tels que le norovirus. Comme il a été mentionné dans les sections précédentes, les événements météorologiques extrêmes associés aux changements climatiques peuvent favoriser le déplacement des produits chimiques et des agents pathogènes du milieu ambiant vers les sources d'eau à des niveaux plus élevés que d'habitude, ce qui risque de compromettre les méthodes de traitement existantes.

L'eau traitée par la municipalité et l'eau d'origine privée sont utilisées dans la transformation des aliments. Ces sources d'eau sont généralement traitées pour prévenir certains dangers chimiques et microbiens, mais elles ne sont pas sans risque (Kirby et coll., 2003). L'eau qui n'est pas traitée ou qui est traitée de façon inefficace avant d'être utilisée pour la transformation des aliments peut transmettre des contaminants directement aux aliments. Les éclosions de maladies d'origine alimentaire ont été attribuées à l'utilisation d'eau contaminée pendant la transformation des aliments (Kirby et coll., 2003). Même la présence de niveaux extrêmement faibles d'un agent pathogène dans l'eau peut entraîner une exposition dangereuse pour l'homme par les aliments. Dans des conditions optimales, le transfert d'une seule cellule pathogène à un aliment pourrait entraîner une dose infectieuse qui parviendrait à atteindre le consommateur, car l'agent pathogène peut se développer à partir de la période de transformation des aliments jusqu'à leur consommation, en passant par la distribution, la vente au détail et l'entreposage (voir le chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments). Avec les méthodes courantes de traitement des aliments, il est très difficile de neutraliser complètement tous les agents pathogènes possibles. Certains produits alimentaires, comme les légumes-feuilles, sont plus susceptibles de causer des maladies, parce qu'ils sont peu transformés et qu'ils sont plus susceptibles d'être consommés crus (Jung et coll., 2014). Étant donné qu'on attribue déjà aux petits SAEP privés une plus grande part des éclosions de maladies d'origine hydrique qu'aux grands systèmes, les entreprises de transformation des aliments desservies par ces systèmes sont plus à risque (Moffatt et Struck, 2011).

En plus de la contamination alimentaire due à l'utilisation d'eau contenant des agents pathogènes nuisibles, les pénuries d'eau peuvent également nuire à la transformation d'aliments comme la viande, les fruits et les légumes; des catégories qui ont été associées à des éclosions de maladies microbiennes d'origine

alimentaire au Canada (Ravel et coll., 2009). Les pénuries d'eau peuvent compromettre la santé humaine en limitant la capacité à éliminer les contaminants des aliments. Par exemple, les restrictions concernant l'utilisation de l'eau pour le nettoyage et la désinfection pourraient entraîner une élimination moins efficace des contaminants. Pendant les périodes où la quantité d'eau est limitée, s'il n'est pas possible de recourir à d'autres interventions ou procédures pour traiter les aliments, l'accès restreint à des aliments sûrs et nutritifs pourrait compromettre la sécurité alimentaire et la santé humaine.

Le risque que représente une pénurie d'eau pour la transformation des aliments a une composante saisonnière et est plus élevé pendant l'été, lorsque la demande d'eau à toutes fins est la plus importante (Wiener et coll., 2016). Cette période de l'année est également optimale pour la survie de nombreux agents pathogènes dans l'environnement, car des températures plus élevées favorisent la prolifération (Smith et Fazil, 2019). Bien que les risques pour la transformation des aliments soient les plus élevés dans le sud du Canada, en fonction de l'exportation des aliments et des chaînes d'approvisionnement, les impacts locaux ou régionaux des pénuries d'eau sur la transformation des aliments peuvent se faire sentir à l'échelle nationale.

Près de 30 % des aliments consommés au Canada sont importés d'autres pays, et la majorité des aliments importés proviennent des États-Unis (Statistique Canada, 2009). Les impacts des changements climatiques sur la disponibilité et la qualité de l'eau peuvent également avoir une incidence sur la transformation des aliments dans d'autres pays qui exportent des aliments au Canada. Ces impacts sont propres à la région, à la denrée et aux contaminants possibles et pourraient ultimement avoir une incidence sur la santé publique du Canada.

7.3.4.1.1 Pêche et aliments aquatiques

On s'attend à ce que les changements climatiques aient des conséquences sur les sources de nourriture marine, en raison des effets de la température sur les écosystèmes marins (par exemple, les modifications du microbiote et des autres espèces se trouvant plus haut dans la chaîne alimentaire), de l'acidification des océans, des événements de précipitations extrêmes et du ruissellement subséquent des terres cultivées lié à la charge en éléments nutritifs. La consommation de poissons et de mollusques crus ou insuffisamment cuits contaminés comporte un risque d'infection par des virus, des bactéries, des parasites et des toxines.

Les espèces de *Vibrio* sont des bactéries naturellement présentes dans les eaux océaniques du monde entier, y compris les eaux côtières du Pacifique et de l'Atlantique du Canada. Les espèces communes sur les côtes du Pacifique et de l'Atlantique comprennent les espèces *V. parahaemolyticus* (*Vp*), *V. vulnificus*, *V. fluvialis*, *V. alginolyticus* et *V. cholerae* non toxigène (Banerjee et coll., 2018). *Vp* est l'espèce la plus fréquemment associée aux maladies liées aux mollusques au Canada. S'il est ingéré, *Vp* peut causer de la diarrhée, des vomissements, de la nausée et de la fièvre durant un à sept jours, et, dans de rares cas, la mort (British Columbia Centre for Disease Control [BC CDC], 2020). La majorité des infections à *Vp* sont causées par la consommation d'huîtres crues issues de la pêche commerciale ou récoltées par le consommateur lui-même. D'autres voies d'exposition comprennent le fait de submerger accidentellement des plaies ou ses oreilles dans de l'eau de mer contaminée ou de l'avalier.

La présence de *Vp* et d'autres espèces de *Vibrio* dans les mollusques bivalves sur les côtes du Pacifique et de l'Atlantique du Canada a augmenté entre 2006 à 2009 et 2010 à 2013 (Banerjee et coll., 2018). Chaque année, de 30 à 70 infections humaines sont signalées en Colombie-Britannique, ainsi qu'un petit nombre

dans d'autres régions du pays (BC CDC, 2020). Pour chaque cas de *Vp* signalé au Canada, 92 autres cas sont présumés être survenus dans la collectivité touchée (Thomas et coll., 2013). Les espèces *V. fluvialis* et *V. alginolyticus* entraînent chacune de zéro à quatre cas acquis localement par an en Colombie-Britannique (Khaira et Galanis, 2007; BC CDC, 2020), qui se présentent généralement comme une maladie gastro-intestinale aiguë. *V. vulnificus* peut causer une infection grave, y compris une septicémie primaire et des infections nécrosantes des tissus mous. Les cas d'infections à *V. vulnificus* acquises localement sont extrêmement rares au Canada; seulement cinq déclarations de cas ont été publiées (Abbott, 1986; Kelly, 1991; Vinh et coll., 2006; Bigham et coll., 2008).

D'importantes éclosions de *Vp* en Colombie-Britannique ont entraîné la fermeture de zones de récolte de mollusques et l'interdiction de vendre des huîtres crues dans les restaurants. Ces mesures peuvent menacer à la fois la viabilité économique de l'industrie de la récolte des mollusques et la viabilité de l'utilisation de la source alimentaire (Fyfe et coll., 1997; Taylor et coll., 2018). D'autres espèces de *Vibrio* sont pathogènes pour les mollusques et les poissons, et peuvent également avoir des impacts économiques importants (Paillard et coll., 2004).

Les espèces de *Vibrio* sont thermophiles, ce qui signifie qu'elles préfèrent des températures plus élevées; par conséquent, la température de la mer en surface est le facteur de prédiction environnemental le plus important des concentrations de *Vibrio*. Des températures plus élevées entraînent des concentrations plus élevées de *Vibrio* dans l'eau de mer et les huîtres et, par extension, des taux accrus de maladies humaines (Cook et coll., 2002; Parveen et coll., 2008; Haley et coll., 2014; Konrad et coll., 2017). Le seuil de température de la mer en surface pour la prolifération de l'espèce *Vp* est d'environ 15 °C (Khaira et Galanis, 2007; Konrad et coll., 2017), ce qui signifie que la majorité des infections à *Vibrio* contractées localement au Canada surviennent pendant les mois d'été.

Bien que le cycle biologique des espèces de *Vibrio*, à l'exception du choléra toxigène, ne soit pas bien compris, on sait que les espèces de *Vibrio* se fixent aux organismes contenant de la chitine, en particulier les zooplanctons, qui sont considérés comme leur réservoir naturel (Vezulli et coll., 2010). La variation saisonnière des concentrations de *Vibrio* dépend à la fois de la température de la mer en surface et de la composition du réservoir de plancton (Turner et coll., 2009). La concentration de *Vibrio* est directement liée à certains stades de croissance du zooplancton à la suite de proliférations phytoplanctoniques qui se produisent à des températures plus chaudes (Turner et coll., 2009).

Le réchauffement continu des températures océaniques et l'extension des conditions estivales qui en découle, sous l'effet des changements climatiques, augmentent le risque de prolifération de *Vibrio* dans les eaux océaniques. Cela peut entraîner une accumulation accrue dans les mollusques bivalves et, par conséquent, un risque accru pour les humains. Le taux des cas de maladies liées à la bactérie *Vp* ont augmenté pendant de nombreuses années, en corrélation avec une lente augmentation de la température de la mer en surface; il y a également eu de grandes éclosions qui se sont produites pendant quelques mois à la suite d'anomalies à court terme de la température de la mer en surface (Martinez-Urtaza et coll., 2010). Dans l'océan Atlantique Nord, le réchauffement de l'hémisphère Nord et l'oscillation atlantique multidécennale sont associés à l'augmentation de la présence de *Vibrio* dans l'eau au cours des 50 dernières années (Vezulli et coll., 2016). Une augmentation plus rapide de l'incidence de *Vibrio* a été observée à des latitudes plus élevées

(Logar-Henderson et coll., 2019). Cela peut être dû au rejet d'eau de ballast pendant une période de temps plus chaud que d'habitude (McLaughlin et coll., 2005) ou à l'introduction de nouvelles souches de *Vp* dans les eaux chaudes provenant d'autres régions lors de grands phénomènes climatiques comme El Niño (Martinez-Urtaza et coll., 2010).

L'espèce *V. cholerae* non toxigène est en train d'émerger au Canada dans les mollusques bivalves. Sur la côte de l'Atlantique, elle a été trouvée dans 1 % des échantillons prélevés entre 2006 et 2013 et dans 20 % des échantillons prélevés entre 2014 et 2016; sur la côte du Pacifique, elle est passée de 1 % en 2006 à 2009 à 5 % en 2010 à 2013 (Banerjee et coll., 2018). Les maladies humaines causées par l'espèce *V. cholerae* non toxigène d'origine locale sont rares : en 2018, trois cas confirmés ont été signalés sur l'île de Vancouver (CBC, 2019). L'incidence croissante des maladies liées à *Vibrio* a également été observée en Europe et aux États-Unis (Newton et coll., 2012; Baker-Austin et coll., 2013). Il est possible qu'avec l'aggravation du réchauffement, l'incidence des maladies liées à *Vibrio* continue d'augmenter (voir le chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments).

7.3.4.2 Impacts sur les infrastructures

L'exploitation fiable de l'infrastructure hydraulique est essentielle à la santé. Les systèmes d'approvisionnement en eau potable, de traitement des eaux usées et de gestion des eaux de ruissellement sont interdépendants et peuvent être touchés par les impacts des changements climatiques, lesquels ont des réactions en chaîne entre eux. Aux fins du présent chapitre, les SAEP comprennent les installations de production d'eau potable et d'eaux usées et l'infrastructure nécessaire pour transporter l'eau de la source jusqu'au lieu de traitement, puis jusqu'aux consommateurs, et enfin, jusqu'au lieu de traitement des eaux usées et jusqu'au point de rejet. Si les SAEP deviennent inexploitable ou inefficaces, la sécurité de l'eau, et par conséquent, la santé humaine, risquent de se détériorer. L'eau potable contaminée ou les systèmes d'approvisionnement en eau inefficaces augmentent le risque de maladies transmissibles (Alderman et coll., 2012). Par exemple, les événements de pluie extrêmes peuvent avoir une incidence sur la capacité des exploitants de réseaux d'aqueduc de réduire la turbidité, ce qui est connu pour avoir des impacts sur la santé, par exemple la possibilité de contracter la gastroentérite aspécifique (Aramini et coll., 2000; Schwartz et coll., 2000; Charron et coll., 2004). Les SAEP sont donc l'une des principales défenses contre l'insécurité hydrique et les conséquences sanitaires qui en découlent.

Le Bulletin de rendement des infrastructures canadiennes de 2019 a révélé qu'au Canada, dans l'ensemble, environ 70 % des infrastructures d'eau potable (c.-à-d. les conduites d'eau et d'acheminement de l'eau locales, les installations de traitement de l'eau, les stations de pompage d'eau, les réservoirs d'eau) sont en très bon état (30 %) ou en bon état (40 %), et que 25 % sont en état acceptable, mauvais ou très mauvais. De plus, environ 55 % à 65 % des infrastructures de traitement des eaux usées sont en très bon ou en bon état. La condition d'environ 15 % des actifs linéaires d'eaux usées (c'est-à-dire les conduites d'égout et les conduites de refoulement sanitaire) est inconnue, car ils sont souterrains. En ce qui concerne les infrastructures d'eaux de ruissellement, on estime qu'environ 40 % à 60 % d'entre elles sont en bon ou très bon état, mais d'importantes lacunes existent en raison de la collecte limitée de données sur leur état (BluePlan Engineering, 2019).

Les SAEP du Canada n'ont pas été conçus en tenant compte des impacts des changements climatiques, et sont considérés comme faisant partie des infrastructures les plus vulnérables aux dangers climatiques, notamment les événements extrêmes (inondations, sécheresses et tempêtes), la dégradation du pergélisol dans les régions nordiques et la baisse des niveaux d'eau dans de nombreuses régions du pays en raison de la hausse des températures et de l'intrusion d'eau salée (Lemmen & Warren, 2004; Moffat & Struck, 2011; Luh et al., 2017). Un sondage mené en 2012 auprès de 53 services de distribution d'eau canadiens par l'Association canadienne des eaux potables et usées a révélé que seulement 30 % des répondants étaient conscients des impacts potentiels des changements climatiques, et que plus de la moitié (56 %) n'avaient pas de plans opérationnels pour faire face aux impacts des changements climatiques (Brettle et coll., 2015).

L'infrastructure d'eau potable peut être affectée ou dépassée par les aléas des changements climatiques à bien des égards. Par exemple, la qualité de l'eau qui pénètre dans un système de traitement de l'eau peut être altérée par une inondation (p. ex., contaminants provenant de régions rurales ou urbaines) ou par un feu de forêt (p. ex., ruissellement de carbone organique et d'azote); ces événements pourraient avoir une incidence directe sur l'infrastructure physique elle-même. Si le traitement de l'eau et la modernisation de l'infrastructure sont nécessaires (p. ex., utilisation d'un plus grand nombre de produits chimiques comme le chlore), les coûts augmenteront pour les municipalités (Andrey et coll., 2014). Des études de cas menées au Manitoba (Genivar, 2007) et à Terre-Neuve-et-Labrador (Conseil canadien des ingénieurs, 2008) ont permis de cerner les risques potentiels pour le fonctionnement des systèmes de traitement de l'eau (prétraitement, adoucissement et clarification, désinfection, entreposage, entreposage des produits chimiques, vannes et tuyaux) liés aux aléas climatiques que représentent les inondations, les températures élevées, les pluies intenses, la sécheresse, les tempêtes de verglas et les vents intenses, par exemple.

De nombreuses villes plus anciennes utilisent encore une conception de « déservoir d'orage » qui intègre les systèmes de gestion des eaux de ruissellement et les systèmes d'égouts sanitaires. Une augmentation des événements de fortes précipitations, des précipitations de pluie sur la couverture neigeuse ou du gélisol augmentera les risques d'impacts des eaux de ruissellement sur les systèmes sanitaires, ce qui pourrait submerger les systèmes (Andrey et coll., 2014) et augmenter le risque de rejet d'eaux usées non traitées dans les cours d'eau et les lacs adjacents (Madoux-Humery et al., 2016). Cela peut entraîner la contamination du SAEP municipal lui-même, si une prise d'eau est située à proximité, et cela peut également entraîner la contamination des plans d'eau utilisés pour les activités de loisirs. À Montréal, au Canada, une étude menée sur 10 ans a révélé que 80 % des pics de mesure d'*E. coli* à deux prises d'eau potable municipales le long du fleuve Saint-Laurent étaient liés à des débordements d'égouts unitaires provoqués par 10 mm de pluie ou de fonte des neiges (Madoux-Humery et al., 2016). Les enquêteurs ont pu démontrer que la contamination fécale était d'origine humaine. Les conceptions d'égouts modernes séparent les eaux de ruissellement des eaux usées domestiques afin d'éviter ce problème, mais, malgré cela, les eaux de ruissellement à elles seules peuvent être une source d'agents pathogènes en raison des réservoirs d'agents pathogènes qui existent dans l'environnement bâti (Turgeon et al., 2011).

On a également observé que la hausse du niveau de la mer associée aux changements climatiques modifiait le débit des eaux souterraines dans les villes côtières des États-Unis, ce qui entraînait une probabilité accrue de débordement des égouts à mesure que l'élévation des eaux souterraines pénètre dans l'infrastructure d'égouts vieillissante ou s'accumule dans des zones de haute perméabilité (p. ex., dans les matériaux de remplissage utilisés pendant la construction) (Rossi & Toran, 2019). Outre les précipitations de pluie, les

débordements d'égouts unitaires sont également touchés par le changement de l'aménagement du territoire et par les modifications de l'hydrologie locale dues à la croissance urbaine (Jalliffier-Verne et al., 2015). Les possibilités de réduire la probabilité de débordements comprennent l'aménagement urbain qui diminue la superficie des surfaces imperméables et la charge globale sur les systèmes d'eaux de ruissellement vieillissants en réduisant la quantité d'eau qu'ils doivent transporter vers les réseaux fluviaux. Cette pratique aiderait toutes les villes, qu'elles aient ou non des débordements d'égouts unitaires, à réduire le transfert de contaminants biologiques et chimiques de la ville vers les cours d'eau adjacents, ainsi qu'à augmenter l'alimentation de la nappe souterraine.

Même après que l'eau a été traitée selon les normes relatives à l'eau potable, elle peut encore être contaminée après avoir quitté l'installation de traitement et traversé le réseau. Dans les grands réseaux, ce risque est généralement atténué par une désinfection consécutive au traitement. Les épisodes de basse pression d'eau ont été associés à un taux élevé de maladies gastro-intestinales aiguës dans les anciens SAEP qui contiennent des conduites d'eau fissurées et endommagées, qui sont susceptibles d'être adjacentes aux conduites d'égout (Gargano et al., 2015). Dans les endroits où les conduites d'égout longent les conduites d'eau, si des fuites se forment sur les deux conduites, la seule méthode de protection consiste à maintenir une pression élevée dans la conduite d'eau par rapport à celle de la conduite d'égout. Les fortes précipitations associées aux changements climatiques peuvent exercer une pression supplémentaire sur les infrastructures vieillissantes et les rendre plus vulnérables aux défaillances, ce qui augmente la probabilité que se produisent de tels incidents de basse pression (Luh et al., 2017). Les SAEP atténuent généralement certaines pressions liées à la sécheresse, à la diminution du débit des cours d'eau et à l'épuisement des aquifères en faisant un meilleur usage des sources d'eau disponibles (par exemple, la conservation de l'eau). Des initiatives plus larges de protection des sources d'eau, tant pour les eaux de surface que pour les eaux souterraines, viennent appuyer ces efforts.

Les petites collectivités peuvent être plus vulnérables aux impacts des changements climatiques sur la sécurité de l'eau en raison de déficits dans les infrastructures des systèmes d'approvisionnement en eau, ainsi que du manque de ressources technologiques, financières et liées à la formation (Moffat et Struck, 2011). Pour ce qui est des SAEP, 8,7 % d'entre eux qui desservent environ 4 millions de Canadiens et de Canadiennes, n'ont recours à aucun traitement (données de 2006-2007) et dépendent principalement des eaux souterraines, ce qui aggrave les conséquences des changements climatiques sur la sécurité de l'approvisionnement en eau (Statistique Canada, 2013). Cette dépendance à l'égard des sources d'eau souterraine peut exercer une pression accrue sur ces systèmes en période de pénurie d'eau prolongée et, en particulier pour les systèmes qui dépendent de sources uniques, augmente l'urgence de la protection des sources d'eau. Bon nombre de ces SAEP desservent de petites collectivités.

7.3.4.2.1 Systèmes d'approvisionnement en eau dans les collectivités autochtones

L'accès à de l'eau potable salubre constitue un défi pour de nombreuses collectivités autochtones du Canada. Par exemple, en date du 15 février 2020, 61 collectivités des Premières Nations faisaient l'objet d'un avis à long terme (plus d'un an) concernant la qualité de l'eau potable (SAC, 2020a). L'approche à barrières multiples pour de l'eau potable saine met l'accent sur les SAEP municipaux reliés à une station de traitement de l'eau, les systèmes de conduites d'eau ainsi que la surveillance coordonnée. Dans de nombreuses collectivités autochtones, en particulier celles qui sont petites, éloignées et isolées, le réseau de distribution d'eau est différent des SAEP municipaux courants. Il comprend souvent les puits privés, les camions-citernes et les

systèmes de conduite d'eau bien que certains ménages aient un accès limité, voire aucun accès, à un service d'alimentation en eau (Daley et coll., 2014; Patrick, 2018). De nombreuses collectivités autochtones font face à des défis, notamment une mauvaise qualité de l'eau de source, le manque d'équipement technologique destiné au traitement de l'eau, des systèmes inadéquats de distribution de l'eau ainsi que la contamination de l'eau à l'échelle locale et régionale causée par l'industrie locale. Les désavantages institutionnels, comme les normes de conception inadéquates des systèmes d'évacuation des eaux usées, la difficulté de maintenir en poste des opérateurs de station de traitement d'eau qualifiés, le manque de financement pour l'amélioration des SAEP et les limites de la capacité des camions-citernes à fournir une quantité suffisante d'eau pour répondre aux besoins des résidents, expliquent aussi en partie ces défis (Daley et coll., 2014; Patrick, 2018). Pour certains Autochtones, la méfiance à l'égard des SAEP, l'existence des aléas chimiques et biologiques, la préférence culturelle, le goût ou d'autres raisons les amènent parfois à dépendre de l'eau qu'ils ont eux-mêmes recueillie (Harper et coll., 2011; Goldhar et coll., 2013b). Cette eau recueillie non traitée peut être plus susceptible d'être contaminée, y compris en raison des risques liés aux changements climatiques. Tout agent pathogène présent dans l'eau (p. ex., agents infectieux causant des maladies à transmission vectorielle, contamination chimique provenant de sources de pollution à proximité ou agents pathogènes présents en raison d'une défaillance du système de traitement de l'eau) peut être consommé directement par les utilisateurs d'eau (Martin et coll., 2007; Harper et coll., 2011), causant des effets néfastes sur leur santé.

Les changements climatiques aggravent les problèmes actuels liés à l'eau auxquels sont confrontées les collectivités autochtones (Ford et coll., 2010; Andrey et coll., 2014; Patrick, 2018; SAC, 2019). Les changements de température peuvent avoir une incidence directe sur les installations de traitement de l'eau et des eaux usées ainsi que sur la sécurité alimentaire et la sécurité de l'eau potable. Les petites collectivités rurales et circumpolaires sont particulièrement vulnérables et doivent composer avec de nombreux risques interdépendants (Berner et coll., 2016). De nombreuses collectivités autochtones sont conscientes de ce risque, sont préoccupées par les impacts des changements climatiques sur la qualité de leur eau, la quantité d'eau à laquelle elles ont accès et leur sécurité hydrique (Picketts et coll., 2017; SAC, 2019) et reconnaissent la nécessité d'agir. Par exemple, la Stratégie nationale inuite sur les changements climatiques (2019) de l'Inuit Tapiriit Kanatami a défini la nécessité de s'adapter aux impacts des changements climatiques sur la santé, y compris ceux liés à l'eau, comme étant une action prioritaire de lutte contre les changements climatiques. La section 7.5 Mesures d'adaptation pour réduire les risques et le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada abordent la façon dont les peuples autochtones s'adaptent aux impacts des changements climatiques sur la qualité de l'eau, la quantité d'eau et la sécurité de l'approvisionnement en eau.

7.3.4.3 Cryosphère

La cryosphère désigne l'ensemble des eaux et des sols gelés, y compris la neige, la glace, le pergélisol et le sol gelé de façon saisonnière. Au Canada, la cryosphère existe durant une partie de l'année dans les latitudes et les altitudes plus basses alors qu'elle est présente toute l'année dans les latitudes et les altitudes plus élevées (Bush & Lemmen, 2019). La cryosphère et, plus particulièrement, les régions arctiques sont considérablement touchées par les changements de température et de précipitations causés par les changements climatiques (Overland et coll., 2018). Les températures ont une incidence sur le moment, la durée et l'intensité des périodes de fonte ainsi que la probabilité de précipitations sous forme de pluie ou de neige. La neige réfléchit dans l'atmosphère une grande quantité du rayonnement solaire incident, et les

changements de l'épaisseur de la neige ont des impacts sur la température du sol et l'épaisseur de la glace des lacs et des mers (Bush & Lemmen, 2019). Il semble que la saison durant laquelle il y a présence du manteau neigeux ait diminué dans la plus grande partie du Canada, et l'accumulation saisonnière de neige a probablement diminué de 5 % à 10 % depuis 1981. Les modèles climatiques prévoient que la période durant laquelle le sol sera recouvert d'une couverture neigeuse continuera de diminuer partout au Canada d'ici le milieu du siècle, indépendamment du scénario d'émissions (Bush & Lemmen, 2019).

Les changements dans la cryosphère sont susceptibles d'influencer de différentes façons la santé et le bien-être des Canadiens et des Canadiennes, en particulier ceux vivant dans les régions du Nord et de l'Arctique, ce qui comprend les impacts sur la sécurité alimentaire, les dommages aux infrastructures, l'émission de polluants persistants et les conséquences sur les réseaux de transport (Hovelsrud et coll., 2011; Arctic Monitoring and Assessment Programme [AMAP], 2015). Bien que les processus à l'origine de ces impacts soient complexes, dans le nord du Canada, ils peuvent généralement être liés à deux problèmes principaux : les changements de l'état des glaces et les changements du pergélisol.

Les changements liés à la quantité et à la qualité de la glace marine ont de vastes impacts sur les systèmes alimentaires et la navigation dans l'Arctique (Ford et coll., 2009). La réduction de la quantité et de la qualité de la glace marine a des impacts sur la diversité des animaux marins et leurs habitudes migratoires ainsi que sur la biodiversité globale de la région (AMAP, 2017). Ces changements peuvent, à leur tour, avoir une incidence sur l'accès aux sources d'alimentation traditionnelles pour les collectivités du Nord (voir le chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments). En plus des impacts sur la vie marine, les changements liés à la quantité et à la qualité de la glace marine ont une incidence sur la capacité des Inuits et d'autres chasseurs du Nord de subvenir à leurs besoins alimentaires en raison de la capacité réduite de se déplacer en toute sécurité sur la glace. Un accès réduit à la terre limite également la capacité de transmettre le savoir traditionnel aux générations futures (SAC, 2019).

La formation annuelle des routes de glace dépend de la glace qui se forme sur les mers, les rivières et les lacs. L'utilisation de ces routes réduit considérablement les coûts d'expédition et le temps de transport, et celles-ci sont essentielles pour assurer les besoins des collectivités du Nord. Les changements climatiques ont une incidence sur l'utilisation de ces routes, par exemple, dans le Grand Nord ontarien (Hori et coll., 2018), et le réchauffement continu aura de vastes répercussions sur la vie quotidienne des collectivités du Nord, notamment sur les chaînes d'approvisionnement des établissements de santé et l'accès aux aliments du marché.

Les changements touchant l'environnement naturel ont également des impacts directs sur d'autres types d'infrastructures bâties partout dans l'Arctique. Une grande partie de l'infrastructure existante a été construite dans la perspective d'un pergélisol continu. Les changements que subit le pergélisol menacent l'intégrité structurale des bâtiments et des routes, y compris les établissements de santé ainsi que les installations de traitement de l'eau et des eaux usées. La dégradation du pergélisol a eu des impacts sur certains SAEP en causant des bris de conduites d'eau potable et d'égout, ce qui pourrait entraîner l'infiltration de contaminants dans l'eau potable (Lemmen et Warren, 2004). Par exemple, la ville d'Iqaluit, au Nunavut, a été touchée par le dégel du pergélisol causé par les changements climatiques, ce qui a provoqué d'importants dommages aux conduites de distribution d'eau et d'évacuation des eaux usées de la ville (George, 2019). En plus des risques liés aux infrastructures, les contaminants persistants actuellement contenus dans le pergélisol peuvent être libérés lors de la fonte du pergélisol (AMAP, 2015) (voir le chapitre 3 : Aléas naturels). Les températures plus chaudes des lacs d'eau douce, des étangs de toundra et des ruisseaux peuvent également entraîner un niveau

plus élevé de méthylation bactérienne du mercure et un rejet plus important de mercure en raison du dégel du pergélisol (Berner et coll., 2016), ce qui pourrait avoir des répercussions sur la santé humaine.

7.4 Risques et impacts prévus liés à la sécurité sanitaire

Il est difficile de prévoir les conséquences de la rareté de l'eau et des inondations sur la sécurité sanitaire mondiale en raison de notre capacité limitée à modéliser les événements et l'impact des interventions, lesquelles sont soumises aux politiques actuelles et futures d'adaptation et d'atténuation des GES, qui sont susceptibles de changer. Bien que des progrès importants aient été réalisés en ce qui concerne la compréhension des impacts sanitaires des changements climatiques et la détermination de mesures d'adaptation connexes, la complexité des liens entre l'eau, les aliments et d'autres déterminants sociaux et environnementaux de la santé nécessite une compréhension plus large des impacts climatiques cumulatifs ou en cascade, qui peuvent aggraver les dommages (Pescaroli et Alexander, 2018).

Les conflits locaux et régionaux qui éclatent dans d'autres parties du monde, lesquels sont provoqués ou exacerbés par l'insécurité hydrique, peuvent avoir des répercussions sur les Canadiens et les Canadiennes et leurs intérêts. L'eau a été une source de conflit tout au long de l'histoire, et de nombreux experts estiment que ce risque augmentera avec la croissance démographique, le développement économique rapide et les changements du cycle hydrologique causés par le climat (Levy et Sidel, 2011; Gleick et coll., 2020). Le risque de migration forcée en raison des changements climatiques peut également augmenter, en particulier dans les pays moins développés (Rigaud et coll., 2018). Les impacts des changements climatiques sur l'eau qui créent une pression migratoire et provoquent les déplacements de population comprennent l'augmentation du niveau de la mer, la désertification, les inondations, les moussons, les ouragans et les cyclones (Dickson et al., 2014; McLeman, 2019).

Les scénarios qui pourraient déclencher un conflit international touchant le Canada comprennent l'échec des efforts de consolidation de la paix en Afrique en raison de la sécheresse, un conflit international au sujet du fleuve Indus et une plus grande instabilité au Moyen-Orient (McLeman, 2011; McLeman, 2019). Des groupes d'insurgés pourraient se joindre aux afflux de réfugiés et aux camps de réfugiés pour passer inaperçus alors qu'une réduction de la sécurité de l'eau pourrait conduire à des conflits internes. Ce sont là deux situations qui déstabiliseraient les gouvernements et nécessiteraient le déploiement des forces canadiennes de maintien de la paix (Comité permanent de la défense nationale de la Chambre des communes, 2019; Gleick et coll., 2020).

À l'échelle nationale, la hausse des températures de l'eau provoquée par les changements climatiques pourrait permettre l'expansion de nouveaux contaminants comme *Naegleria fowleri* vers le nord. Cet agent pathogène peut causer une méningo-encéphalite amibienne primitive, une maladie très rare, mais presque

toujours mortelle, du système nerveux central (Santé Canada, 2012). Aucun cas de maladie associée à *N. fowleri* n'a encore été signalé au Canada. Le cas survenu le plus au nord à ce jour a été signalé au Minnesota (Gompf et Garcia, 2019).

On s'attend à ce que les changements climatiques augmentent la fréquence et l'intensité des feux de forêt principalement en raison des changements de température et de précipitations, notamment une diminution des précipitations dans certaines régions et une augmentation insuffisante des précipitations dans d'autres régions pour compenser les effets de la hausse des températures (Wotton et coll., 2017). Les vents chauds, secs et forts engendrent un risque élevé de feux de forêt extrêmes (Bush & Lemmen, 2019). Pour l'ensemble du Canada et, en particulier, l'ouest des Prairies, on prévoit un risque de conditions propices aux feux de forêt extrêmes, une augmentation du nombre de jours de propagation des feux de forêt et une plus longue saison des feux (Wang et al., 2015).

En plus des impacts sanitaires souvent mentionnés (p. ex., brûlures, troubles respiratoires, impacts sur la santé mentale), les feux de forêt peuvent avoir des conséquences graves pour les bassins versants en raison de leurs effets sur le débit des cours d'eau et la qualité de l'eau. Les effets à long terme (sur plusieurs années) des feux de forêt comprennent l'augmentation des eaux de ruissellement, de la charge en éléments nutritifs (principalement en azote et en phosphore) et en contaminants ainsi que de la concentration de carbone organique, le risque élevé d'efflorescences algales et de cyanobactéries, une plus forte activité microbienne, la transformation du carbone organique dissous et la présence de produits chimiques utilisés dans la lutte contre les feux de forêt (Khan et coll., 2015; Harper et coll., 2018; Robinne et al., 2019) (voir le chapitre 3 : Aléas naturels), lesquels ont des répercussions sur la santé humaine. Le débit des cours d'eau peut être modifié par les changements de végétation et par les changements topographiques causés par les crues subites et les glissements de terrain associés aux feux de forêt. Les changements du débit des cours d'eau peuvent avoir une incidence sur la fiabilité des méthodes de prévision des apports d'eau utilisées par les gestionnaires de l'approvisionnement en eau potable pour prévoir la quantité d'eau disponible aux fins de traitement.

Même si, dans les régions récemment touchées par des feux de forêt, les SAEP municipaux peuvent tout de même fournir une eau adéquatement traitée, les contraintes supplémentaires engendrées par l'augmentation du nombre de feux de forêt peuvent entraîner une augmentation des coûts d'exploitation et mettre à l'épreuve la capacité de traitement (Robinne et coll., 2019). Par exemple, à la suite du feu de forêt survenu à Fort McMurray, en 2016, les services d'eau ont décidé, par excès de prudence, de diffuser un avis préventif d'ébullition de l'eau de trois mois et ont connu une augmentation de 50 % du coût des produits chimiques utilisés pour le traitement de l'eau au cours de cette année (Curtis et Gillis, 2016; Thurton, 2017; Robinne et coll., 2019). Une étude récente a permis de dresser une liste des collectivités de l'Alberta dont la source d'eau pourrait être menacée en raison des feux de forêt (voir la figure 7.3) (Robinne et coll., 2019), une situation qui s'aggravera probablement en raison des changements climatiques. Pour préparer les collectivités et les fournisseurs d'eau potable aux impacts des changements climatiques, d'autres études doivent être menées sur les conséquences des feux de forêt sur la qualité de l'eau.

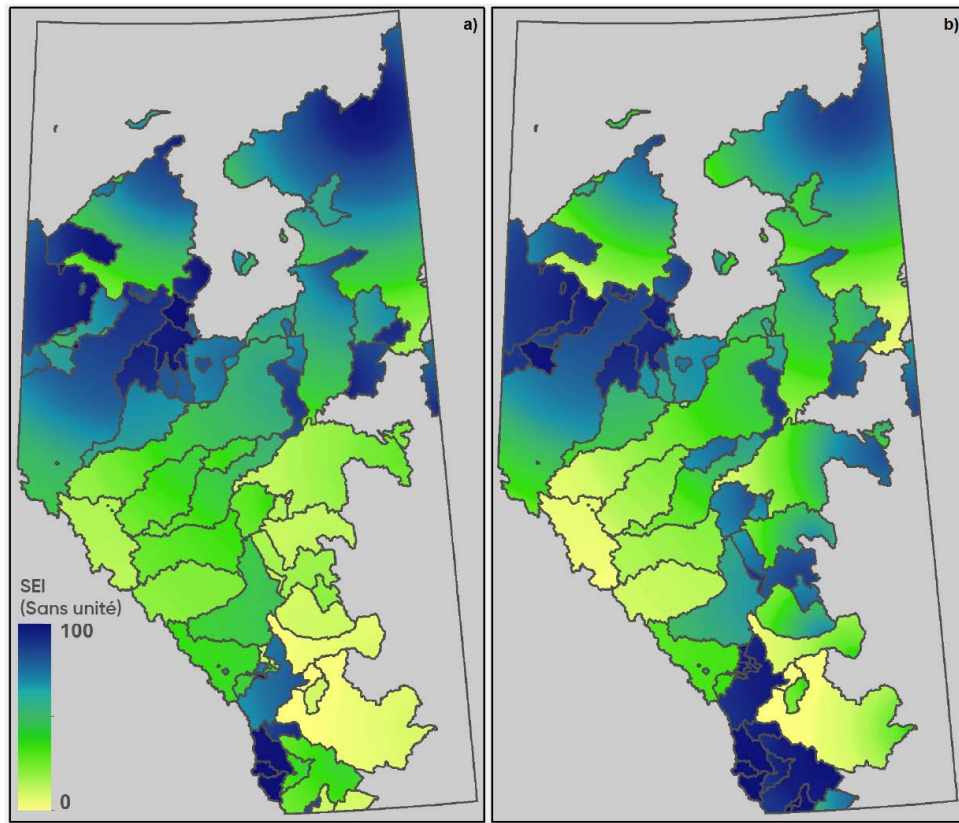


Figure 7.3 Indice d'exposition des sources d'eau (IESE) de l'Alberta et indice d'exposition des bassins versants forestiers aux feux de forêt. Indice d'exposition des sources d'eau (IESE) de l'Alberta (a) et indice d'exposition des bassins versants forestiers aux feux de forêt (b) définis par Robinne et coll. (2019). Dans les deux figures, une valeur plus élevée indique un niveau d'exposition plus élevé. L'IESE est un indice spatial qui mesure le niveau d'exposition d'une source d'eau en fonction de la disponibilité de l'eau et de la demande en eau dans un bassin versant, du couvert forestier du bassin versant et du risque de feu de forêt dans cette zone.

7.5 Mesures d'adaptation pour réduire les risques

Pour réduire les impacts sanitaires des changements climatiques, la réduction des GES est la mesure préventive la plus importante. Cependant, peu importe les réductions d'émissions de GES à court terme, les changements climatiques continueront, dans un avenir prévisible, de poser des risques liés à la qualité de l'eau, à la quantité d'eau et à la sécurité de l'approvisionnement en eau au Canada. Par conséquent, il est urgent de déterminer d'autres mesures d'adaptation pour atténuer ou éviter les impacts prévus des changements climatiques sur la santé. L'adaptation aux impacts des changements climatiques sur la santé

suppose la prise de mesures par les représentants de la santé, en collaboration avec des responsables d'autres domaines, afin de comprendre ces impacts, de les évaluer, de s'y préparer et de les prévenir. Les mesures d'adaptation mettent souvent l'accent sur le soutien aux personnes les plus vulnérables dans la société (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé). Elles comprennent l'élaboration, la mise en œuvre, le suivi et l'évaluation de mesures particulières qui se rapportent, par exemple, à l'infrastructure sanitaire et aux infrastructures de soutien connexes, afin de réduire les risques pour la santé. L'adaptation aux impacts des changements climatiques sur l'eau et la santé est une responsabilité qui incombe à bon nombre d'intervenants. De nombreuses stratégies d'adaptation importantes en matière de santé (p. ex., l'amélioration ou le remplacement des systèmes d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux usées, la réduction du risque d'inondation et de sécheresse, les pratiques agricoles adaptées et le stockage de l'eau) relèvent de décideurs autres que ceux du secteur de la santé (p. ex., la gestion de l'eau potable, les travaux publics et l'infrastructure, la gestion des urgences, la société civile) et de différents ordres de gouvernement (municipal, autochtone, régional, provincial/territorial ou fédéral).

Le gouvernement fédéral a divers niveaux de responsabilité à l'égard de la gouvernance et de la gestion de l'eau en ce qui a trait à l'habitat du poisson, à la navigation, aux eaux transfrontalières, à la surveillance de l'eau et à l'eau sur les territoires domaniaux (Zubrycki et coll., 2011). Pour favoriser la réduction des risques sanitaires liés à l'eau, le gouvernement fédéral axe souvent ses efforts sur la recherche, la coordination, la facilitation de la collaboration intergouvernementale, l'éducation et la sensibilisation. En collaboration avec les principaux intervenants provinciaux et territoriaux, autochtones et universitaires, le gouvernement fédéral élabore des lignes directrices sur la qualité de l'eau potable (Santé Canada, 2019a) et des eaux récréatives (Santé Canada, 2012). Dans les collectivités autochtones, le gouvernement fédéral joue généralement un rôle plus vaste compte tenu de sa responsabilité en ce qui concerne les terres domaniales (Zubrycki et coll., 2011).

La responsabilité principale en matière de gouvernance et de gestion de l'eau au Canada incombe aux gouvernements provinciaux et territoriaux en collaboration avec les municipalités (Environnement et Changement climatique Canada, 2016; Santé Canada, 2019b) ou les sociétés et les organismes municipaux et provinciaux qui dirigent souvent les opérations de traitement de l'eau potable et des eaux usées. Cette responsabilité de compétence partagée en qui concerne les enjeux hydriques et, par conséquent, l'adaptation aux changements climatiques, se caractérise également par la participation de nombreux secteurs et disciplines (p. ex., les SAEP, l'aménagement urbain, l'agriculture, la santé, l'énergie) utilisant différentes terminologies et méthodes de gestion des risques.

Bien que des progrès aient été réalisés afin d'améliorer l'adoption d'approches intégrées multisectorielles en matière de gestion de l'eau, des défis subsistent (Shrubsole et coll., 2017). Bien que la santé humaine soit un élément central de presque tous les cadres de gestion et de gouvernance de l'eau, le rôle des décideurs en matière de santé est rarement énoncé de façon explicite dans la planification de la gestion de l'eau et, dans la pratique, est souvent axé sur l'élaboration de lignes directrices ou de normes, le suivi et la surveillance ainsi que les communications et les interventions en matière de santé. Pour les décideurs d'autres secteurs, une collaboration avec les représentants du secteur de la santé représente une occasion importante de réduire les risques sanitaires liés aux impacts des changements climatiques sur l'eau par la prise de mesures d'adaptation. Pour une mise en œuvre réussie des mesures d'adaptation liées à la santé, une coordination intersectorielle et intergouvernementale importante est nécessaire. Bien qu'elle ne soit pas exhaustive, la section suivante décrit des méthodes d'adaptation possibles susceptibles de limiter les conséquences sur

la santé humaine des impacts des changements climatiques qui ont une incidence sur la qualité de l'eau, la quantité d'eau et la sécurité de l'approvisionnement en eau.

7.5.1 Systèmes d'approvisionnement en eau résilients face aux changements climatiques

Les systèmes d'approvisionnement en eau et les pratiques de gestion de l'eau ont, depuis toujours, été conçus en se fondant sur le fait que les expériences passées sont le meilleur indicateur des conditions futures de prestation des services. Les changements climatiques remettent en cause cette notion, puisque les critères de conception des systèmes qui permettaient à ces derniers de résister aux conditions climatiques dans le passé pourraient ne pas être suffisants pour répondre aux besoins futurs (Milly et coll., 2008). Les approches précédentes en matière de gestion et de gouvernance de l'eau n'ont pas adéquatement tenu compte des contraintes nouvelles ou existantes susceptibles d'être engendrées ou exacerbées par les changements climatiques. Une enquête nationale menée en 2017 auprès de responsables de la gestion des biens municipaux a révélé que les renseignements et les données sur les impacts des changements climatiques ne sont pas disponibles ou sont mal intégrés dans la prise de décisions en matière d'infrastructures locales (p. ex., infrastructures d'approvisionnement en eau) (Public Sector Digest [PSD] et coll., 2019). Les renseignements sur les changements climatiques devraient être pris en compte dans la planification de la gestion de l'eau et la conception des systèmes d'approvisionnement en eau (Milly et coll., 2008). De plus, les gestionnaires de l'approvisionnement en eau, les autorités sanitaires ainsi que les représentants des professions et des secteurs connexes devraient travailler en collaboration pour accélérer les progrès dans la conception de systèmes d'approvisionnement en eau résilients face aux changements climatiques (Smith et coll., 2019).

La résilience est la capacité d'un système à faire face à un choc ou à un facteur de stress, à s'y adapter et à continuer de remplir ses fonctions importantes (p. ex., un système d'approvisionnement en eau peut résister à un choc causé par le climat sans qu'il s'ensuive une défaillance du système de traitement de l'eau). La gestion de l'eau résiliente face aux changements climatiques définit et met en œuvre des mesures flexibles qui réduisent les risques liés à la qualité de l'eau, à la quantité d'eau et à la sécurité de l'approvisionnement en eau en tenant compte de divers climats futurs possibles ainsi que de divers chocs et facteurs de stress climatiques potentiels (Smith et coll., 2019). Au Canada, des efforts visant à construire des systèmes d'approvisionnement en eau résilients face aux changements climatiques sont déployés depuis 2007. Voici des exemples d'initiatives visant à recueillir de nouveaux renseignements et à élaborer de nouveaux outils pour soutenir la gestion de l'eau résiliente face aux changements climatiques afin de favoriser la santé :

- La Stratégie sur la gestion des eaux des TNO : *Plan d'action 2016 à 2020* tire parti de l'élan suscité par la *Stratégie sur la gestion des eaux des TNO : Plan d'action 2011 à 2015* et vise à préserver la quantité et la qualité des ressources hydriques dans les Territoires du Nord-Ouest, à garantir un approvisionnement en eau et à assurer la résilience des écosystèmes d'eau douce (gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, 2016).

- La Water Security Agency de la Saskatchewan entreprend le projet *Building Capacity for Community Hydrologic Drought Response* (renforcer la capacité d'intervention communautaire en cas de sécheresse), qui vise à améliorer la capacité des municipalités de la Saskatchewan à limiter les impacts de la sécheresse aggravés par les changements climatiques, y compris les impacts sur l'approvisionnement en eau et la qualité de l'eau (Ressources naturelles Canada [RNCan], 2021).
- L'Atlantic Canada Water and Wastewater Association entreprend un projet intitulé *Incorporating Climate Resilience for Municipal Infrastructure into the Updates of Existing Atlantic Canada Water and Wastewater Design Guidelines* (intégrer la résilience climatique des infrastructures municipales dans les mises à jour des lignes directrices existantes sur la conception des systèmes d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux usées dans le Canada atlantique) (RNCan, 2021).
- Grâce au projet Résilience aux changements climatiques : Renforcement des capacités des décideurs du Manitoba, le gouvernement du Manitoba accroît la capacité et l'expertise des professionnels (y compris des ingénieurs et des planificateurs), du milieu des affaires du nord du Manitoba ainsi que des organisations et collectivités autochtones afin de réduire les impacts des changements climatiques, notamment par des mesures d'adaptation se rapportant à l'utilisation des terres, à la gestion de l'eau et aux infrastructures (RNCan, 2021).
- La Fédération canadienne des municipalités a élaboré des guides et diffusé de l'information au moyen de webinaires et de réseaux pour aider les municipalités à intégrer les considérations relatives aux changements climatiques dans les programmes de gestion des actifs, y compris ceux liés à l'eau. Les principaux programmes de subventions comprennent le Programme de gestion des actifs municipaux, le Programme Municipalités pour l'innovation climatique et le Réseau de gestion des actifs et des changements climatiques (PSD et coll., 2019).

Il existe de nombreuses possibilités d'intégrer davantage la résilience climatique aux activités de gestion de l'eau (Smith et coll., 2019). L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a élaboré des lignes directrices sur les plans de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau résilients face aux changements climatiques afin d'aider les décideurs du secteur de l'approvisionnement en eau et les autorités sanitaires à améliorer la résilience climatique des systèmes d'approvisionnement en eau et à réduire les risques sanitaires associés aux impacts climatiques sur les ressources hydriques. Ce processus prend comme point de départ des approches existantes en matière de gestion des ressources hydriques telles que la gestion intégrée des risques liés à l'eau et l'adaptation aux changements climatiques afin de s'assurer que les considérations sanitaires et climatiques sont adéquatement prises en compte dans la gestion de l'eau (OMS, 2017).

Dans l'ensemble du Canada et à l'échelle internationale, les autorités sanitaires reconnaissent de plus en plus la nécessité d'évaluer leur vulnérabilité et de déterminer les mesures d'adaptation requises pour réduire les impacts des changements climatiques sur la santé, y compris les effets liés aux enjeux hydriques (Berry et coll., 2018) (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé). Des lignes directrices et des trousseaux d'outils ont été élaborés pour faciliter la réalisation des évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation (EVA) relativement à la santé et aux changements climatiques (OMS, 2013; Ebi et coll., 2016).

Il est possible de mieux comprendre les impacts sanitaires des changements climatiques découlant des effets sur la qualité de l'eau, la quantité d'eau et la sécurité de l'approvisionnement en eau en réalisant des EVA à l'échelle locale et régionale, au Canada. Plusieurs évaluations précédentes effectuées par les autorités sanitaires canadiennes (Berry et coll., 2014b; bureau de santé de Grey Bruce, 2017; Levison et coll., 2017) comprennent l'examen des questions relatives à l'eau, et la plupart des 10 projets de l'initiative ADAPTATION Santé de Santé Canada tiennent également de ces questions (gouvernement du Canada, 2020). La participation des représentants du secteur de la santé aux évaluations plus vastes des impacts des changements climatiques et des stratégies d'adaptation, qui sont souvent menées par le ministère de l'Environnement ou le ministère gouvernemental concerné, est également importante pour mieux comprendre les impacts actuels et anticipés des changements climatiques et les options permettant de réduire les risques auxquels est exposée la population canadienne et de faciliter la collaboration intersectorielle nécessaire afin d'accomplir des progrès dans le renforcement de la résilience.

Encadré 7.2 La cogouvernance de l'eau par les peuples autochtones comme moyen de lutter contre les changements climatiques

Dans la vallée de Cowichan, en Colombie-Britannique, le Cowichan Watershed Board (CWB) mène des activités de gouvernance et de gestion de l'eau à l'échelle du bassin versant. Le CWB a été créé à la suite d'une grave sécheresse survenue à l'été 2007 par des intervenants étant reconnu la nécessité d'une approche plus formelle et proactive de la gestion de l'eau en raison de la croissance démographique continue, des changements climatiques et des impacts cumulatifs d'un processus décisionnel non coordonné dans le bassin versant de Cowichan-Koksilah. Le CWB tire sa force de son modèle de gouvernance reposant sur la participation de représentants des tribus de Cowichan et du district régional de la vallée de Cowichan en tant que partenaires égaux et coprésidents du conseil. Ce partenariat, qui vise à améliorer la santé de l'ensemble du bassin versant, appuie la reconnaissance locale des droits autochtones et constitue également un engagement profond à la réconciliation (CWB, 2018).

La gestion efficace de l'eau dans les bassins versants, comme le bassin de Cowichan et Koksilah, a été entravée parce que l'autorité législative et la responsabilité à l'égard de l'eau sont complexes et réparties entre les gouvernements et organismes fédéraux, provinciaux et locaux, et en raison de droits ancestraux non éteints. Le leadership et la prise de décisions concertée sont au cœur de l'objectif et de la structure de Cowichan Watershed Board (CWB). À l'heure actuelle, le CWB ne détient aucun pouvoir décisionnel conféré par la loi, bien qu'il soit prévu de le faire évoluer pour lui permettre d'avoir une certaine forme d'autorité déléguée dans la prise de décisions locales en matière de gestion de l'eau. Entre-temps, le CWB a approuvé des « cibles pour les bassins versants ». Ces cibles consistent notamment à assurer des populations de poissons durables, à assurer la qualité de l'eau et un débit estival adéquat, à protéger et à préserver les habitats riverains et estuariens, à conserver l'eau et à accroître la sensibilisation des résidents locaux concernant les bassins versants. Pour atteindre ces objectifs, il est essentiel de suivre l'ancien principe des tribus Cowichan, adopté par le CWB – « Nutsumaat kws yaay'us thqa », qui signifie : se réunir pour travailler ensemble afin d'être plus forts en tant que partenaires pour gérer le bassin versant (CWB, 2018).

Les mesures d'adaptation visant à réduire les risques découlant des impacts des changements climatiques sur l'eau nécessitent souvent une collaboration avec les décideurs d'autres secteurs liés au secteur de la santé. Par exemple, une EVA réalisée par le Bureau de santé publique de Middlesex-London, en Ontario, a permis de déterminer que la protection accrue des sources d'eau était une stratégie d'adaptation potentielle aux changements climatiques (Berry et coll., 2014b). En collaborant avec d'autres secteurs pour intégrer les résultats des EVA aux processus de gestion de l'eau, le secteur de la santé peut aider à agir sur les principaux déterminants de la santé en amont qui contribuent à prévenir les expositions dangereuses, ce qui permettrait d'éviter que des populations tombent malades ou soient blessées.

7.5.2 Options d'adaptation visant à protéger la qualité, la quantité et la sécurité de l'approvisionnement en eau

Un certain nombre de mesures d'adaptation, notamment des politiques et des programmes nouveaux ou améliorés, sont envisageables pour réduire les risques sanitaires liés aux impacts des changements climatiques sur la qualité, la quantité et la sécurité de l'eau (tableau 7.4). Bon nombre de ces mesures sont plus efficaces lorsqu'elles sont adaptées au contexte local ou régional, en fonction de l'information disponible concernant les impacts des changements climatiques recueillie au moyen des EVA.

Tableau 7.4 Exemples d'adaptations visant à réduire les risques sanitaires liés aux impacts des changements climatiques sur la qualité, la quantité et la sécurité de l'eau

À l'échelle municipale

- Amélioration ou expansion des activités liées à la sécurité de l'approvisionnement en eau de la ville, y compris l'analyse de l'eau (l'eau potable et utilisée à des fins récréatives), le traitement de l'eau, la distribution de l'eau et la gestion des eaux de ruissellement
 - » Intégrer les considérations relatives aux changements climatiques dans les normes et objectifs relatifs à l'eau potable
 - » Publier des informations éducatives et consultatives sur la qualité de l'eau
 - » Donner des conseils sur l'émission d'avis d'ébullition de l'eau
- Programmes communautaires de surveillance de l'eau
- Projections du climat et démographiques intégrées à la cartographie des plaines inondables et à la prise de décisions relatives à l'utilisation des terres
- Évaluation de la vulnérabilité de l'infrastructure du réseau d'approvisionnement en eau (p. ex., cartographie de la vulnérabilité)
- Recours à des plans alternatifs dans les systèmes d'approvisionnement en eau potable (SAEP) (par exemple, plus d'une source d'eau)



À l'échelle municipale (suite)	<ul style="list-style-type: none">• Mesures de soutien en santé mentale et initiatives de prévention et de sensibilisation aux maladies mentales ciblant les personnes dont les moyens de subsistance dépendent de l'eau (p. ex., collectivités dépendantes de l'agriculture)• Techniques de conservation, de réutilisation et de collecte et de stockage de l'eau pour réduire les impacts des changements climatiques• Protocoles et procédures pour la gestion des risques liés aux produits chimiques et aux contaminants en cas d'urgence• Expansion des systèmes de réutilisation de l'eau pour compenser la réduction de l'offre, l'augmentation de la demande, ou les deux
À l'échelle provinciale et territoriale	<ul style="list-style-type: none">• Amélioration ou révision des lois régissant l'approvisionnement en eau des municipalités et à usage public, y compris sa mise en place et son exploitation<ul style="list-style-type: none">» Améliorer ou réviser les politiques, les réglementations et les protocoles concernant les inspections de la qualité de l'eau» Effectuer des inspections des réseaux municipaux d'eau potable et des laboratoires qui analysent l'eau potable» Exploiter des laboratoires responsables de l'analyse de la qualité de l'eau» Rédiger un plan d'intervention d'urgence concernant l'approvisionnement en eau» Améliorer ou réviser les normes de qualité de l'eau et la gestion des bassins versants» Approuver des zones désignées pour les usines de traitement de l'eau en fonction des risques climatiques» Améliorer la salubrité de l'eau des puits» Mettre en œuvre des directives nationales relatives à la salubrité de l'eau potable• Mesures de soutien en santé mentale et initiatives de prévention et de sensibilisation aux maladies mentales ciblant les personnes dont les moyens de subsistance dépendent de l'eau (p. ex., collectivités dépendantes de l'agriculture)• Protocoles et procédures pour la gestion des risques liés aux produits chimiques et aux contaminants en cas d'urgence• Surveillance des efflorescences algales nuisibles
À l'échelle fédérale	<ul style="list-style-type: none">• Recherche sur les menaces qui pèsent sur l'eau potable dans le contexte des changements climatiques• Élaboration d'un ensemble de directives nationales recommandées en matière de salubrité de l'eau potable tenant compte des informations sur les risques liés aux changements climatiques• Approche intégrée à l'échelle nationale du suivi et de la surveillance des maladies d'origine hydrique

Mesures d'adaptation transversales	<ul style="list-style-type: none">• Solutions axées sur la nature (p. ex., zones humides pour le traitement des eaux usées agricoles, parcs de zones tampons pour la lutte contre les inondations, etc.)• Considérations relatives aux changements climatiques et à la santé et intégration des projections du climat dans les activités de gestion des ressources en eau• Amélioration des pratiques de communication des risques pour la santé afin de se préparer aux impacts probables des changements climatiques (p. ex., conseiller aux consommateurs d'éviter les produits qui pourraient avoir été en contact avec les eaux de crue)• Exploration d'un soutien équitable à la transition économique pour les collectivités dont les moyens de subsistance sont menacés par la rareté de l'eau• Initiatives d'éducation et de sensibilisation à la santé pour les utilisateurs de l'eau recueillie• Désaffectation ou rénovation des infrastructures d'approvisionnement en eau à risque
---------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Source : Adapté de Séguin, 2008; Berry et coll., 2014a

La conception de SAEP basée sur la gestion à l'échelle du bassin versant peut réduire les expositions dangereuses et les risques pour la santé liés à bon nombre d'impacts des changements climatiques touchant l'eau (p. ex., les inondations, la sécheresse et la contamination due au ruissellement) et aux changements d'utilisation des terres. Les mesures d'adaptation peuvent permettre de retirer des avantages accessoires considérables en matière de santé à mesure que la résilience se développe; p. ex., l'amélioration de l'accès communautaire à l'eau (plages, rivières, lacs), ce qui peut être bénéfique pour la forme physique en augmentant l'espace récréatif, en améliorant le sentiment de proximité des résidents avec l'environnement naturel et en améliorant le bien-être mental général (Gascon et coll., 2017).

Les solutions fondées sur la nature offrent des possibilités considérables aux collectivités qui cherchent à réduire l'exposition et la vulnérabilité liées à l'utilisation des terres. Les solutions fondées sur la nature sont « des mesures qui agissent de concert avec la nature et l'améliorent pour soutenir la biodiversité et aider à relever les défis sociétaux » (Kapos et coll., 2019, page 16). Les mesures qui reposent sur la conception de systèmes naturels ou qui les imitent, ainsi que les efforts visant à encourager un processus naturel déjà en place (p. ex., une zone humide), constituent toutes des approches naturelles en faveur de l'adaptation au climat. Le recours à des solutions naturelles pour réduire le ruissellement et le débordement des eaux de ruissellement, comme les jardins de pluie (Autixier et al., 2014) et les rigoles gazonnées (Bäckström, 2003), a été envisagé comme moyen de retenir l'eau et de permettre la sédimentation des matières particulaires. Ces interventions ont pour effet d'éliminer la contamination des réseaux d'approvisionnement en eau en augmentant le temps de rétention hydraulique (Li et al., 2016). Les solutions axées sur la nature peuvent également aider à atténuer les émissions de GES (p. ex., la séquestration du carbone en protégeant les espaces verts existants ou en créant de nouveaux) et les objectifs d'adaptation (p. ex., améliorer la qualité de l'eau et réduire les risques d'inondation grâce à l'aménagement d'aires naturelles qui peuvent capturer ou contrôler l'eau, qu'on appelle parfois des « espaces bleus »). Nombre de ces mesures permettent de

réaliser des économies plus importantes que les approches traditionnelles fondées sur les infrastructures grises, tout en offrant des avantages accessoires supplémentaires, notamment en matière de santé. Par exemple, un parc conçu pour la protection contre les inondations, comme le parc Corktown Common de Toronto (Waterfront Toronto, 2020), peut également créer des espaces récréatifs et permettre le déploiement d'infrastructures propices au transport actif (p. ex., pistes cyclables et piétonnières). Les espaces verts peuvent également présenter des avantages pour la santé des personnes souffrant de certaines formes de maladies mentales et, d'une manière générale, contribuer à améliorer la qualité de vie de ceux qui vivent ou travaillent à proximité (Raymond et coll., 2017).

Dans tout le Canada, divers ordres de gouvernement ont mis à l'essai des incitations financières pour favoriser le changement d'utilisation des terres. Par exemple, à la suite d'importantes inondations, le gouvernement provincial du Nouveau-Brunswick a lancé un programme de rachat destiné aux propriétaires les plus à risque d'inondation (Nouveau-Brunswick, 2019). D'autres régions ont offert des incitations financières aux propriétaires fonciers qui prennent des mesures pour protéger la qualité de l'eau, comme aux agriculteurs qui s'abstiennent de cultiver directement à côté des cours d'eau (Programme d'assainissement de l'eau, 2020).

L'approche consistant à protéger la santé contre les risques liés à la consommation d'eau au moyen de normes et de lignes directrices, qui repose sur des menaces familières et sur les expériences passées, risque de réduire la résilience face à des risques sanitaires inconnus ou inattendus, à moins que de nouvelles connaissances sur les risques liés aux changements climatiques ne soient intégrées à ces activités. En travaillant avec les intervenants pour appliquer une optique climatique à l'élaboration de lignes directrices, les vulnérabilités existantes peuvent être réduites et la résilience aux impacts futurs accrue. Les risques que posent les nouveaux agents pathogènes et virus pour la santé des Canadiens et des Canadiennes résultant des impacts des changements climatiques sur l'eau peuvent nécessiter le renforcement du contrôle et de la surveillance de la qualité de l'eau, ainsi que des capacités d'alerte rapide destinées à éclairer les interventions des exploitants des systèmes. Les secteurs de l'eau et de la santé publique devront aborder ce problème conjointement et s'associer à tous les ordres de gouvernement.

Tirer parti de l'intérêt de la collectivité pour la protection de la qualité de l'eau pour aider à éclairer les efforts de surveillance peut aider à améliorer la résilience. Par exemple, les collectivités autochtones du Canada sont exposées à de multiples vulnérabilités liées au réseau d'approvisionnement en eau. Les collectivités du Nord font face à des défis, comme la perte de pergélisol, la contamination des sources d'eau des étangs de toundra et la vulnérabilité des étangs d'épuration des villages aux aléas climatiques (Berner et coll., 2016; McKnight, 2017). Les collectivités sont conscientes que ces impacts climatiques sur des SAEP déjà soumis à des pressions peuvent entraîner une augmentation du risque de maladies d'origine hydrique à l'avenir. Conscient du fardeau croissant des maladies gastro-intestinales dans leur collectivité, un groupe de jeunes Inuits de Mittimatalik (Pond Inlet), avec le soutien des aînés et d'organismes de recherche, s'efforce d'appliquer le savoir inuit et les connaissances scientifiques pour évaluer les impacts des changements climatiques sur la qualité de l'eau locale et la santé humaine (Inuit Tapiriit Kanatami, 2019). De tels programmes communautaires de surveillance de l'eau ont le potentiel de contribuer à la planification de la résilience climatique des réseaux d'approvisionnement en eau partout au Canada et, dans certains cas, peuvent inciter les collectivités à mieux gérer les ressources en eau. En outre, il existe le Programme de formation itinérante, qui est un programme de perfectionnement des capacités à long terme qui offre des

services de formation et de mentorat aux exploitants de SAEP et de systèmes de traitement d'eaux usées issus des Premières Nations (Services aux Autochtones Canada, 2015).

Actuellement, la plupart des SAEP municipaux sont centralisés et extraient souvent de grands volumes d'eau d'une source unique située à une grande distance de la population qu'ils desservent. Le recours à une source unique est risqué, car une défaillance grave liée à cette source peut avoir des conséquences désastreuses (Boholm & Prutzer, 2017). En outre, les SAEP centralisés nécessitent de grandes quantités de produits chimiques pour le traitement et d'énergie pour le transport de l'eau, ainsi qu'une vaste infrastructure (Speight, 2018), et peuvent donc avoir des impacts sur l'environnement. Le passage à des systèmes moins centralisés qui intègrent plusieurs sources d'eau (p. ex., l'eau de pluie, les eaux ménagères et plusieurs petites réserves d'eau souterraine) et des zones de protection de l'eau supplémentaires peut donner lieu à des systèmes plus résilients qui pourraient contribuer à atténuer les risques associés aux impacts des changements climatiques sur les infrastructures vieillissantes (Boholm & Prutzer, 2017). Cela permettrait également d'atténuer les contraintes liées à la sécheresse, à la diminution du débit des cours d'eau et à l'épuisement des aquifères en permettant une meilleure utilisation des sources d'eau disponibles. La promotion de pratiques d'économie d'eau, telles que l'utilisation de douches et de toilettes à faible débit et l'utilisation des eaux ménagères et des eaux de pluie, peut également contribuer à réduire la consommation d'eau.

Dans certains cas, il y aura des limites à l'efficacité des grands changements d'utilisation des terres, des nouvelles infrastructures de protection (qu'elles soient fondées sur la nature ou traditionnelles) et des changements apportés aux SAEP ou aux activités des SAEP, et à la mesure dans laquelle ces changements peuvent être adoptés. Dans ces cas, l'élaboration, la promotion et l'adoption de systèmes d'alerte précoce assortis de communications sur les risques peuvent jouer un rôle important dans la prise en compte et la réduction des impacts des changements climatiques sur la santé (Wu et coll., 2016). Des systèmes d'alerte précoce ont été utilisés avec succès pour réduire les impacts des inondations (Alfieri et coll., 2012), des maladies infectieuses (Ogden et coll., 2019), des chaleurs extrêmes (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé) et d'autres aléas pour la santé, car ils permettent aux responsables de disposer d'un délai suffisant pour réagir aux menaces imminentes. Des progrès ont été réalisés en ce qui a trait à l'intégration des données climatiques et météorologiques dans les systèmes d'alerte relativement à certains impacts liés au climat (p. ex., Ogden et coll., 2019) dans le but de mieux préparer les responsables de la santé et les citoyens. Il est possible d'élargir les efforts visant à réduire les risques de maladies d'origine hydrique liées au climat, par exemple en surveillant l'interface humain-faune, notamment en utilisant des bioindicateurs afin de mesurer les impacts et les risques pour la santé humaine (p. ex., en surveillant la santé d'une espèce de poisson particulière) (Stephen et Duncan, 2017). Cela peut s'avérer particulièrement utile lorsqu'il s'agit d'évaluer les impacts sur la qualité de l'eau, notamment les efflorescences algales nuisibles (EAN).

Les systèmes d'alerte précoce ont tout à gagner à utiliser des outils qui présentent la distribution spatiale de l'exposition aux aléas liés au climat, les facteurs de vulnérabilité et les impacts sur la santé sous forme visuelle. Le Cadre fédéral de la cartographie des zones inondables (Ressources Naturelles Canada, 2018) a permis de mettre davantage l'accent sur la cartographie des inondations dans l'ensemble du Canada. À l'échelle locale et régionale, divers groupes se sont efforcés d'appliquer des approches novatrices pour mieux comprendre la variabilité des impacts des inondations dans les régions géographiques. Par exemple, au Québec, un partenariat entre l'Université Laval, Ouranos et l'Institut national de santé publique du Québec a

permis d'intégrer des indicateurs de vulnérabilité dans la cartographie des inondations, ce qui a fourni des informations précieuses aux autorités de santé et de gestion des urgences pour qu'elles puissent planifier des mesures d'intervention d'urgence (Ouranos, 2018).

7.6 Lacunes en matière de connaissances

Les impacts des changements climatiques sur la qualité, la quantité et la sécurité de l'eau sont complexes, et les connaissances à ce sujet présentent de nombreuses lacunes. La capacité de mesurer et de surveiller les impacts des changements climatiques sur les ressources en eau dans les divers écosystèmes et environnements socioculturels du Canada, en plus des résultats en matière de santé qui en découlent, sont des exigences fondamentales pour combler les principales lacunes dans les connaissances (tableau 7.5). Ces travaux sont essentiels à l'élaboration d'interventions efficaces permettant de renforcer la résilience et de réduire les impacts des changements climatiques sur la santé.

L'intégration du savoir autochtone dans les efforts de préparation et de riposte aux sources de perturbation d'origine climatique sur la qualité, la quantité et la sécurité de l'eau est un élément clé de la recherche nécessaire pour protéger la santé dans le contexte du climat en évolution. La recherche du point de vue des Premières Nations, des Inuits et des Métis fait défaut et nécessite une attention particulière. À ce jour, on constate un manque notable en ce qui concerne la recherche menée par les collectivités métisses ou en partenariat avec celles-ci. Les évaluations des impacts des changements climatiques et des efforts d'adaptation, ainsi que les politiques et programmes d'adaptation bénéficient de l'apport d'une large base de données probantes alimentée par des perspectives, des collectivités et des systèmes de connaissances différents. Le fait d'accroître la recherche sur le climat menée par des chercheurs inuits, métis et des Premières Nations profitera à tous les Canadiens et Canadiennes.

Tableau 7.5 Principaux besoins de recherche liés aux effets sur la santé des impacts des changements climatiques sur la qualité, la quantité et la sécurité de l'eau

INCIDENCE DES IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES RESSOURCES EN EAU ET SUR LA SANTÉ HUMAINE

- Liens entre la température et les précipitations sur les divers régimes d'écoulement canadiens (p. ex., passage de régimes où il y a une présence abondante de neige à des régimes où il y a une présence abondante de pluie dans les bassins fluviaux)
- Impacts des changements dans la cryosphère sur les ressources en eau (p. ex., effets des changements de l'albédo sur le pergélisol et sur la qualité et la quantité de l'eau en aval)
- Effets des changements dans la cryosphère sur les rejets de charges de contaminants chimiques (p. ex., polluants organiques persistants et métaux lourds) et impacts subséquents sur les réserves d'eau et d'aliments
- Impacts des feux de forêt sur la qualité et la disponibilité des sources d'eau, et leur variation selon les écosystèmes forestiers
- Effets de l'acidification des océans et des eaux douces et du ruissellement des nutriments provenant des terres dans le contexte des changements climatiques (par exemple, adaptation dans le secteur agricole) sur les EAN

GESTION DES RESSOURCES EN EAU ET PROTECTION DES SOURCES D'EAU

- Incidence des changements climatiques et des changements d'utilisation des terres sur l'alimentation de la nappe souterraine à court et à long terme
- Mesures efficaces pour protéger les SAEP contre la hausse des problèmes de santé liés aux inondations (p. ex., contamination bactérienne accrue)
- Impacts des sécheresses extrêmes prévues sur les ressources en eau et mesures d'adaptation les plus efficaces pour préserver la santé (capacité de stockage individuelle, échange de l'eau entre plusieurs administrations, etc.)
- Modèles efficaces de gouvernance, de gestion et de partenariats, y compris avec les collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis.

EAU POTABLE ET RÉSEAUX D'EAU POTABLE

- Facteurs qui rendent les réseaux d'approvisionnement en eau vulnérables aux précipitations de pluie extrêmes et mesures d'adaptation efficaces
- Conséquences pour la santé et contraintes éventuelles pour les SAEP liées aux impacts des feux de forêt sur les sources d'eau, surtout en ce qui concerne les sources d'eau potable non traitées (p. ex., l'« eau recueillie »)
- Adaptations rentables des SAEP pour faire face aux contaminants émergents (p. ex., les EAN), qui devraient être plus répandus en raison des changements climatiques

SANTÉ PUBLIQUE ET SOINS DE SANTÉ

- Risques pour la santé associés à l'eau contaminée par des résidus de matériaux résidentiels, industriels et commerciaux brûlés à la suite de feux de forêt
- Risques sanitaires que posent les EAN, et la façon dont ils pourraient aggraver les changements climatiques
- Nouveaux agents pathogènes d'origine hydrique ou auparavant rares (p. ex., *Naegleria fowleri*, qui se déplace vers le nord) et mesures efficaces pour préserver la santé
- Impacts des changements touchant les populations d'animaux (p. ex., les oiseaux aquatiques) et d'autres populations servant de vecteurs dans la diffusion et la transmission des maladies d'origine hydrique à mesure que le climat continue de changer
- Risques pour la santé associés à la réutilisation de l'eau et mesures efficaces pour préserver la santé
- Technologies efficaces pour assurer la production d'eau potable dans un contexte futur de stress hydrique

7.7 Conclusion

La qualité, la quantité et la sécurité des ressources en eau du Canada sont touchées par les changements climatiques, ce qui augmente les risques pour la santé humaine. Les augmentations prévues des températures moyennes et extrêmes, ainsi que les événements de fortes précipitations, les sécheresses et les feux de forêt dans de nombreuses régions du Canada exerceront une pression accrue sur les ressources en eau dans les systèmes d'eau douce, marins et côtiers, ce qui entraînera des risques accrus pour la santé humaine. Une gamme d'agents pathogènes et de toxines sensibles au climat nuisent actuellement à la santé des Canadiens et des Canadiennes; il s'agit notamment des algues, des cyanobactéries, des virus entériques et des bactéries *Leptospira*, *Leptonema*, *Vibrio* et *Legionella*. En outre, le réchauffement progressif et la multiplication des événements extrêmes continueront d'exercer une pression sur les SAEP, ce qui pourrait entraîner la présence d'agents biologiques ou chimiques dans l'eau; et, par conséquent, l'exposition des



humains à ces agents par la consommation d'eau potable, la baignade, les loisirs ou les cérémonies. Les changements climatiques poseront des défis encore plus grands aux petits réseaux et aux réseaux ruraux. Les impacts futurs des changements climatiques sur la santé sont incertains en raison du manque de projections pour un grand nombre de ces résultats pour la santé et des voies complexes par lesquelles les personnes sont touchées, qui impliquent des facteurs sociaux et comportementaux.

Comme cela est le cas pour d'autres enjeux sanitaires liés aux changements climatiques, les données disponibles indiquent que certaines populations sont plus exposées à ces effets, notamment les enfants, les personnes âgées et les personnes atteintes de maladies chroniques. La santé et le bien-être de nombreux peuples et de nombreuses collectivités autochtones sont touchées de manière disproportionnée par les problèmes liés aux ressources en eau, qui peuvent résulter de divers facteurs, comme l'insuffisance de technologies de traitement de l'eau, des systèmes de distribution et de la modernisation, la contamination de l'eau causée par l'industrie locale et la difficulté à retenir les exploitants qualifiés des stations de traitement de l'eau. Les impacts des changements climatiques sur les sources d'eau vont exacerber les effets de ces défis si des adaptations supplémentaires ne sont pas mises en œuvre pour sauvegarder les ressources en eau et protéger la santé de ces collectivités. Les collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis disposent d'un savoir acquis au fil de nombreuses générations qui, grâce à des partenariats équitables, pourraient être appliquées pour protéger la santé. Il est nécessaire de multiplier les partenariats que nous établissons avec les Premières Nations, les Inuits, les Métis, les autorités sanitaires et les gestionnaires de l'approvisionnement en eau afin de définir et de traiter les impacts sur la santé des populations autochtones des changements climatiques sur les ressources en eau et de mettre en œuvre des mesures d'adaptation efficaces à l'échelle des collectivités.

Si nous ne redoublons pas d'efforts pour nous adapter, la santé des Canadiens et des Canadiennes sera de plus en plus menacée par les changements climatiques. En s'efforçant de cerner à la fois les facteurs de vulnérabilité pour la santé publique et les options d'adaptation, les autorités sanitaires peuvent réduire ces nuisances et s'y adapter, et renforcer la résilience climatique des réseaux d'approvisionnement en eau. Bien que nous soyons aujourd'hui en mesure d'envisager certaines options d'adaptation, il est nécessaire d'intensifier les recherches pour comprendre l'ampleur des impacts actuels et futurs et l'efficacité des stratégies et des technologies d'adaptation. Pour évaluer l'efficacité des options d'adaptation, des recherches sont nécessaires pour déterminer les moyens les plus efficaces de surveiller les aléas pour la santé liés à l'eau. De plus, il faudrait explorer les projections des impacts futurs possibles sur la santé et les mesures proactives de communication des risques au public, par exemple au moyen de systèmes d'alerte précoce.



7.8 Références

- Abbott, L. P. (1986). *Vibrio vulnificus* in New Brunswick. *Canada Diseases Weekly Report*, 12-14, 57-8.
- Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). (2012). *Résumé de l'analyse des risques et maîtrise des points critiques (HACCP)*. Consulté sur le site: <<https://inspection.canada.ca/salubrite-alimentaire-pour-l-industrie/directives-archivées-sur-les-aliments/systemes-de-production-d-aliments-salubres/modeles-generiques-de-haccp-et-des-documents-d-ori/guide-chocolat-moule/fra/1362163599079/1362164529664?chap=15>>
- Ahern, M., Kovats, R. S., Wilkinson, P., Few, R., et Matthies, F. (2005). Global health impacts of floods: epidemiologic evidence. *Epidemiologic reviews*, 27, 36–46. <<https://doi.org/10.1093/epirev/mxi004>>
- Alderman, K., Turner, L. R., et Tong, S. (2012). Floods and human health: a systematic review. *Environment international*, 47, 37–47. <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2012.06.003>>
- Alexander, J., Benford, D., Cockburn, A., Cravedi, J., Dogliotti, E., Di Domenico, A., ... Verger, P. (2009). Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on Marine Biotoxins in Shellfish – Saxitoxin Group. *The EFSA Journal*, 7(4), 1-76. <<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1019>>
- Alfieri, L., Salamon, P., Pappenberger, F., Wetterhall, F., et Thielen, J. (2012). Operational early warning systems for water-related hazards in Europe. *Environmental Science et Policy*, 21, 35-49.
- Anderson, D. M., Richlen, M. L., et Lefebvre, K. A. (2019). Harmful Algal Blooms in the Arctic. In E. Osborne, J. Richter-Menge, et M. Jeffries (Eds.), *Arctic Report Card: Update for 2018*. Consulté sur le site: <<https://arctic.noaa.gov/Report-Card/Report-Card-2018/ArtMid/7878/ArticleID/789/Harmful-Algal-Blooms-in-the-Arctic>>
- Andrey, J., Kertland, P., et Warren, F. J. (2014). Infrastructure hydraulique et infrastructure de transport. Dans F. J. Warren, et D. S. Lemmen (éds.), *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*. Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario).
- Aramini, J., McLean, M., Wilson, J., Holt, J., Copes, R., Allen, B., et Sears, W. (2000). Drinking water quality and health-care utilization for gastrointestinal illness in greater Vancouver. *Canada Communicable Disease Report = Relevé des Maladies Transmissibles au Canada*, 26(24), 211–214.
- Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). (2015). *AMAP Assessment 2015: Human Health in the Arctic*. Oslo, Norway.
- Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). (2017). *Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA) 2017*. Oslo, Norway.
- Ashbolt, N. J. (2015). Microbial Contamination of Drinking Water and Human Health from Community Water Systems. *Current Environmental Health Reports*, 2(1), 95–106. <[DOI:10.1007/s40572-014-0037-5](https://doi.org/10.1007/s40572-014-0037-5)>
- Assemblée des Premières Nations (APN). (2013). *Strategy to protect and advance Indigenous water rights*. Ottawa, ON. Consulté sur le site: <<https://www.afn.ca/uploads/files/water/firsnationswaterstrategy.pdf>>
- Auld, H., MacIver, D., et Klaassen, J. (2004). Heavy rainfall and waterborne disease outbreaks: the Walkerton example. *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A*, 67(20-22), 1879–1887. <<https://doi.org/10.1080/15287390490493475>>
- Autixier, L., Mailhot, A., Bolduc, S., Madoux-Humery, A. S., Galarneau, M., Prévost, M., et Dorner, S. (2014). Evaluating rain gardens as a method to reduce the impact of sewer overflows in sources of drinking water. *The Science of the Total Environment*, 499, 238–247. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.08.030>>
- Azuma, K., Ikeda, K., Kagi, N., Yanagi, U., Hasegawa, K., et Osawa, H. (2014). Effects of water-damaged homes after flooding: health status of the residents and the environmental risk factors. *International Journal of Environmental Health Research*, 24(2), 158–175. <<https://doi.org/10.1080/09603123.2013.800964>>
- Bäckström M. (2003). Grassed swales for stormwater pollution control during rain and snowmelt. *Water Science and Technology : a Journal of the International Association on Water Pollution Research*, 48(9), 123–132.
- Baker-Austin, C., Trinanes, J. A., Taylor, N. G. H., Hartnell, R., Siitonen, A., Martinez-Urtaza, J. (2013). Emerging *Vibrio* risk at high latitudes in response to ocean warming. *Nature Climate Change*, 3, 73-77. <<https://doi.org/10.1038/nclimate1628>>
- Bakker, K., et Cook, C. (2011). Water governance in Canada: Innovation and fragmentation. *Water Resources Development*, 27(02), 275-289.
- Banerjee, S. K., Rutley, R., et Bussey, J. (2018). Diversity and Dynamics of the Canadian Coastal *Vibrio* Community: an Emerging Trend Detected in the Temperate Regions. *Journal of Bacteriology*, 200(15), e00787-17. <<https://doi.org/10.1128/JB.00787-17>>
- Bell, J. (2019). Iqaluit seeks new emergency fix for another looming water shortage. *Nunatsiaq News*. Consulté sur le site: <<https://nunatsiaq.com/stories/article/iqaluit-seeks-new-emergency-fix-for-another-looming-water-shortage/>>

- Bellou, M., Kokkinos, P., et Vantarakis, A. (2013). Shellfish-borne viral outbreaks: a systematic review. *Food and Environmental Virology*, 5(1), 13–23. <<https://doi.org/10.1007/s12560-012-9097-6>>
- Berner, J., Brubaker, M., Revitch, B., Kreummel, E., Tcheripanoff, M., et Bell, J. (2016). Adaptation in Arctic circumpolar communities: food and water security in a changing climate. *International Journal of Circumpolar Health*, 75, 33820. <<https://doi.org/10.3402/ijch.v75.33820>>
- Berry, P., Clarke, K., Fleury, M. D. et Parker, S. (2014a). Santé humaine. Dans F. J. Warren, et D. S. Lemmen (éds.), *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation* (pp. 191-232). Ressources naturelles Canada, Ottawa(Ontario). Consulté sur le site: <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.rncan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Chapitre7-Sante-humaine_Fra.pdf>
- Berry, P., Enright, P. M., Shumake-Guillemot, J., Villalobos Prats, E., et Campbell-Lendrum, D. (2018). Assessing Health Vulnerabilities and Adaptation to Climate Change: A Review of International Progress. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2626. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15122626>>
- Berry, P., Paterson, J., et Buse, C. (2014b). *Assessment of vulnerability to the health impacts of climate change in Middlesex-London*. London, ON: Middlesex-London Health Unit. Consulté sur le site: <<https://www.healthunit.com/climate-change>>
- Bertuzzo, E., Mari, L., Righetto, L., Gatto, M., Casagrandi, R., Rodriguez-Iturbe, I., et Rinaldo, A. (2012). Hydroclimatology of dual-peak annual cholera incidence: Insights from a spatially explicit model. *Geophysical Research Letters*, 39(5). doi: 10.1029/2011GL050723.
- Bharadwaj, L., et Bradford, L. (2018). Indigenous water poverty: Impacts beyond physical health. In H. Exner-Pirot, B. Norbye, et L. Butler (Eds.), *Northern and Indigenous health and healthcare*. Saskatoon, SK: University of Saskatchewan.
- Bigham, M., Galanis, E., Gustafson, R., Hoang, L., Louie, K., Faremo, A., McIntyre, L., Isaac-Renton, J., Daly, P., Gustafson, L., Wong, B., Chong, S., Stone, J., et Rodriguez-Maynez, L. (2008). *Re-emergence of Pathogenic Vibrio Vulnificus on the Pacific Northwest Coast in 2007*. Vancouver, BC: Association of Medical Microbiology and Infectious Disease Canada. Consulté sur le site: <<http://www.cacmid.ca/wp-content/uploads/2008finalprogram1.pdf>>
- BluePlan Engineering. (2019). *Bulletin de rendement des infrastructures canadiennes de 2019: Suivi de l'état des infrastructures publiques essentielles du Canada*. Consulté sur le site: <<http://canadianinfrastructure.ca/downloads/bulletin-rendement-infrastructures-canadiennes-2019.pdf>>
- Boholm, Å., et Prutzer, M. (2017). Experts' understandings of drinking water risk management in a climate change scenario. *Climate Risk Management*, 16, 133–144. doi:10.1016/j.crm.2017.01.003
- Bonsal, B. R., Peters, D. L., Seglenieks, F., Rivera, A., et Berg, A. (2019). Évolution de la disponibilité de l'eau douce au Canada. Dans *Rapport sur le climat changeant du Canada*, E. Bush et D.S. Lemmen (éds.), (p. 261–342). Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario).
- Botana, L. M. (2016). Toxicological Perspective on Climate Change: Aquatic Toxins. *Chemical Research in Toxicology*, 29(4), 619–625. <<https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.6b00020>>
- Brettle, M., Berry, P., Paterson, J., et Yasvinski, G. (2015). Determining Canadian water utility preparedness for the impacts of climate change. *Change and Adaptation in Socio-Ecological Systems*, 2(1). doi: 10.1515/cass-2015-0024.
- British Columbia Centre for Disease Control (BC CDC). (2020). *Vibrio parahaemolyticus*. Consulté sur le site: <<http://www.bccdc.ca/health-info/diseases-conditions/vibrio-parahaemolyticus>>
- Britton, E., Hales, S., Venugopal, K., et Baker, M. G. (2010). Positive association between ambient temperature and salmonellosis notifications in New Zealand, 1965–2006. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 34(2), 126-129. doi:10.1111/j.1753-6405.2010.00495.x
- Burkhardt, W., 3rd, et Calci, K. R. (2000). Selective accumulation may account for shellfish-associated viral illness. *Applied and environmental microbiology*, 66(4), 1375–1378. <<https://doi.org/10.1128/AEM.66.4.1375-1378.2000>>
- Bush, E., et Lemmen, D. (éds.). (2019). *Rapport sur le climat changeant du Canada*. Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario). Consulté sur le site: <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.rncan.gc.ca/files/energy/Climate-change/pdf/RCCC_FULLREPORT-FR-FINAL.pdf>
- Campos, C. J., et Lees, D. N. (2014). Environmental transmission of human noroviruses in shellfish waters. *Applied and Environmental Microbiology*, 80(12), 3552–3561. <<https://doi.org/10.1128/AEM.04188-13>>
- Canadian Broadcasting Corporation (CBC). (2012). Shellfish harvesting banned off most of N.S. *CBC News*. Consulté sur le site: <<https://www.cbc.ca/news/canada/nova-scotia/shellfish-harvesting-banned-off-most-of-n-s-1.1138561>>
- Canadian Broadcasting Corporation (CBC). (2019). Officials Offer Food Safety Advice as Herring egg Harvest Opens on Vancouver Island. *CBC News*. Consulté sur le site: <<https://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/herring-egg-harvest-vancouver-island-food-safety-1.5039174>>



- Carmichael, W. W., et Boyer, G. L. (2016). Health impacts from cyanobacteria harmful algae blooms: Implications for the North American Great Lakes. *Harmful Algae*, 54, 194–212. doi:10.1016/j.hal.2016.02.00.
- Canadian Council of Professional Engineers (CCPE). (2008). *Adapting to Climate Change: Canada's First National Engineering Vulnerability Assessment of Public Infrastructure*. Canadian Council of Professional Engineers. Consulté sur le site: <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2020/12/adapting_to_climate_change_report_final.pdf>
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) et United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR). (2015). *The Human Cost of Weather Related Disasters 1995–2015*. Geneva, Switzerland. Consulté sur le site: <https://www.preventionweb.net/files/46796_cop21weatherdisastersreport2015.pdf>
- Charrois J. W. (2010). Private drinking water supplies: challenges for public health. *Canadian Medical Association Journal = Journal de l'Association Médicale Canadienne*, 182(10), 1061–1064. <<https://doi.org/10.1503/cmaj.090956>>
- Charron, D., Thomas, M., Waltner-Toews, D., Aramini, J., Edge, T., Kent, R., Maarouf, A., et Wilson, J. (2004). Vulnerability of waterborne diseases to climate change in Canada: a review. *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A*, 67(20-22), 1667–1677. <<https://doi.org/10.1080/15287390490492313>>
- Chhetri, B. K., Takaro, T. K., Balshaw, R., Otterstatter, M., Mak, S., Lem, M., Zubel, M., Lysyshyn, M., Clarkson, L., Edwards, J., Fleury, M. D., Henderson, S. B., et Galanis, E. (2017). Associations between extreme precipitation and acute gastrointestinal illness due to cryptosporidiosis and giardiasis in an urban Canadian drinking water system (1997-2009). *Journal of Water and Health*, 15(6), 898–907. <<https://doi.org/10.2166/wh.2017.100>>
- Clean Water Program. (2020). *Clean Water Program*. Consulté sur le site: <<https://www.cleanwaterprogram.ca/>>
- Comité permanent de la défense nationale du parlement du Canada. (2019). *Le rôle du Canada dans les opérations de paix internationales et la résolution des conflits: Rapport du Comité permanent de la défense nationale*. Consulté sur le site: <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.873691/publication.html>>
- Commission mixte internationale (CMI). (2017). *Human Health Effects of Cyanobacterial Toxins in the Great Lakes Region: A Science and Monitoring Assessment*. Consulté sur le site: <<https://www.ijc.org/sites/default/files/2019-04/HPABAlgalBloomFinal.pdf>>
- Compton, M., Willis, S., Rezaie, B., et Humes, K. (2018). Food processing industry energy and water consumption in the Pacific Northwest. *Innovative Food Science et Emerging Technologies*, 47, 371-383.
- Conservation Ontario. (n.d.). *History of Conservation Authorities*. Consulté sur le site: <<https://conservationontario.ca/conservation-authorities/about-conservation-authorities/history-of-conservation-authorities>>
- Cook, A., Lowther, J., Price-Hayward, M., Lee, R. (2009). *Spatial and temporal pattern of norovirus contamination in a Pacific oyster fishery* (P. Lassus, Ed.). Seventh International Conference on Molluscan Shellfish Safety. Nantes, France.
- Cook, C., Gavin, H., Berry, P., Guillod, B., Lange, B., Rey Vicario, D., et Whitehead, P. (2017). *Drought planning in England: a primer*. Environmental Change Institute.
- Cook, D. W., Bowers, J. C., et DePaola, A. (2002). Density of total and pathogenic (tdh+) *Vibrio parahaemolyticus* in Atlantic and Gulf coast molluscan shellfish at harvest. *Journal of Food Protection*, 65(12), 1873–1880. <<https://doi.org/10.4315/0362-028x-65.12.1873>>
- Corso, P. S., Kramer, M. H., Blair, K. A., Addiss, D. G., Davis, J. P., et Haddix, A. C. (2003). Costs of Illness in the 1993 Waterborne Cryptosporidium Outbreak, Milwaukee, Wisconsin. *Emerging Infectious Diseases*, 9(4), 426-431. <<https://doi.org/10.3201/eid0904.020417>>
- Cowichan Watershed Board (CWB). (2018). *Governance Manual – Version 3*. Consulté sur le site: <<https://cowichanwatershedboard.ca/wp-content/uploads/2019/08/CWB-Gov-Manual-Version3-Sept-24-2018.pdf>>
- Curriero, F. C., Patz, J. A., Rose, J. B., et Lele, S. (2001). The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948-1994. *American Journal of Public Health*, 91(8), 1194–1199. <<https://doi.org/10.2105/ajph.91.8.1194>>
- Curry, C. L., Islam, S. U., Zwiers, F. W., et Déry, S. J. (2019). Atmospheric Rivers Increase Future Flood Risk in Western Canada's Largest Pacific River. *Geophysical Research Letters*, 46(3), 1651-1661. <<https://doi.org/10.1029/2018GL080720>>
- Curtis, P., et Gillis, H. (Eds.). (2016). *Annual Report Fort McMurray Waterworks System Approval*. Edmonton, AB: Alberta Environment and Parks.
- Daley, K., Castleden, H., Jamieson, R., Furgal, C., et Ell, L. (2014). Municipal water quantities and health in Nunavut households: an exploratory case study in Coral Harbour, Nunavut, Canada. *International journal of circumpolar health*, 73(1), 23843.
- Daley, K., Hansen, L. T., Jamieson, R. C., Hayward, J. L., Piorkowski, G. S., Krkosek, W.,... et Corriveau, E. (2018). Chemical and microbial characteristics of municipal drinking water supply systems in the Canadian Arctic. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(33), 32926-32937.



- Dancause, K. N., Veru, F., Andersen, R. E., Laplante, D. P., et King, S. (2013). Prenatal stress due to a natural disaster predicts insulin secretion in adolescence. *Early Human Development*, 89(9), 773–776. <<https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2013.06.006>>
- Deeds, J. R., Wiles, K., Heideman, G. B., 6th, White, K. D., et Abraham, A. (2010). First U.S. report of shellfish harvesting closures due to confirmed okadaic acid in Texas Gulf coast oysters. *Toxicon : official Journal of the International Society on Toxinology*, 55(6), 1138–1146. <<https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2010.01.003>>
- Delpla, I., Jung, A.-V., Baures, E., Clement, M., et Thomas, O. (2009). Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production. *Environment International*, 35(8), 1225–1233. doi: 10.1016/j.envint.2009.07.001
- DePaola, A., Jones, J. L., Woods, J., Burkhardt, W., 3rd, Calci, K. R., Krantz, J. A., Bowers, J. C., Kasturi, K., Byars, R. H., Jacobs, E., Williams-Hill, D., et Nabe, K. (2010). Bacterial and viral pathogens in live oysters: 2007 United States market survey. *Applied and Environmental Microbiology*, 76(9), 2754–2768. <<https://doi.org/10.1128/AEM.02590-09>>
- Derksen, C., Burgess, D., Duguay, C., Howell, S., Mudryk, L., Smith, S., Thackeray, C., et Kirchmeier-Young, M. (2019). Évolution de la neige, de la glace et du pergélisol à l'échelle du Canada. Dans *Rapport sur le climat changeant du Canada*, E. Bush et D. S. Lemmen (éd.), (p.194–260). Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario).
- De Roos, A. J., Gurian, P. L., Robinson, L. F., Rai, A., Zakeri, I., et Kondo, M. C. (2017). Review of Epidemiological Studies of Drinking-Water Turbidity in Relation to Acute Gastrointestinal Illness. *Environmental Health Perspectives*, 125(8), 086003. <<https://doi.org/10.1289/EHP1090>>
- Dickson, S., Webber, S., et Takaro, T. K. (2014). *Preparing BC for Climate Migration*. Vancouver, BC: Canadian Centre for Policy Alternatives. Consulté sur le site: <https://www.policyalternatives.ca/sites/default/files/uploads/publications/BC%20Office/2014/11/ccpa-bc_ClimateMigration_web.pdf>
- Doocy, S., Daniels, A., Packer, C., Dick, A., et Kirsch, T. D. (2013). The human impact of earthquakes: a historical review of events 1980-2009 and systematic literature review. *PLoS currents*, 5, ecurrents.dis.67bd14fe457f1db0b5433a8ee20fb833. <<https://doi.org/10.1371/currents.dis.67bd14fe457f1db0b5433a8ee20fb833>>
- Doyle, A., Barataud, D., Gallay, A., Thiolet, J. M., Le Guyaguer, S., Kohli, E., et Vaillant, V. (2004). Norovirus foodborne outbreaks associated with the consumption of oysters from the Etang de Thau, France, December 2002. *Euro Surveillances : Bulletin Européen sur les Maladies Transmissibles = European Communicable Disease Bulletin*, 9(3), 24–26. <<https://doi.org/10.2807/esm.09.03.00451-en>>
- Ebi, K., Anderson, V., Berry, P., Paterson, J., et Yusa, A. (2016). *Directives de l'Ontario relatives à l'évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation de la santé face au changement climatique*. Toronto, Ontario: Ministère de la Santé et des Soins de longue durée de l'Ontario Direction des politiques et des programmes de santé publique.
- Edwards, B., Gray, M., et Hunter, B. (2015). The Impact of Drought on Mental Health in Rural and Regional Australia. *Social Indicators Research*, 121, 177–194. doi:10.1007/s11205-014-0638-2
- Emelko, M.B., Silins, U., Bladon, K.D., et Stone, M. (2011). Implications of land disturbance on drinking water treatability in a changing climate: Demonstrating the need for “source water supply and protection” strategies. *Water Research*, 45(2), 461–472.
- Emelko, M. B., Stone, M., Silins, U., Allin, D., Collins, A. L., Williams, C. H., Martens, A. M., et Bladon, K. D. (2016). Sediment-phosphorus dynamics can shift aquatic ecology and cause downstream legacy effects after wildfire in large river systems. *Global Change Biology*, 22(3), 1168–1184. <<https://doi.org/10.1111/gcb.13073>>
- Environnement et changement climatique Canada (ECCC). (2016). *Législation et gouvernance de l'eau : une responsabilité partagée* Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eau-aperçu/legislation-gouvernance/responsabilite-partagee.html>>
- Etheridge S. M. (2010). Paralytic shellfish poisoning: seafood safety and human health perspectives. *Toxicon : Official Journal of the International Society on Toxinology*, 56(2), 108–122. <<https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2009.12.013>>
- Feldhusen F. (2000). The role of seafood in bacterial foodborne diseases. *Microbes and Infection*, 2(13), 1651–1660. <[https://doi.org/10.1016/s1286-4579\(00\)01321-6](https://doi.org/10.1016/s1286-4579(00)01321-6)>
- Finnis, S., Krstic, N., McIntyre, L., Nelson, T. A., et Henderson, S. B. (2017). Spatiotemporal patterns of paralytic shellfish toxins and their relationships with environmental variables in British Columbia, Canada from 2002 to 2012. *Environmental Research*, 156, 190–200. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.03.012>>
- Ford, J. D., Berrang-Ford, L., King, M., et Furgal, C. (2010). Vulnerability of Aboriginal health systems in Canada to climate change. *Global Environmental Change*, 20(4), 668-680.
- Ford, J. D., Gough, W. A., Laidler, G. J., Macdonald, J., Irngaut, C., et Grunnet, K. (2009). Sea ice, climate change, and community vulnerability in northern Foxe Basin, Canada. *Climate research*, 38(2), 137-154.
- Fyfe, M., Yeung, S. T., Daly, P., Schallie, K., Kelly, M. T., et Buchanan, S. (1997). Outbreak of *Vibrio parahaemolyticus* related to raw oysters in British Columbia. *Canada Communicable Disease Report = Relevé des Maladies Transmissibles au Canada*, 23(19), 145–148.

- Galanis, E., Mak, S., Otterstatter, M., Taylor, M., Zubel, M., Takaro, T. K., Kuo, M., et Michel, P. (2014). The association between campylobacteriosis, agriculture and drinking water: a case-case study in a region of British Columbia, Canada, 2005-2009. *Epidemiology and Infection*, 142(10), 2075-2084. <<https://doi.org/10.1017/S095026881400123X>>
- Galway, L. P., Allen, D. M., Parkes, M. W., et Takaro, T. K. (2014). Seasonal variation of acute gastro-intestinal illness by hydroclimatic regime and drinking water source: a retrospective population-based study. *Journal of Water and Health*, 12(1), 122-135. <<https://doi.org/10.2166/wh.2013.105>>
- Gargano, J. W., Freeland, A. L., Morrison, M. A., Stevens, K., Zajac, L., Wolkon, A., Hightower, A., Miller, M. D., et Brunkard, J. M. (2015). Acute gastrointestinal illness following a prolonged community-wide water emergency. *Epidemiology and Infection*, 143(13), 2766-2776. <<https://doi.org/10.1017/S0950268814003501>>
- Gascon, M., Zijlema, W., Vert, C., White, M. P., et Nieuwenhuijsen, M. J. (2017). Outdoor blue spaces, human health and well-being: A systematic review of quantitative studies. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220(8), 1207-1221. <<https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.08.004>>
- Genivar. (2007). *City of Portage La Prairie water resources infrastructure assessment phase II- pilot study*. Consulté sur le site: <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2007/11/City-of-Portage-la-Prairie_Final-Report.pdf>
- George, J. (2019). City of Iqaluit says climate change is contributing to its water pipe woes. *Nunatsiaq News*. Consulté sur le site: <<https://nunatsiaq.com/stories/article/city-of-iqaluit-says-climate-change-is-contributing-to-its-water-pipe-woes/>>
- Gérin-Lajoie, J., Herrmann, T. M., MacMillan, G. A., Hébert-Houle, É., Monfette, M., Rowell, J. A., ... Dedieu, J. P. (2018). IMALIRIJIT: a community-based environmental monitoring program in the George River watershed, Nunavik, Canada. *Écoscience*, 25(4), 381-399.
- Gleick, P., Iceland, C., et Trivedi, A. (2020). *Ending Conflicts over Water*. World Resources Institute. Consulté sur le site: <<https://files.wri.org/d8/s3fs-public/ending-conflicts-over-water.pdf>>
- Glibert, P. M., Icarus Allen, J., Artioli, Y., Beusen, A., Bouwman, L., Harle, J., Holmes, R., et Holt, J. (2014). Vulnerability of coastal ecosystems to changes in harmful algal bloom distribution in response to climate change: projections based on model analysis. *Global Change Biology*, 20(12), 3845-3858. <<https://doi.org/10.1111/gcb.12662>>
- Gobler, C. J., Doherty, O. M., Hattenrath-Lehmann, T. K., Griffith, A. W., Kang, Y., et Litaker, R. W. (2017). Ocean warming since 1982 has expanded the niche of toxic algal blooms in the North Atlantic and North Pacific oceans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(19), 4975-4980. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1619575114>>
- Goldhar, C., Bell, T., et Wolf, J. (2013a). Rethinking existing approaches to water security in remote communities: an analysis of two drinking water systems in Nunatsiavut, Labrador, Canada. *Water Alternatives*, 6(3), 462.
- Goldhar C., Bell T., et Wolf J. (2013b). Vulnerability to Freshwater Changes in the Inuit Settlement Region of Nunatsiavut, Labrador: A Case Study from Rigolet. *ARCTIC*, 67(1), 1-133. <<https://doi.org/10.14430/arctic4365>>
- Gomph, S. G., et Garcia, C. (2019). Lethal encounters: The evolving spectrum of amoebic meningoencephalitis. *IDCases*, 15, e00524. <<https://doi.org/10.1016/j.idcr.2019.e00524>>
- Gouvernement du Canada. (2020). *ADAPTATIONSanté*. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/programmes/adaptation-sante.html>>
- Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest (GTNO). (2016). *Stratégie sur la gestion des eaux des TNO: plan d'action 2016 à 2020*. Consulté sur le site: <https://www.enr.gov.nt.ca/fr/services/gestion-et-suivi-de-leau/gestion-des-eaux-aux-tno/#_msocom_1>
- Grattan, L. M., Boushey, C. J., Liang, Y., Lefebvre, K. A., Castellon, L. J., Roberts, K. A., Toben, A. C., et Morris, J. G. (2018). Repeated Dietary Exposure to Low Levels of Domoic Acid and Problems with Everyday Memory: Research to Public Health Outreach. *Toxins*, 10(3), 103. <https://doi.org/10.3390/toxins10030103>
- Greck and Associates Limited. (2018). *MVCA Gorrie Dam Future Plans Study*. Prepared for Maitland Valley Conservation Authority. Consulté sur le site: <<http://www.mvca.on.ca/wp-content/uploads/2018/11/Gorrie-Dam-Future-Plans-Study-Nov.-2018.pdf>>
- Grey Bruce Health Unit. (2017). *Climate Change and Public Health in Grey Bruce Health Unit: Current conditions and future projections*. Owen Sound, ON: Grey Bruce Health Unit. Consulté sur le site: <https://www1.publichealthgreybruce.on.ca/Portals/0/Topics/Healthy_Environments/Climate%20Change%20in%20GBHU%20-%20Report%20%282017%29.pdf>
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2014). *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of working group II to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, et L. L. White, Eds.). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Guehlstorf, N., et Hallstrom, L. K. (2012). Environmental Reviews and Case Studies: Participatory Watershed Management: A Case Study from Maritime Canada. *Environmental Practice*, 14(2), 143-153.



- Haley, B. J., Kokashvili, T., Tskshvediani, A., Janelidze, N., Mitaishvili, N., Grim, C. J., Constantin de Magny, G., Chen, A. J., Taviani, E., Eliashvili, T., Tediashvili, M., Whitehouse, C. A., Colwell, R. R., et Huq, A. (2014). Molecular diversity and predictability of *Vibrio parahaemolyticus* along the Georgian coastal zone of the Black Sea. *Frontiers in Microbiology*, 5, 45. <<https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00045>>
- Hallema, D. W., Robinne, F. N., et Bladon, K. D. (2018). Reframing the challenge of global wildfire threats to water supplies. *Earth's Future*, 6(6), 772-776.
- Harper, A. R., Doerr, S. H., Santin, C., Froyd, C. A., et Sinnadurai, P. (2018). Prescribed fire and its impacts on ecosystem services in the UK. *The Science of the total Environment*, 624, 691–703. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.161>>
- Harper, S. L., Edge, V. L., Schuster-Wallace, C. J., Berke, O., et McEwen, S. A. (2011). Weather, water quality and infectious gastrointestinal illness in two Inuit communities in Nunatsiavut, Canada: potential implications for climate change. *EcoHealth*, 8(1), 93–108. <<https://doi.org/10.1007/s10393-011-0690-1>>
- Henstra, D., et Thistlethwaite, J. (2017). *Flood Risk Management: What Is the Role for the Government of Canada?* Centre for International Governance Innovation. Consulté sur le site: <https://www.cigionline.org/sites/default/files/documents/Policy%20Brief%20No.103_0.pdf>
- Heymann, D. (Ed.). (2015). *Control of Communicable Diseases Manual* (20th ed.). Washington, DC: APHA Press.
- Hilborn, E. D., et Beasley, V. R. (2015). One health and cyanobacteria in freshwater systems: animal illnesses and deaths are sentinel events for human health risks. *Toxins*, 7(4), 1374–1395. <<https://doi.org/10.3390/toxins7041374>>
- Hori, Y., Cheng, V. Y., Gough, W. A., Jien, J. Y., et Tsuji, L. J. (2018). Implications of projected climate change on winter road systems in Ontario's Far North, Canada. *Climatic Change*, 148(1-2), 109-122.
- Hovelsrud, G. K., Poppel, B., van Oort, B., et Reist, J. D. (2011). Arctic Societies, Cultures, and Peoples in a Changing Cryosphere. *Ambio*, 40(Suppl 1), 100–110. <<https://doi.org/10.1007/s13280-011-0219-4>>
- Hrudey, S. E., et Hrudey, E. (2004). *Safe Drinking Water: Lessons from Recent Outbreaks in Affluent Nations*. London, United Kingdom: IWA Publishing.
- Hrudey, S. E., Payment, P., Huck, P. M., Gillham, R. W., et Hrudey, E. J. (2003). A fatal waterborne disease epidemic in Walkerton, Ontario: comparison with other waterborne outbreaks in the developed world. *Water science and technology : a journal of the International Association on Water Pollution Research*, 47(3), 7–14.
- Hulin, M., Simoni, M., Viegi, G., et Annesi-Maesano, I. (2012). Respiratory health and indoor air pollutants based on quantitative exposure assessments. *The European Respiratory Journal*, 40(4), 1033–1045. <<https://doi.org/10.1183/09031936.00159011>>
- Hunter, P. R., et Thompson, R. C. (2005). The zoonotic transmission of *Giardia* and *Cryptosporidium*. *International Journal for Parasitology*, 35(11-12), 1181–1190. <<https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2005.07.009>>
- Il Jeong, D., et Sushama, L. (2018). Rain-on-snow events over North America based on two Canadian regional climate models. *Climate Dynamics*, 50(1-2), 303–316. doi:10.1007/s00382-017-3609-x
- Inuit Tapiriit Kanatami (ITK). (2019). Stratégie nationale inuite sur les changements climatiques. Consulté sur le site: <https://www.itk.ca/wp-content/uploads/2019/05/ITK_Climate-Change-Strategy_French-Online.pdf>
- Jagai, J. S., Griffiths, J. K., Kirshen, P. K., Webb, P., et Naumova, E. N. (2012). Seasonal patterns of gastrointestinal illness and streamflow along the Ohio River. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9(5), 1771–1790. <<https://doi.org/10.3390/ijerph9051771>>
- Jalliffier-Verne, I., Leconte, R., Huaranga-Alvarez, U., Madoux-Humery, A. S., Galarneau, M., Servais, P., Prévost, M., et Dorner, S. (2015). Impacts of global change on the concentrations and dilution of combined sewer overflows in a drinking water source. *The Science of the Total Environment*, 508, 462–476. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.11.059>>
- Jung, Y., Jang, H., et Matthews, K. R. (2014). Effect of the food production chain from farm practices to vegetable processing on outbreak incidence. *Microbial Biotechnology*, 7(6), 517–527. <<https://doi.org/10.1111/1751-7915.12178>>
- Kang, D. H., Shi, X., Gao, H., Déry, S. J. (2014). On the changing contribution of snow to the hydrology of the Fraser River Basin, Canada. *Journal of Hydrometeorology*, 15(4), 1344-1365.
- Kapos, V., Wicander, S., Salvaterra, T., Dawkins, K., et Hicks, C. (2019). *The Role of the Natural Environment in Adaptation, Background Paper for the Global Commission on Adaptation*. Washington, DC: Global Commission on Adaptation.
- Kelly, M. T. (1991). Pathogenic Vibrionaceae in patients and the environment. *Undersea Biomedical Research*, 18(3), 193-6.
- Khaira, G., et Galanis, E. (2007). Descriptive epidemiology of *Vibrio parahaemolyticus* and other *Vibrio* species infections in British Columbia: 2001-2006. *Canada Communicable Disease Report = Relevé des Maladies Transmissibles au Canada*, 33(11), 12–22.
- Khan, S. J., Deere, D., Leusch, F. D., Humpage, A., Jenkins, M., et Cunliffe, D. (2015). Extreme weather events: Should drinking water quality management systems adapt to changing risk profiles?. *Water research*, 85, 124–136. <<https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.08.018>>



- Kim, S., Chu, K. H., Al-Hamadani, Y. A. J., Park, C. M., Jang, M., Kim, D.-H., Yu, M., Heo, J., Yoon, Y. (2018). Removal of contaminants of emerging concern by membranes in water and wastewater: A review. *Chemical Engineering Journal*, 335(1), 896–914. doi:10.1016/j.cej.2017.11.044
- Kinney, P. L., Matte, T., Knowlton, K., Madrigano, J., Petkova, E., Weinberger, K., Quinn, A., Arend, M., et Pullen, J. (2015). New York City Panel on Climate Change 2015 Report. Chapter 5: Public health impacts and resiliency. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1336, 67–88. <<https://doi.org/10.1111/nyas.12588>>
- Kirby, R. M., Bartram, J., et Carr, R. (2003). Water in food production and processing: quantity and quality concerns. *Food Control*, 14(5), 283-299.
- Klassen, J., et Allen, D. M. (2017). Assessing the risk of saltwater intrusion in coastal aquifers. *Journal of Hydrology*, 551, 730–745. doi:10.1016/j.jhydrol.2017.02.044
- Kleywegt, S., Pileggi, V., Yang, P., Hao, C., Zhao, X., Rocks, C., Thach, S., Cheung, P., et Whitehead, B. (2011). Pharmaceuticals, hormones and bisphenol A in untreated source and finished drinking water in Ontario, Canada—occurrence and treatment efficiency. *The Science of the Total Environment*, 409(8), 1481–1488. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.01.010>>
- Konrad, S., Paduraru, P., Romero-Barrios, P., Henderson, S. B., et Galanis, E. (2017). Remote sensing measurements of sea surface temperature as an indicator of *Vibrio parahaemolyticus* in oyster meat and human illnesses. *Environmental Health*, 16(1), 92. <<https://doi.org/10.1186/s12940-017-0301-x>>
- Kovacs, P., et Sandink, D. (2013). *Best Practices for Reducing the Risk of Future Damage to Homes from Riverine and Urban Flooding: A Report on Recovery and Rebuilding in Southern Alberta*. Toronto, ON: Institute for Catastrophic Loss Reduction. Consulté sur le site: <http://www.iclr.org/images/Alberta_flood_risk_2013_PDF.pdf>
- Kovats, R. S., et Akhtar, R. (2008). Climate, climate change and human health in Asian cities. *Environment and Urbanization*, 20(1), 165–175. doi:10.1177/0956247808089154
- Lake, I. R., Bentham, G., Kovats, R. S., et Nichols, G. L. (2005). Effects of weather and river flow on cryptosporidiosis. *Journal of Water and Health*, 3(4), 469–474. <<https://doi.org/10.2166/wh.2005.048>>
- Lal, A., Baker, M. G., Hales, S., et French, N. P. (2013). Potential effects of global environmental changes on cryptosporidiosis and giardiasis transmission. *Trends in Parasitology*, 29(2), 83–90. <<https://doi.org/10.1016/j.pt.2012.10.005>>
- Lam, K. L., Stokes-Draut, J. R., Horvath, A., Lane, J. L., Kenway, S. J., et Lant, P. A. (2017). Life-cycle energy impacts for adapting an urban water supply system to droughts. *Water Research*, 127, 139–149. <<https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.10.016>>
- Le Conseil canadien des ministres de l'environnement. (2016). *Synthèse des approches de gestion intégrée par bassin versant au Canada*. Consulté sur le site: <<https://ccme.ca/fr/res/synthesedesapprochesdegestionintegreparsbassinversantaucanada.pdf>>
- Le Guyader, F., Haugarreau, L., Miossec, L., Dubois, E., et Pommepey, M. (2000). Three-year study to assess human enteric viruses in shellfish. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(8), 3241–3248. <<https://doi.org/10.1128/AEM.66.8.3241-3248.2000>>
- Lemmen, D., et Warren, F. (éd.). (2004). *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques: perspective canadienne*. Ressources naturelles Canada, Ottawa (Ontario)
- Levinson, M., Whelan, M., et Butler, A. (2017). *A Changing Climate: Assessing Health Impacts et Vulnerabilities Due to Climate Change within Simcoe Muskoka*. Barrie, ON: Simcoe-Muskoka District Health Unit.
- Levy, B. S., et Sidel, V. W. (2011). Water rights and water fights: preventing and resolving conflicts before they boil over. *American Journal of Public Health*, 101(5), 778–780. <<https://doi.org/10.2105/AJPH.2010.194670>>
- Levy, K., Woster, A. P., Goldstein, R. S., et Carlton, E. J. (2016). Untangling the Impacts of Climate Change on Waterborne Diseases: a Systematic Review of Relationships between Diarrheal Diseases and Temperature, Rainfall, Flooding, and Drought. *Environmental Science et Technology*, 50(10), 4905–4922. <<https://doi.org/10.1021/acs.est.5b06186>>
- Li, H., Li, K., et Zhang, X. (2016). Performance evaluation of Grassed swales for stormwater pollution control. *Procedia Engineering*, 154, 898–910. doi:10.1016/j.proeng.2016.07.481
- Lloyd, E. (2017). *Drought Disaster Planning and Adaptation in Rural British Columbia* [Master's Thesis, Royal Roads University]. Royal Roads University. Consulté sur le site: <<https://viurrspace.ca/handle/10613/5021>>
- Logar-Henderson, C., Ling, R., Tuite, A. R., et Fisman, D. N. (2019). Effects of large-scale oceanic phenomena on non-cholera vibriosis incidence in the United States: implications for climate change. *Epidemiology and Infection*, 147, e243. <<https://doi.org/10.1017/S0950268819001316>>
- Lowe, D., Ebi, K. L., et Forsberg, B. (2013). Factors increasing vulnerability to health effects before, during and after floods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(12), 7015–7067. <<https://doi.org/10.3390/ijerph10127015>>
- Luh, J., Royster, S., Sebastian, D., Ojomo, E., et Bartram, J. (2017). Expert assessment of the resilience of drinking water and sanitation systems to climate-related hazards. *The Science of the Total Environment*, 592, 334–344. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.084>>



- Maalouf, H., Pommepuy, M., et Le Guyader, F. S. (2010). Environmental Conditions Leading to Shellfish Contamination and Related Outbreaks. *Food and Environmental Virology*, 2(3), 136-45.
- MacDougall, L., Majowicz, S., Doré, K., Flint, J., Thomas, K., Kovacs, S., et Sockett, P. (2008). Under-reporting of infectious gastrointestinal illness in British Columbia, Canada: who is counted in provincial communicable disease statistics? *Epidemiology and Infection*, 136(2), 248–256. <<https://doi.org/10.1017/S0950268807008461>>
- Madoux-Humery, A. S., Dorner, S., Sauvé, S., Aboufadi, K., Galarneau, M., Servais, P., et Prévost, M. (2016). The effects of combined sewer overflow events on riverine sources of drinking water. *Water Research*, 92, 218–227. <<https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.12.033>>
- Mann, A. G., Tam, C. C., Higgins, C. D., et Rodrigues, L. C. (2007). The association between drinking water turbidity and gastrointestinal illness: a systematic review. *BMC Public Health*, 7, 256. <<https://doi.org/10.1186/1471-2458-7-256>>
- Martin, D., Bélanger, D., Gosselin, P., Brazeau, J., Furgal, C., et Déry, S. (2007). Drinking water and potential threats to human health in Nunavik: adaptation strategies under climate change conditions. *Arctic*, 195-202.
- Martin, D. A. (2016). At the nexus of fire, water and society. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371, 1696. doi:10.1098/rstb.2015.0172
- Martinez-Urtaza, J., Bowers, J. C., Trinanes, J., et DePaola, A. (2010). Climate anomalies and the increasing risk of Vibrio parahaemolyticus and Vibrio vulnificus illnesses. *Food Research International*, 43(7), 1780-90. <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.04.001>>
- McCabe, R. M., Hickey, B. M., Kudela, R. M., Lefebvre, K. A., Adams, N. G., Bill, B. D., Gulland, F. M., Thomson, R. E., Cochlan, W. P., et Trainer, V. L. (2016). An unprecedented coastwide toxic algal bloom linked to anomalous ocean conditions. *Geophysical Research Letters*, 43(19), 10366–10376. <<https://doi.org/10.1002/2016GL070023>>
- McClearn, M. (2020). Climate change threatens Canada's dams - but who's keeping track? *The Globe and Mail*. Consulté sur le site: <<https://www.theglobeandmail.com/canada/article-climate-change-will-push-canadas-dams-to-their-limits-but-due-to/>>
- McGregor, D. (2012). Traditional knowledge: Considerations for protecting water in Ontario. *International Indigenous Policy Journal*, 3(3), 1-21. <<https://doi.org/10.18584/iipj.2012.3.3.11>>
- McKnight, E. (2017). Characterizing and monitoring the water properties and dynamics of Lhù'àn Mǎn (Kluane Lake), Yukon, in the face of climate change. *ARCTIC*, 70(4), 435-40. doi:10.14430/arctic4692
- McLaughlin, J. B., DePaola, A., Bopp, C. A., Martinek, K. A., Napolilli, N. P., Allison, C. G., Murray, S. L., Thompson, E. C., Bird, M. M., et Middaugh, J. P. (2005). Outbreak of Vibrio parahaemolyticus gastroenteritis associated with Alaskan oysters. *The New England Journal of Medicine*, 353(14), 1463–1470. <<https://doi.org/10.1056/NEJMoa051594>>
- McLeman, R. (2011). *Climate change, migration and critical international security considerations: IOM Migration Research Series*. Geneva, Switzerland: International Organization for Migration. Consulté sur le site: <<https://publications.iom.int/system/files/pdf/mrs42.pdf>>
- McLeman, R. (2019). International migration and climate adaptation in an era of hardening borders. *Nature Climate Change*, 9(12), 911-918. doi:10.1038/s41558-019-0634-2
- Mezzacapo, M., Takaro, T. K., Buckeridge, D., Foldy, S., et Boehme, J. (2018). *Data Challenges for Environmental Factors and Gastrointestinal Illness in Great Lakes Cities*. International Association for Great Lakes Research Annual Meeting 2018.
- Ministère des Pêches et Océans (MPO). (2020). *Marine harmful algal blooms and phycotoxins of concern to Canada*. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 3384. Consulté sur le site: <<https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/4088319x.pdf>>
- Miller, A., Cumming, E., et McIntyre, L. (2018). *Summary Working Group Report of the Environmental Transmission of Norovirus into Oysters*. Vancouver, BC: Environmental Health Services and BC Centre for Disease Control.
- Milly, P. C. D., Betancourt, J., Falkenmark, M., Hirsch, R. M., Kundzewicz, Z. W., Lettenmaier, D. P., et Stouffer, R. J. (2008). Stationarity is dead: Whither water management? *Science*, 319(5863), 573-574. doi:10.1126/science.1151915.
- Moffatt, H., et Struck, S. (2011). *Les éclosions de maladies d'origine hydrique dans les petits réseaux d'alimentation en eau potable au Canada*. Centre de collaboration nationale en santé environnementale. Consulté sur le site: <https://cnse.ca/sites/default/files/WCWC_2012_Eclosions_maladies_hydrique_PREP-Struck.pdf>
- Moore, S. K., Johnstone, J. A., Banas, N. S., et Salathé, E. P. (2015). Present-day and future climate pathways affecting Alexandrium blooms in Puget Sound, WA, USA. *Harmful Algae*, 48, 1–11. <<https://doi.org/10.1016/j.hal.2015.06.008>>
- Moore, S. K., Trainer, V. L., Mantua, N. J., Parker, M. S., Laws, E. A., Backer, L. C., et Fleming, L. E. (2008). Impacts of climate variability and future climate change on harmful algal blooms and human health. *Environmental Health*, 7(Suppl. 2), S4.
- Morris, T., et Brandes, O. M. (2013). *The state of the water movement in British Columbia: a waterscape scan et needs assessment of BC watershed-based groups*. POLIS Project on Ecological Governance, University of Victoria et Real Estate Foundation of British Columbia.



- Morrison, K. D., et Kolden, C. A. (2015). Modeling the impacts of wildfire on runoff and pollutant transport from coastal watersheds to the nearshore environment. *Journal of Environmental Management*, 151, 113–123. <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.12.025>>
- Mudryk, L., Derksen, C., Howell, S., Laliberté, F., Thackeray, C., Sospe - dra-Alfonso, R., Vionnet, V., Kushner, P., et Brown, R. (2018). Canadian snow and sea ice: historical trends and projections. *The Cryosphere*, 12, 1157–1176. doi:10.5194/tc-12-1157-2018
- Murphy, H. M., Thomas, M. K., Medeiros, D. T., McFadyen, S., et Pintar, K. D. M. (2016a). Estimating the number of cases of acute gastrointestinal illness (AGI) associated with Canadian municipal drinking water systems. *Epidemiology and Infection*, 144(7), 1371–1385. <<https://doi.org/10.1017/S0950268815002083>>
- Murphy, H. M., Thomas, M. K., Schmidt, P. J., Medeiros, D. T., McFadyen, S., et Pintar, K. D. (2016b). Estimating the burden of acute gastrointestinal illness due to Giardia, Cryptosporidium, Campylobacter, E. coli O157 and norovirus associated with private wells and small water systems in Canada. *Epidemiology and Infection*, 144(7), 1355–1370. <<https://doi.org/10.1017/S0950268815002071>>
- Naser, A. M., Rahman, M., Unicomb, L., Doza, S., Gazi, M. S., Alam, G. R., Karim, M. R., Uddin, M. N., Khan, G. K., Ahmed, K. M., Shamsudduha, M., Anand, S., Narayan, K., Chang, H. H., Luby, S. P., Gribble, M. O., et Clasen, T. F. (2019). Drinking Water Salinity, Urinary Macro-Mineral Excretions, and Blood Pressure in the Southwest Coastal Population of Bangladesh. *Journal of the American Heart Association*, 8(9), e012007. <<https://doi.org/10.1161/JAHA.119.012007>>
- Nouveau-Brunswick. (2019). *Les résidents touchés par les inondations peuvent demander de l'aide financière pour sinistrés et des paiements anticipés accrus*. Consulté sur le site: <<https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/nouvelles/alerte/alerte.2019.05.0281.html>>
- Newton, A., Kendall, M., Vugia, D. J., Henao, O. L., et Mahon, B. E. (2012). Increasing rates of vibriosis in the United States, 1996-2010: review of surveillance data from 2 systems. *Clinical Infectious Diseases*, 54 Suppl 5(0 5), S391–S395. <<https://doi.org/10.1093/cid/cis243>>
- Ogden, N. H., Lindsay, L. R., Ludwig, A., Morse, A. P., Zheng, H., et Zhu, H. (2019). Weather-based forecasting of mosquito-borne disease outbreaks in Canada. *Canada Communicable Disease Report = Relevé des Maladies Transmissibles au Canada*, 45(5), 127–132. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v45i05a03>>
- Organisation mondiale de la santé. (2013). *Protéger la santé face au changement climatique: évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation*. Genève, Suisse. Consulté sur le site: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/151810>>
- Organisation mondiale de la santé. (2014). *Constitution of the World Health Organization*. Consulté sur le site: <https://www.who.int/governance/eb/who_constitution_en.pdf>
- Organisation mondiale de la santé. (2017). *Climate-resilient water safety plans: managing health risks associated with climate variability and change*. Geneva, Switzerland. Consulté sur le site: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/258722/9789241512794-eng.pdf?sequence=1&e1tisAllowed=y>>
- Ouranos. (2018). *Atlas web de la vulnérabilité de la population québécoise aux aléas climatiques*. Consulté sur le site <<https://atlas-vulnerabilite.ulaval.ca/projet/>>
- Overland, J., Dunlea, E., Box, J. E., Corell, R., Forsius, M., Kattsov, V., Olsen, M. S., Pawlak, J., Reiersen, L. O., et Wang, M. (2018). The urgency of Arctic change. *Polar Science*, 21, 6-13. doi:10.1016/j.polar.2018.11.008
- Paillard, C., Le Roux, F., et Borrego, J. J. (2004). Bacterial disease in marine bivalves, a review of recent studies: trends and evolution. *Aquatic Living Resources*, 17(4), 477-98. <<https://doi.org/10.1051/alr:2004054>>
- Parkes, M. W., Morrison, K. E., Bunch, M. J., Hallström, L. K., Neudoerffer, R. C., Venema, H. D., et Waltner-Toews, D. (2010). Towards integrated governance for water, health and social-ecological systems: The watershed governance prism. *Global Environmental Change*, 20(4), 693-704.
- Parveen, S., Hettiarachchi, K. A., Bowers, J. C., Jones, J. L., Tamplin, M. L., McKay, R., Beatty, W., Brohawn, K., Dasilva, L. V., et Depaola, A. (2008). Seasonal distribution of total and pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* in Chesapeake Bay oysters and waters. *International Journal of Food Microbiology*, 128(2), 354–361. <<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.09.019>>
- Patrick, R. (2018). Adapting to Climate Change through Source Water Protection: Case Studies from Alberta and Saskatchewan, Canada. *International Indigenous Policy Journal*, 9(3). doi:10.18584/iipj.2018.9.3.1
- Perl, T. M., Bédard, L., Kosatsky, T., Hockin, J. C., Todd, E. C., et Remis, R. S. (1990). An outbreak of toxic encephalopathy caused by eating mussels contaminated with domoic acid. *The New England Journal of Medicine*, 322(25), 1775–1780. <<https://doi.org/10.1056/NEJM199006213222504>>
- Pescaroli, G., et Alexander, D. (2018). Understanding compound, interconnected, interacting, and cascading risks: A holistic framework. *Risk Analysis*, 38(11), 2245-2257. <<https://doi.org/10.1111/risa13128>>
- Pick, F. R. (2016). Blooming algae: a Canadian perspective on the rise of toxic cyanobacteria; *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 73(7), 1149–1158. <<https://doi.org/10.1139/cjfas-2015-0470>>

Picketts, I. M., Parkes, M. W., et Déry, S. (2017). Climate change and resource development impacts in watersheds: insights from the Nechako River Basin, Canada. *The Canadian Geographer*, 61(2), 196-211. <<https://doi.org/10.1111/cag.12327>>

Pons, W., Young, I., Truong, J., Jones-Bitton, A., McEwen, S., Pintar, K., et Papadopoulos, A. (2015). A Systematic Review of Waterborne Disease Outbreaks Associated with Small Non-Community Drinking Water Systems in Canada and the United States. *PLoS one*, 10(10), e0141646. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141646>>

Prakash, A., Medcof, J. C., et Tennant, A. D. (1971). *L'intoxication paralysante par les mollusques dans l'est du Canada*. Consulté sur le site: <<https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/26576.pdf>>

Public Sector Digest Inc. (PSD), Réseau canadien de l'eau, Association canadienne des eaux potables et usées, Fédération canadienne des municipalités. (2019). Études de cas: *Utiliser de meilleures données pour cerner les vulnérabilités des infrastructures liées aux changements climatiques dans les collectivités canadiennes*. Consulté sur le site: <<https://cwn-rce.ca/wp-content/uploads/%C3%89tudes-de-cas-Utiliser-de-meilleures-donn%C3%A9es-pour-cerner-les-vuln%C3%A9rabilit%C3%A9s-des-infrastructures-li%C3%A9es-aux-changements-climatiques.pdf>>

Ravel, A., Greig, J., Tinga, C., Todd, E., Campbell, G., Cassidy, M., Marshal, B., et Pollari, F. (2009). Exploring historical Canadian foodborne outbreak data sets for human illness attribution. *Journal of Food Protection*, 72(9), 1963-1976.

Raymond, C. M., Frantzeskaki, N., Kabisch, N., Berry, P., Breil, M., Nita, M. R., Geneletti, D., et Calfapietra, C. (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science et Policy*, 77, 15-24. <<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.008>>

Ressources naturelles Canada (RNC). (2018). *Cadre fédéral de la cartographie des zones inondables*. Consulté sur le site: <https://publications.gc.ca/collections/collection_2019/rncan-rncan/M113-3-1-2018-fra.pdf>

Ressources naturelles Canada (RNC). (2021). *Programme Renforcer la capacité et l'expertise régionales en matière d'adaptation (RCERA)*. Consulté sur le site: <<https://www.rncan.gc.ca/changements-climatiques/impacts-adaptation/programme-renforcer-la-capacite-et-l-expertise-regionales-en-matiere-dadaptation/21325?ga=2.191092138.1879728662.1638861832-432503360.1615390971>>

Rigaud, K. K., de Sherbinin, A., Jones, B., Bergmann, J., Clement, V., Ober, K., Schewe, J., Adamo, S., McCusker, B., Heuser, S., et Midgley, A. (2018). *Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration*. Washington, DC: World Bank. Consulté sur le site: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29461>>

Robinne, F.N., Bladon, K.D., Silins, U., Emelko, M.B., Flannigan, M.D., Parisien, M.A., Wang, X., Kienzle, S.W., et Dupont, D.P. (2019). A Regional-Scale Index for Assessing the Exposure of Drinking-Water Sources to Wildfires. *Forests*, 10(5), 384. <<https://doi.org/10.3390/f10050384>>

Rossi, R. J., et Toran, L. (2019). Exploring the potential for groundwater inundation in coastal US cities due to interactions between sewer infrastructure and global change. *Environmental Earth Sciences*, 78(8), 258. doi:10.1007/s12665-019-8261-9

Sanderson, D., Picketts, I. M., Déry, S. J., Fell, B., Baker, S., Lee-Johnson, E., et Auger, M. (2015). Climate change and water at Stelat-en First Nation, British Columbia, Canada: Insights from western science and traditional knowledge. *The Canadian Geographer*, 59(2), 136-150.

Santé Canada. (2005). *Conseils pour un approvisionnement en eau potable salubre dans les secteurs de compétence fédérale, version 1*. Consulté sur le site: <<https://publications.gc.ca/site/fr/9.642808/publication.html>>

Santé Canada. (2012). *Recommandations au sujet de la qualité des eaux utilisées à des fins récréatives au Canada*. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/content/dam/canada/health-canada/migration/healthy-canadians/publications/healthy-living-vie-saine/water-recreational-recreative-eau/alt/pdf/water-recreational-recreative-eau-fra.pdf>>

Santé Canada. (2015). *Conseils concernant l'émission et l'annulation des avis d'ébullition de l'eau dans les approvisionnements d'eau potable au Canada*. Bureau de la qualité de l'eau et de l'air, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada. Ottawa, (Ontario). Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/conseils-concernant-emission-et-annulation-avis-ebullition-eau-approvisionnement-eau-potable-canada.html#bg>>

Santé Canada. (2019a). *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada - Tableau sommaire*. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/qualite-eau/recommandations-qualite-eau-potable-canada-tableau-sommaire.html>>

Santé Canada. (2019b). *Qualité de l'eau potable au Canada*. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/qualite-eau/eau-potable.html>>

Santé Canada. (2020). *Concentrations maximales établies par Santé Canada à l'égard de contaminants chimiques dans les aliments*. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/aliments-nutrition/salubrite-aliments/contaminants-chimiques/concentrations-maximales-etablies-egard-contaminants-chimiques-aliments.html>>



- Schnitter, R., et Berry, P. (2019). The Climate Change, Food Security and Human Health Nexus in Canada: A Framework to Protect Population Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(14), 2531. <<https://doi.org/10.3390/ijerph16142531>>
- Schuster, C. J., Ellis, A. G., Robertson, W. J., Charron, D. F., Aramini, J. J., Marshall, B. J., et Medeiros, D. T. (2005). Infectious disease outbreaks related to drinking water in Canada, 1974-2001. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne de Santé Publique*, 96(4), 254-258. <<https://doi.org/10.1007/BF03405157>>
- Schwartz, J., Levin, R., et Goldstein, R. (2000). Drinking water turbidity and gastrointestinal illness in the elderly of Philadelphia. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 54(1), 45-51. <<https://doi.org/10.1136/jech.54.1.45>>
- Séguin, J. (éd.). (2008). *Santé et changements climatiques: évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada*. Ottawa, ON: Gouvernement of Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.635906/publication.html>>
- Semenza, J. C., Herbst, S., Rechenburg, A., Suk, J. E., Höser, C., Schreiber, C., et Kistemann, T. (2012). Climate Change Impact Assessment of Food- and Waterborne Diseases. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 42(8), 857-890. <<https://doi.org/10.1080/10643389.2010.534706>>
- Seneviratne, S. I., Corti, T., Davin, E. L., Hirschi, M., Jaeger, E. B., Lehner, I., Orlowsky, B., et Teuling, A. J. (2010). Investigating soil moisture-climate interactions in a changing climate: A review. *Earth-Science Reviews*, 99(3-4), 125-161. doi:10.1016/j.earscirev.2010.02.004
- Services aux Autochtones Canada (SAC). (2015). *Programme de formation itinérante*. Consulté sur le site: <<https://www.sac-isc.gc.ca/fra/1313424571273/1533818103401>>
- Services aux Autochtones Canada (SAC). (2019). *Voix des communautés sur le changement climatique et l'adaptation du secteur de la santé dans le Nord du Canada*. Ottawa, (Ontario). Consulté sur le site: <<https://fr.climatetelling.info/uploads/2/5/6/1/25611440/19-012-climate-change-c2-fra-r1.pdf>>
- Services aux Autochtones Canada (SAC). (2020a). *Lever les avis concernant la qualité de l'eau potable à long terme*. Consulté sur le site: <<https://www.sac-isc.gc.ca/fra/1506514143353/1533317130660>>
- Services aux Autochtones Canada (SAC). (2020b). *Les inondations dans les communautés des Premières Nations*. Consulté sur le site: <<https://www.sac-isc.gc.ca/fra/1397740805675/1535120329798>>
- Shamkhali Chenar, S., et Deng, Z. (2017). Environmental indicators for human norovirus outbreaks. *International Journal of Environmental Health Research*, 27(1), 40-51. <<https://doi.org/10.1080/09603123.2016.1257705>>
- Sharma, A., Burn, S., Gardner, T., et Gregory A. (2010). Role of decentralised systems in the transition of urban water systems; Water Science and Technology. *Water Supply*, 10(4), 577-583. doi:10.2166/ws.2010.187
- Shrubsole, D., Walters, D., Veale, B., et Mitchell, B. (2017). Integrated Water Resources Management in Canada: the experience of watershed agencies. *International Journal of Water Resources Development*, 33(3), 349-359. <<https://doi.org/10.1080/07900627.2016.1244048>>
- Shuster-Wallace, C., Sandford, R., et Merrill, S. (2019). *Water futures for the world we want: Opportunities for research, practice, and leadership in achieving SDG6*. Saskatoon, SK: University of Saskatchewan. Consulté sur le site: <https://gwf.usask.ca/documents/water_futures_for_the_world_we_want.pdf>
- Shuster-Wallace, C., Sandford, R., et Merrill, S. (2020). Climate change, pollution and urbanization threaten water in Canada. *The Conversation*. Consulté sur le site: <<https://theconversation.com/climate-change-pollution-and-urbanization-threaten-water-in-canada-127876>>
- Smith, B. A., et Fazil, A. (2019). Climate change and infectious diseases: The challenges: How will climate change impact microbial foodborne disease in Canada? *Canada Communicable Disease Report*, 45(4), 108-113. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v45i04a05>>
- Smith, D. M., Matthews, J. H., Bharati, L., Borgomeo, E., McCartney, M., Mauroner, A., Nicol, A., Rodriguez, D., Sadoff, C., Suhardiman, D., Timboe, I., Amarnath, G., et Anisha, N. (2019). *Adaptation's thirst: Accelerating the convergence of water and climate action*. Background Paper prepared for the 2019 report of the Global Commission on Adaptation. Washington, DC. Consulté sur le site: <<http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/Other/PDF/adaptations-thirst-gca-background-paper.pdf>>
- Somers, G., et Nishimura, P. (Eds.). (2012). *Managing groundwater resources: Assessing the impact of climate change on salt-water intrusion of coastal aquifers in Atlantic Canada*. Prince Edward Island Environment, Labour and Justice. Consulté sur le site: <http://www.gov.pe.ca/photos/original/cle_WA2.pdf>
- Speight, V. (2018). Sustainable water systems of the future: how to ensure public health protection? *Perspectives in Public Health*, 138(5), 248-249. doi:10.1177/1757913918790146
- Statistique Canada. (2009). *L'Activité humaine et l'environnement: Statistiques annuelles*. Consulté sur le site: <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/16-201-x/16-201-x2009000-fra.htm>>
- Statistique Canada. (2011). *Enquête sur les ménages et l'environnement (EME)*. Consulté sur le site: <https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV_f.pl?Function=getSurveyetSDDS=3881>
- Statistique Canada. (2013). *Enquête sur les usines de traitement de l'eau potable 2011*. Ministre de l'industrie. Consulté sur le site: <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/16-403-x/16-403-x2013001-fra.htm>>

- Statistique Canada. (2021). *Tableau 38-10-0277-01 Traitement de la principale source d'eau du logement par les ménages, Canada, les provinces et les régions métropolitaines de recensement (RMR)*. Consulté sur le site: <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3810027701etrequest_locale=fr>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., de Vries, W., de Wit, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., et Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855. <<https://doi.org/10.1126/science.1259855>>
- Stephen, C., et Duncan, C. (2017). Can wildlife surveillance contribute to public health preparedness for climate change? A Canadian perspective. *Climatic Change*, 141(2), 259-271.
- Sundarambal, P., Balasubramanian, R., Tkalich, P., et He, J. (2010). Impact of biomass burning on ocean water quality in Southeast Asia through atmospheric deposition: field observations. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10(23), 11323-11336. <<https://doi.org/10.5194/acp-10-11323-2010>>
- Taylor, M., Cheng, J., Sharma, D., Bitzikos, O., Gustafson, R., Fyfe, M., Greve, R., Murti, M., Stone, J., Honish, L., Mah, V., Punja, N., Hexemer, A., McIntyre, L., Henry, B., Kendall, P., Atkinson, R., Buenaventura, E., Martinez-Perez, A., Galanis, E., ... Team, T. (2018). Outbreak of *Vibrio parahaemolyticus* Associated with Consumption of Raw Oysters in Canada, 2015. *Foodborne Pathogens and Disease*, 15(9), 554-559. <<https://doi.org/10.1089/fpd.2017.2415>>
- Taylor, M., McIntyre, L., Ritson, M., Stone, J., Bronson, R., Bitzikos, O., Rourke, W., Galanis, E., et Outbreak Investigation Team. (2013a). Outbreak of Diarrhetic Shellfish Poisoning associated with mussels, British Columbia, Canada. *Marine Drugs*, 11(5), 1669-1676. <<https://doi.org/10.3390/md11051669>>
- Taylor, R. G., Scanlon, B., Döll, P., Rodell, M., van Beek, R., Wada, Y., Longuevergne, L., Leblanc, M., Famiglietti, J. S., Edmunds, M., ... Holger, T. (2013b). Ground water and climate change. *Nature Climate Change*, 3(4), 322-329. doi:10.1038/nclimate1744
- Thienpont, J. R., Johnson, D., Nesbitt, H., Kokelj, S. V., Pisaric, M. F., Smol, J. P. (2012). Arctic coastal freshwater ecosystem responses to a major saltwater intrusion: A landscape-scale palaeolimnological analysis. *The Holocene*, 22(12), 1451-1460. <<https://doi.org/10.1177/0959683612455538>>
- Thistlethwaite, J. Miano, A., Henstra, D., et Scott, D. (2020). *Indigenous Reserve Lands in Canada Face High Flood Risk*. Centre for International Governance and innovation. Consulté sur le site: <<https://www.cigionline.org/sites/default/files/documents/PB%20no.159.pdf>>
- Thomas, M. K., Murray, R., Flockhart, L., Pintar, K., Pollari, F., Fazil, A., Nesbitt, A., et Marshall, B. (2013). Estimates of the burden of foodborne illness in Canada for 30 specified pathogens and unspecified agents, circa 2006. *Foodborne Pathogens and Disease*, 10(7), 639-648. <<https://doi.org/10.1089/fpd.2012.1389>>
- Thurton, D. (2017). Fort McMurray seeing big spike in water-treatment costs. *CBC News Edmonton*. Consulté sur le site: <<https://www.cbc.ca/news/canada/edmonton/fort-mcmurray-wildfire-water-treatmentcosts-contaminants-1.3973249>>
- Todd, E. C. (1997). Seafood-associated diseases and control in Canada. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 16(2), 661-672. <<https://doi.org/10.20506/rst.16.2.1058>>
- Trtanj, J., Jantarasami, L., Brunkard, J., Collier, T., Jacobs, J., Lipp, E., McLellan, S., Moore, S., Paerl, H., Ravenscroft, J., Sengco, M., et Thurston, J. (2016). Climate Impacts on Water-Related Illness. In A. Crimmins, J. Balbus, J. L. Gamble, C. B. Beard, J. E. Bell, D. Dodgen, R. J. Eisen, N. Fann, M. D. Hawkins, S. C. Herring, L. Jantarasami, D. M. Mills, S. Saha, M. C. Sarofim, J. Trtanj, et L. Ziska (Eds.), *The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment* (p. 157-187). Washington, DC: U.S. Global Change Research Program. <<http://dx.doi.org/10.7930/JOR49NOX>>
- Turgeon, P., Michel, P., Levallois, P., Archambault, M., et Ravel, A. (2011). Fecal Contamination of Recreational Freshwaters: the Effect of Time-Independent Agroenvironmental Factors. *Water Quality, Exposure and Health*, 3(2), 109-118. doi:10.1007/s12403-011-0048-5
- Turner, J. W., Good, B., Cole, D., et Lipp, E. K. (2009). Plankton composition and environmental factors contribute to *Vibrio* seasonality. *The ISME Journal*, 3(9), 1082-1092. <<https://doi.org/10.1038/ismej.2009.50>>
- Uhlmann, S., Galanis, E., Takaro, T., Mak, S., Gustafson, L., Embree, G., Bellack, N., Corbett, K., et Isaac-Renton, J. (2009). Where's the pump? Associating sporadic enteric disease with drinking water using a geographic information system, in British Columbia, Canada, 1996-2005. *Journal of Water and Health*, 7(4), 692-698. <<https://doi.org/10.2166/wh.2009.108>>
- Uslu, M. O., Jasim, S., Arvai, A., Bewtra, J., et Biswas, N. (2013). A survey of Occurrence and Risk Assessment of Pharmaceutical Substances in the Great Lakes Basin. *Ozone: Science and Engineering*, 35(4), 249-262. doi:10.1080/01919512.2013.793595
- Vandersea, M. W., Kibler, S. R., Tester, P. A., Holderied, K., Hondolero, D. E., Powell, K., Baird, S., Doroff, A., Dugan, D., et Litaker, R. W. (2018). Environmental factors influencing the distribution and abundance of *Alexandrium catenella* in Kachemak bay and lower cook inlet, Alaska. *Harmful Algae*, 77, 81-92. <<https://doi.org/10.1016/j.hal.2018.06.008>>

- Vezzulli, L., Grande, C., Reid, P. C., Helaouet, P., Edwards, M., Hofle, M. G., Brettar, I., Colwell, R. R., Pruzzo, C. (2016). Climate influence on *Vibrio* and associated human diseases during the past half-century in the coastal North Atlantic. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 113(34), E5062-71. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1609157113>>
- Vezzulli, L., Pruzzo, C., Huq, A., et Colwell, R. R. (2010). Environmental reservoirs of *Vibrio cholerae* and their role in cholera. *Environmental Microbiology Reports*, 2(1), 27–33. <<https://doi.org/10.1111/j.1758-2229.2009.00128.x>>
- Vincent, L. A., Zhang, X., Brown, R. D., Feng, Y., Mekis, E., Milewska, E. J., Wan, H., Wang, X. L. (2015). Observed Trends in Canada's Climate and Influence of Low-Frequency Variability Modes. *Journal of Climate*, 28(11), 4545–4560. doi:10.1175/JCLI-D-14-00697.1
- Vinh, D. C., Mubareka, S., Fatoye, B., Plourde, P., et Orr, P. (2006). *Vibrio vulnificus* Septicemia After Handling Tilapia Species Fish: A Canadian Case Report and Review. *The Canadian Journal of Infectious Diseases et Medical Microbiology = Journal Canadien des Maladies Infectieuses et de la Microbiologie Médicale*, 17(2), 129–132. <<https://doi.org/10.1155/2006/164681>>
- Visciano, P., Schirone, M., Berti, M., Milandri, A., Tofalo, R., et Suzzi, G. (2016). Marine Biotoxins: Occurrence, Toxicity, Regulatory Limits and Reference Methods. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1051. <<https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01051>>
- Vollaard, A. M., Ali, S., van Asten, H. A., Widjaja, S., Visser, L. G., Surjadi, C., et van Dissel, J. T. (2004). Risk factors for typhoid and paratyphoid fever in Jakarta, Indonesia. *JAMA*, 291(21), 2607–2615. <<https://doi.org/10.1001/jama.291.21.2607>>
- Wang, J., et Deng, Z. (2016). Modeling and Prediction of Oyster Norovirus Outbreaks along Gulf of Mexico Coast. *Environmental Health Perspectives*, 124(5), 627–633. <<https://doi.org/10.1289/ehp.1509764>>
- Wang, X., Thompson, D. K., Marshall, G. A., Tymstra, C., Carr, R., et Flannigan, M. D. (2015). Increasing frequency of extreme fire weather in Canada with climate change. *Climatic Change*, 130(4), 573–586. doi:10.1007/s10584-015-1375-5
- Waterfront Toronto. (2020). *Corktown Common Park*. Consulté sur le site: <<https://waterfronttoronto.ca/nbe/portal/waterfront/Home/waterfronthome/projects/corktown+common>>
- Watson, V. (2017). Perception of water among the Inuit community in Iqaluit, Nanvut: An anti-colonialist feminist political ecology [Master's Thesis, York University]. Toronto, ON: York University. Consulté sur le site: <https://yorkspace.library.yorku.ca/xmlui/bitstream/handle/10315/34466/Watson_Victoria_C_2017_Masters.pdf?sequence=2&etisAllowed=y>
- Wiener, M. J., Jafvert, C. T., et Nies, L. F. (2016). The assessment of water use and reuse through reported data: A US case study. *The Science of the Total Environment*, 539, 70–77. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.114>>
- Westra, S., Alexander, L. V., et Zwiers, F. W. (2013). Global Increasing Trends in Annual Maximum Daily Precipitation. *Journal of Climate*, 26(11), 3904–3918. <<https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00502.1>>
- Whitehead, P. G., Wilby, R. L., Battarbee, R. W., Kernan, M., et Wade, A. J. (2009). A review of the potential impacts of climate change on surface water quality. *Hydrological Sciences Journal*, 54(1), 101–123. <<https://doi.org/10.1623/hysj.54.1.101>>
- Wilson, J., Aramini, J., Clarke, S., Novotny, M., Quist, M., et Keegan, V. (2009). *Surveillance rétrospective des maladies reliées à l'eau potable au Canada, 1993-2008*. Novometrix Research Inc. Consulté sur le site: <https://ccnse.ca/sites/default/files/Surveillance_maladies_eau_potable_aout_2009.pdf>
- Wotton, M. B., Flannigan, M. D., et Marshall, G. A. (2017). Potential climate change impacts on fire intensity and key wildfire suppression thresholds in Canada. *Environmental Research Letters*, 12(9). doi:10.1088/1748-9326/aa7e6e
- Wu, X., Lu, Y., Zhou, S., Chen, L., et Xu, B. (2016). Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation. *Environment International*, 86, 14-23. <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.09.007>>
- Yusa, A., Berry, P., J Cheng, J., Ogden, N., Bonsal, B., Stewart, R., et Waldick, R. (2015). Climate Change, Drought and Human Health in Canada. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(7), 8359–8412. <<https://doi.org/10.3390/ijerph120708359>>
- Zamyadi, A., Dorner, S., Sauvé, S., Ellis, D., Bolduc, A., Bastien, C., et Prévost, M. (2013). Species-dependence of cyanobacteria removal efficiency by different drinking water treatment processes. *Water Research*, 47(8), 2689–2700. <<https://doi.org/10.1016/j.watres.2013.02.040>>
- Zamyadi, A., Romanis, C., Mills, T., Neilan, B., Choo, F., Coral, L. A., Gale, D., Newcombe, G., Crosbie, N., Stuetz, R., et Henderson, R. K. (2019). Diagnosing water treatment critical control points for cyanobacterial removal: Exploring benefits of combined microscopy, next-generation sequencing, and cell integrity methods. *Water Research*, 152, 96–105. <<https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.01.002>>
- Zhang, X., Flato, G., Kirchmeier-Young, M., Vincent, L., Wan, H., Wang, X., Rong, R., Fyfe, J., Li, G., et Kharin, V. V. (2019). Les changements de température et de précipitations au Canada. Dans E. Bush et D. Lemmen (éd.), *Rapport sur le climat changeant du Canada* (pages 112 à 193). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/>>



Zimmerman, L. (2015). Phytoplankton. In *Biological Resources*. Consulté sur le site: <https://coast.noaa.gov/data/docs/nerrs/Reserves_ACE_SiteProfile.pdf>

Zubrycki, K., Roy, D., Venema, H. D., et Brooks, D. B. (2011). *Water Security in Canada: Responsibilities of the federal government*. Winnipeg, MB: International Institute for Sustainable Development. Consulté sur le site: <https://www.iisd.org/system/files/publications/water_security_canada.pdf>



CHAPITRE 8

Salubrité et
sécurité des
aliments

LA SANTÉ DES CANADIENS ET DES CANADIENNES DANS
UN CLIMAT EN CHANGEMENT : FAIRE PROGRESSER NOS
CONNAISSANCES POUR AGIR



Santé
Canada

Health
Canada

Canada



Auteurs principaux

Sherilee L. Harper, Université de l'Alberta

Rebekka Schnitter, Santé Canada

Auteurs collaborateurs

Aamir Fazil, Agence de la santé publique du Canada

Manon Fleury, Agence de la santé publique du Canada

James Ford, Université de Leeds

Nia King, Université Queen's

Alexandra Lesnikowski, Université Concordia

Deborah McGregor, Université York

Jaclyn Paterson, Santé Canada

Ben Smith, Agence de la santé publique du Canada

Hannah Tait Neufeld, Université de Waterloo

Remerciements

Amreen Babujee, Université de l'Alberta

Katharine Neale, Université de l'Alberta

Alexandra Sawatzky, Université de l'Alberta

Shanaya Singh, Santé Canada

Suggestion de citation

Harper, S. L., Schnitter, R., Fazil, A., Fleury, M., Ford, J., King, N., Lesnikowski, A., McGregor, D., Paterson, J., Smith, B. et Neufeld, H. T. (2022). Salubrité et sécurité des aliments. Dans P. Berry et R. Schnitter (éd.), *La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir*. Ottawa (Ontario) : gouvernement du Canada.



Table of Contents

Résumé	613
Messages clés	613
8.1 Introduction	619
8.2 Cadre conceptuel et méthodes	620
8.2.1 Conceptualisation des changements climatiques, des systèmes alimentaires et de la santé humaine	620
8.2.2 Identification, évaluation et synthèse des données probantes	623
8.3 Impacts des changements climatiques sur les systèmes alimentaires du Canada	624
8.4 Changements climatiques, sécurité alimentaire et santé au Canada	628
8.4.1 La sécurité alimentaire au Canada	628
Encadré 8.1 Le système alimentaire imposé par le colonialisme accroît la vulnérabilité des peuples autochtones aux changements climatiques	630
8.4.2 La sécurité alimentaire est un enjeu de santé publique	631
8.4.3 Impacts des changements climatiques sur les piliers de la sécurité alimentaire	634
8.4.3.1 Impacts des changements climatiques sur la disponibilité des aliments	634
8.4.3.2 Impacts des changements climatiques sur l'accessibilité des ressources alimentaires	635
8.4.3.3 Impacts des changements climatiques sur l'utilisation des aliments	636
8.4.3.3.1 Impacts des changements climatiques sur la disponibilité des éléments nutritifs	636
8.4.3.3.2 Impacts de la perte de biodiversité liée au climat sur l'accès aux éléments nutritifs	637
Encadré 8.2 Impacts des changements climatiques sur les milieux marins dans les collectivités côtières des Premières Nations de la Colombie-Britannique	638
8.4.3.3.3 Impacts des transitions et des substitutions alimentaires sur l'utilisation des éléments nutritifs	639
8.4.3.4 Impacts des changements climatiques sur la stabilité alimentaire	640
8.5 Impacts des changements climatiques sur la sécurité alimentaire au Canada	640
8.5.1 Changements climatiques, salubrité des aliments et agents pathogènes d'origine alimentaire	640
8.5.1.1 Voies du système alimentaire par lesquelles les changements climatiques ont une incidence sur la salubrité des aliments	645
Encadré 8.3 Les impacts des changements climatiques sur les systèmes alimentaires peuvent accroître les risques pour la santé publique : <i>Escherichia coli</i> O157 dans la laitue comme exemple d'agent pathogène d'origine alimentaire sensible au climat	645



8.5.1.1.1 Impacts des changements climatiques sur la salubrité des aliments à travers le prisme de la production alimentaire	650
Encadré 8.4 Impacts prévus des changements climatiques sur la contamination des huîtres de la Colombie-Britannique par <i>V. parahaemolyticus</i>	652
8.5.1.1.2 Impacts des changements climatiques sur la salubrité des aliments à travers le prisme de la transformation et de la distribution des aliments	654
8.5.1.1.3 Impacts des changements climatiques sur la salubrité des aliments à travers le prisme de la préparation et de la consommation d'aliments	655
8.5.2 Impacts des changements climatiques sur la salubrité des aliments à travers le prisme des contaminants chimiques	656
8.5.2.1 Impacts des changements climatiques sur la présence de contaminants dans les systèmes alimentaires	657
8.5.2.1.1 Impacts des changements climatiques sur la salubrité des aliments à travers le prisme de la contamination chimique pendant la production alimentaire	657
8.5.2.1.2 Impacts des changements climatiques sur la salubrité des aliments à travers le prisme de la contamination chimique pendant la préparation et la consommation des aliments	662
8.5.2.2 Problèmes liés aux aléas chimiques dans les aliments de l'Arctique et de la région subarctique en raison des changements climatiques	662
8.6 L'adaptation pour réduire les risques pour la santé	664
8.6.1 Mesures d'adaptation centrées sur le climat	665
8.6.1.1 Évaluations des changements climatiques et de la vulnérabilité de la santé	665
8.6.1.2 Planification de l'adaptation	666
8.6.1.2.1 Leadership en matière d'adaptation dans le Nord du Canada afin de composer avec les risques pour la sécurité et la salubrité des aliments	669
8.6.1.3 Surveillance	670
Encadré 8.5 Mesures d'adaptation pour réduire les risques émergents de <i>V. parahaemolyticus</i> dans les huîtres	672
8.6.1.4 Communication des risques et éducation	673
8.6.2 Mesures d'adaptation axées sur la vulnérabilité	673
8.6.2.1 S'attaquer aux causes profondes de la vulnérabilité	673
Encadré 8.6 La souveraineté alimentaire autochtone en guise de solution aux changements climatiques	675
8.6.2.2 Renforcer les systèmes de santé	676
8.6.3 Progrès en matière d'adaptation et défis futurs	676
8.7 Lacunes dans les connaissances et recommandations	677



8.7.1 Sécurité alimentaire	677
8.7.2 Salubrité des aliments	679
8.8 Conclusion	680
8.9 Références	682

Résumé

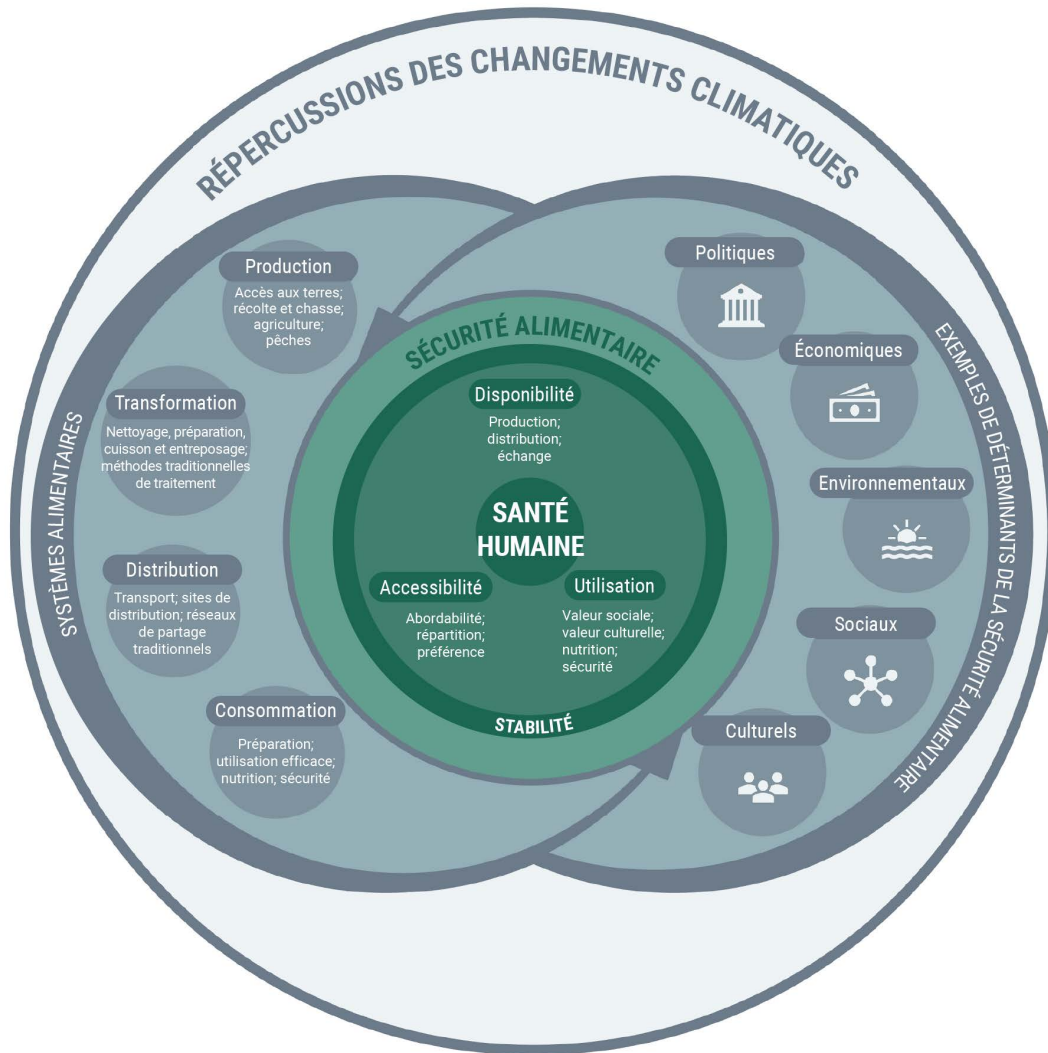
Les changements climatiques ont une incidence sur la sécurité alimentaire et la salubrité des aliments au Canada. Ils augmentent les risques d'insécurité alimentaire en perturbant les réseaux alimentaires, en entraînant une hausse des prix des aliments et en ayant des effets négatifs sur leur valeur nutritionnelle. Les précipitations, la température et les événements météorologiques extrêmes devraient accroître l'introduction d'agents pathogènes (virus, bactéries et parasites) dans les aliments, causant ainsi des maladies d'origine alimentaire. Les voies d'exposition environnementale sensibles au climat peuvent aussi provoquer l'introduction, dans les réseaux alimentaires du Canada, de contaminants chimiques qui ont des effets préjudiciables sur la santé. Les impacts des changements climatiques sur la sécurité alimentaire et la salubrité des aliments ne seront pas répartis équitablement, et le Nord du Canada ainsi que les peuples autochtones connaîtront probablement les effets les plus graves. Les mesures d'adaptation englobent ce qui suit : surveiller les résultats sanitaires liés à la salubrité des aliments; mener des évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation qui tiennent compte des impacts liés au climat sur la salubrité et la sécurité des aliments; utiliser la science occidentale et le savoir autochtone; élaborer des plans d'adaptation au sein de tous les paliers de gouvernement et dans toutes les régions, en particulier dans le Nord du Canada; mener des activités de communication des risques et d'éducation; et s'attaquer aux causes profondes de la vulnérabilité.

Messages clés

- L'augmentation des températures, la modification des régimes de précipitations de même que la fréquence et l'intensité croissantes des événements météorologiques extrêmes augmenteront les risques quant aux principales composantes des systèmes alimentaires au Canada, comme la production, la transformation, la distribution, la préparation et la consommation d'aliments.
- Les impacts des changements climatiques sur les systèmes alimentaires, la hausse des prix des aliments et les effets négatifs sur leur valeur nutritionnelle ont déjà une influence négative sur la sécurité alimentaire et la salubrité des aliments, ce qui a des implications majeures pour la santé humaine. À l'échelle mondiale, on s'attend à ce que les changements climatiques aient des effets négatifs sur la production de certaines denrées agricoles et sur leur teneur en éléments nutritifs, en particulier sur la production de cultures de subsistance, y compris les céréales et les légumineuses. L'évolution de la biodiversité due aux changements climatiques peut également générer des problèmes sur le plan nutritionnel, par exemple, en raison de la réduction de la disponibilité des sources de nourriture traditionnelles. On s'attend donc à ce que les changements climatiques nuisent à la santé des Canadiens et des Canadiennes en raison de leur incidence sur la quantité d'éléments nutritifs que les Canadiens et les Canadiennes tirent de leurs aliments, ainsi que sur la stabilité de la disponibilité, de l'accessibilité et de l'utilisation des aliments.



- On prévoit que les changements climatiques exacerberont les problèmes actuels et créeront de nouveaux défis en matière de salubrité des aliments au Canada. Les précipitations, la température et les événements météorologiques extrêmes ont une incidence sur l'introduction d'agents pathogènes dans les aliments et sur leur capacité de proliférer à des niveaux causant des maladies d'origine alimentaire. Les changements climatiques peuvent modifier les comportements humains, comme les pratiques de manipulation et de consommation des aliments (p. ex., barbecue, pique-niques).
- Les impacts des changements climatiques sur la sécurité alimentaire et la salubrité des aliments varient grandement d'une province et d'un territoire à l'autre au Canada, reflétant les facteurs et les iniquités sous-jacents sur les plans sociétal, culturel, environnemental et économique. Bien qu'il soit difficile d'estimer l'ampleur précise des impacts des changements climatiques actuels et futurs sur l'insécurité alimentaire, on s'attend à ce que ces impacts exacerbent les risques pour la santé des Canadiens et des Canadiennes.
- Les changements climatiques peuvent accroître l'exposition des Canadiens et des Canadiennes à des contaminants chimiques, comme les polluants organiques persistants et les métaux lourds qui peuvent avoir des effets préjudiciables sur la santé. Ces contaminants chimiques peuvent être introduits dans les systèmes alimentaires du Canada par diverses voies d'exposition environnementale, puis s'accumuler dans les tissus végétaux et animaux qui sont consommés. Bon nombre de ces produits chimiques peuvent exacerber les risques existants pour la santé des Canadiens et des Canadiennes et en créer de nouveaux, ce qui montre bien l'importance des programmes de surveillance du Canada.
- Les changements climatiques ont des répercussions sur les systèmes alimentaires autochtones et contribuent à la diminution de la disponibilité, de l'accessibilité et de la qualité des aliments récoltés traditionnellement, lesquels jouent un rôle important dans la santé et le bien-être des collectivités et des personnes. On observe déjà les impacts des changements climatiques sur la nutrition, les résultats en santé mentale et la souveraineté alimentaire. La sécurité alimentaire des Autochtones doit être comprise dans le contexte de l'incidence historique et continue du colonialisme. L'autodétermination des Autochtones et la transition intergénérationnelle et axée sur le genre du savoir autochtone sont essentielles à la sécurité alimentaire et à la souveraineté alimentaire des Autochtones ainsi qu'aux mesures d'adaptation nécessaires.
- Il est nécessaire de mettre en œuvre des mesures d'adaptation qui accroissent la résilience du système alimentaire de façon à réduire au minimum les risques pour la santé humaine liés aux changements climatiques, y compris la collaboration des autorités sanitaires parmi un large éventail d'acteurs et de secteurs du système alimentaire. Des efforts sont en cours partout au Canada pour se préparer et réagir aux impacts des changements climatiques sur les systèmes alimentaires, afin de protéger et de soutenir la santé et le bien-être. D'autres mesures d'adaptation réduiront les risques futurs.



Cadre conceptuel décrivant les relations entre la sécurité alimentaire, la salubrité des aliments et la santé dans un contexte de climat en évolution.



Aperçu des impacts des changements climatiques sur la salubrité et sécurité des aliments

CATÉGORIE D'ALÉA OU DE RISQUE SANITAIRE LIÉ AU CLIMAT	CAUSES LIÉES AU CLIMAT	EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ
Sécurité alimentaire	<ul style="list-style-type: none">• Perturbations accrues des systèmes alimentaires ayant une incidence sur la stabilité de la disponibilité, de l'accessibilité et de l'utilisation des aliments• Dans les milieux écologiques sensibles, réductions liées au climat de la diversité biologique entraînant une diminution de la durabilité des écosystèmes terrestres et aquatiques• Modification de la teneur en éléments nutritifs et de la production globale de certains produits agricoles• Pressions économiques accrues sur les personnes à faible revenu et les utilisateurs d'aliments de subsistance en raison de l'augmentation des prix des aliments et de l'évolution de la disponibilité des aliments locaux et traditionnellement récoltés	<ul style="list-style-type: none">• Impacts sur la nutrition en raison de la disponibilité réduite des aliments locaux et traditionnels• Impacts sur la nutrition en raison des effets sur la quantité de nutriments obtenus des aliments• Issues défavorables à la naissance• Impacts sur la santé maternelle• Impacts sur le développement de l'enfant• Exacerbation des maladies chroniques• Impacts sur la santé mentale et le bien-être émotionnel• Impacts sur les services de santé; par exemple, les adultes en situation d'insécurité alimentaire ont besoin de plus de services de soins de santé et sont plus susceptibles de devenir des utilisateurs de soins de santé coûteux



CATÉGORIE D'ALÉA OU DE RISQUE SANITAIRE LIÉ AU CLIMAT	CAUSES LIÉES AU CLIMAT	EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ
Salubrité des aliments	<ul style="list-style-type: none">• L'évolution des conditions climatiques peut avoir une incidence sur le transport et le dépôt de contaminants chimiques dans les systèmes alimentaires• Les impacts graves et à évolution lente des changements climatiques (comme les changements dans les précipitations, la température et les événements météorologiques extrêmes) peuvent modifier la présence et la capacité de survie des agents pathogènes microbiens dans les aliments et entraîner une prévalence accrue des maladies d'origine alimentaire• La prolongation des saisons chaudes peut accroître les risques pour les Canadiens et les Canadiennes en augmentant les possibilités de manipulation inadéquate des aliments (p. ex., barbecue, pique-nique) et en modifiant les préférences alimentaires en fonction de la disponibilité des aliments (p. ex., disponibilité prolongée de produits alimentaires à risque élevé comme les fruits et légumes frais), entraînant un risque accru d'exposition à des maladies d'origine alimentaire	<ul style="list-style-type: none">• La toxicité chimique à des niveaux élevés peut entraîner des cancers, des troubles cardiovasculaires, des dommages aux reins et aux os, des effets négatifs sur le système immunitaire et le développement, des perturbations endocriniennes, des troubles de la reproduction, ou encore des déficiences cognitives, comportementales et motrices; à l'heure actuelle, les niveaux de contaminants chimiques dans les aliments vendus au détail font l'objet d'une surveillance étroite au Canada, ce qui souligne l'importance des programmes de surveillance du Canada dans un climat en évolution• Maladies d'origine alimentaire d'origine microbienne (giardiase, campylobactériose, salmonellose) entraînant des symptômes de diarrhée, des vomissements, des crampes d'estomac, de la fièvre légère, des frissons, des maux de tête, des douleurs musculaires, de la fatigue, une perte de poids, une perte d'appétit, une déshydratation sévère, une inflammation du cerveau, une méningite, une maladie du foie, des anomalies congénitales, une mortinaissance ou un accouchement prématuré• Dans les cas graves, les maladies d'origine alimentaire chimique ou microbienne peuvent entraîner la mort



CATÉGORIE D'ALÉA OU DE RISQUE SANITAIRE LIÉ AU CLIMAT	CAUSES LIÉES AU CLIMAT	EFFETS POSSIBLES SUR LA SANTÉ
Salubrité des aliments (suite)		<ul style="list-style-type: none">• Impacts sur les services de santé, par exemple, amélioration de la surveillance et du suivi des maladies d'origine alimentaire à l'échelle nationale et internationale

8.1 Introduction

Les changements climatiques ont des répercussions généralisées sur les systèmes alimentaires à l'échelle mondiale et au Canada, ce qui a d'importantes conséquences pour la santé. Les impacts de ces changements climatiques touchent tous les éléments des systèmes alimentaires, y compris la production, la transformation, la distribution, la préparation et la consommation d'aliments. Sans mesures d'adaptation, les changements climatiques auront un impact net négatif sur les systèmes alimentaires mondiaux (Porter et coll., 2014; Smith et coll., 2014; Springmann et coll., 2016; GIEC, 2019a). Par exemple, l'insécurité croissante liée à l'approvisionnement en eau, combinée à l'augmentation des besoins d'irrigation des cultures en raison de la hausse des températures et de la diminution des précipitations, devrait entraîner des réductions substantielles du rendement des cultures de base à l'échelle mondiale (Jiménez Cisneros et coll., 2014; Porter et coll., 2014), une diminution des prises de poissons (ONUAA, 2015; Arnell et coll., 2016), une diminution des concentrations d'éléments nutritifs dans les aliments de base (ONUAA, 2015) et l'augmentation du prix des aliments à l'échelle mondiale (Porter et coll., 2014). Ces impacts des changements climatiques sur les systèmes alimentaires mondiaux ont des répercussions importantes tant pour la *sécurité alimentaire* (c'est-à-dire un accès stable à une nourriture suffisante et nutritive de nature à satisfaire ses besoins et préférences alimentaires pour mener une vie saine et active) que pour la *salubrité des aliments* (c'est-à-dire l'accès à des aliments qui ne sont pas contaminés par des agents pathogènes ou des contaminants chimiques ayant un impact sur la santé). Ces impacts poseront donc d'importants problèmes en termes de santé humaine, y compris des impacts sur la nutrition, le bien-être mental et les maladies d'origine alimentaire (Bradbear et Friel, 2013; Bowen et Ebi, 2015; Springmann et coll., 2016). Ces risques pour la santé sont considérables, et on s'attend à ce que, à l'échelle mondiale, les changements climatiques entraînent une hausse de la mortalité liée à l'alimentation qui dépasse « largement » tous leurs autres effets sur la santé (OMS, 2014).

Au Canada, les changements climatiques ont déjà une incidence sur la sécurité alimentaire et la salubrité des aliments, particulièrement dans le Nord (Berry et coll., 2014a; CAC, 2014). L'impact des changements climatiques sur l'alimentation et l'agriculture, la santé et le bien-être figure parmi les principales menaces liées aux changements climatiques qui pourraient causer des pertes, des dommages ou des perturbations graves au cours des 20 prochaines années (CAC, 2019). Bien que l'on s'attende à ce que les impacts des changements climatiques sur les systèmes alimentaires au Canada soient généralisés, ils ne seront pas répartis équitablement; en effet, certaines populations, sous-populations et régions seront confrontées à des obstacles plus importants sur le plan de l'adaptation et subiront des impacts disproportionnés. Malgré ces risques, les questions alimentaires ont reçu moins d'attention dans la recherche sur le lien entre les changements climatiques et la santé que d'autres résultats en matière de santé (Smith et coll., 2014; Verner et coll., 2016), bien que la recherche au sujet des impacts des changements climatiques sur les systèmes alimentaires et la santé humaine au Canada commence à augmenter.

Le présent chapitre examine les liens entre les changements climatiques, les systèmes alimentaires et la santé humaine pour comprendre les risques actuels et la façon dont les Canadiens et les Canadiennes pourraient être touchés à l'avenir. Il examine également les mesures d'adaptation qui pourraient être mises en œuvre pour réduire les risques sanitaires. À cette fin, le présent chapitre présente d'abord le cadre conceptuel utilisé pour mener cette analyse. Il décrit ensuite les impacts des changements climatiques sur les systèmes alimentaires, dans le contexte de la santé humaine. Au sein des systèmes alimentaires,

les impacts des changements climatiques sont évalués sur trois éléments : la sécurité alimentaire et les résultats sanitaires connexes, en portant une attention particulière à la nutrition; la salubrité microbienne des aliments (agents pathogènes d'origine alimentaire); et la salubrité chimique des aliments (contaminants chimiques). Le chapitre examine ensuite les mesures d'adaptation qui pourraient être mises en place afin de réduire les risques sanitaires liés aux aliments et présente des études de cas illustratives. La dernière section du présent chapitre souligne les lacunes dans les connaissances et les recommandations liées aux systèmes alimentaires et aux mesures d'adaptation. Tout au long du chapitre, les encadrés 8.1 à 8.6 mettent en lumière des concepts et des phénomènes transversaux essentiels, ainsi que des études de cas présentant les impacts des changements climatiques et l'adaptation à ces changements.

8.2 Cadre conceptuel et méthodes

8.2.1 Conceptualisation des changements climatiques, des systèmes alimentaires et de la santé humaine

Ce chapitre est guidé par un cadre (Schnitter et Berry, 2019) qui conceptualise l'ampleur et la complexité des impacts des changements climatiques sur les systèmes alimentaires et les impacts sur la santé humaine (figure 8.1). Le cadre décrit la relation dynamique entre les systèmes alimentaires, les dimensions primaires et les déterminants de la sécurité alimentaire et de la salubrité des aliments, ainsi que les résultats pour la santé humaine d'un climat en évolution.

Dans ce cadre, les *systèmes alimentaires* comprennent des activités et des éléments couvrant de multiples secteurs liés à la production, à la transformation, à la distribution, à la préparation et à la consommation d'aliments (Gregory et coll., 2005; Ericksen, 2008; Anand et coll., 2015; HLPE, 2017). Ces composantes du système alimentaire comprennent la production non commerciale et commerciale, le transport, le lavage, la cuisson, la préparation, l'entreposage, la consommation et l'utilisation des aliments (Ingram, 2009; Friel, 2019). Ces composantes sont souvent interreliées, les activités d'une composante ayant une incidence sur celles des autres.

Les systèmes alimentaires sous-tendent les principaux aspects de la *sécurité alimentaire* en soutenant la stabilité et la solidité de ses piliers, à savoir la disponibilité, l'accessibilité et l'utilisation des aliments (tableau 8.1) (Pinstrup-Andersen, 2013; Friel et Ford, 2015; Nelson et coll., 2016). La sécurité alimentaire existe lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment, un accès physique, social et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive, leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active (ONUAA, 1996). En revanche, *l'insécurité alimentaire* existe chaque fois que l'un de ces piliers est affaibli. La sécurité alimentaire est influencée par des facteurs politiques, économiques, sociaux et environnementaux (Ericksen, 2008). Elle peut être mesurée à différentes échelles spatiales et temporelles (Gregory et coll., 2005) et s'inscrit dans un spectre (p. ex., sécurité

alimentaire, insécurité alimentaire légère, insécurité alimentaire modérée, insécurité alimentaire grave) (Santé Canada, 2020). La sécurité ou l'insécurité alimentaire ont une incidence sur la santé et le bien-être et constituent donc un problème de santé publique.

Il n'y a pas de sécurité alimentaire sans *salubrité des aliments*. La salubrité des aliments destinés à la consommation humaine peut être compromise à tout moment dans les systèmes alimentaires et l'ingestion d'aliments contaminés peut avoir des effets néfastes sur la santé et, dans les cas graves, entraîner la mort. Les systèmes de salubrité des aliments sont essentiels pour s'assurer que les aliments consommés par les Canadiens et les Canadiennes sont propres à la consommation et que les agents pathogènes ou les contaminants ne sont pas présents dans les aliments à des niveaux pouvant être nocifs. Deux éléments de la salubrité des aliments et leur lien avec les changements climatiques sont examinés dans le présent chapitre, soit les pathogènes d'origine alimentaire et les contaminants chimiques.

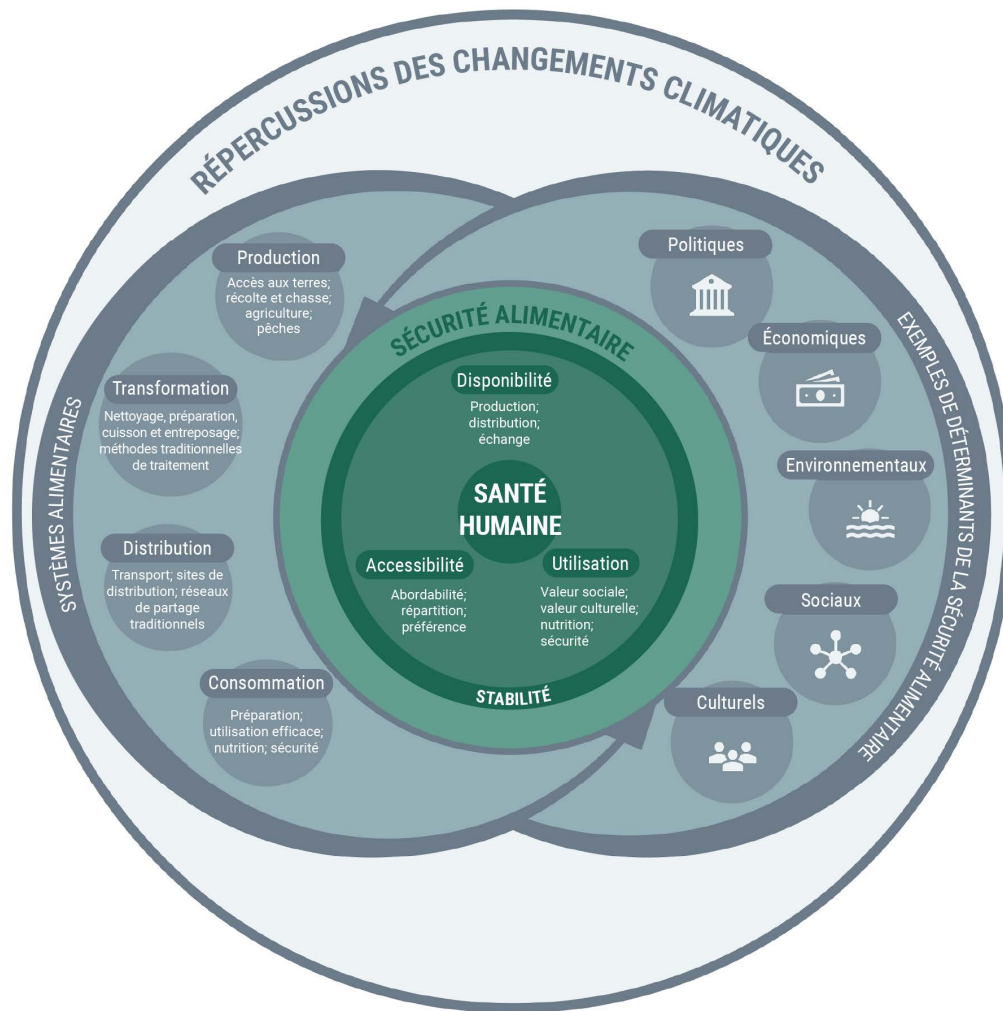


Figure 8.1 Cadre conceptuel décrivant les relations entre la sécurité alimentaire, la salubrité des aliments et la santé dans un contexte de climat en évolution.

Tableau 8.1 Les piliers de la sécurité alimentaire et leurs éléments

PILIER DE LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE	ÉLÉMENTS DES PILIERS
Disponibilité des aliments	<ul style="list-style-type: none">• Production : Quantité et types d'aliments disponibles• Distribution : Comment les aliments sont-ils fournis, sous quelle forme, à quel moment et pour qui• Échange : Quelle est la proportion des aliments disponibles qui est obtenue au moyen de mécanismes d'échange comme le partage des aliments, le troc, le commerce, l'achat ou les prêts
Accessibilité des aliments	<ul style="list-style-type: none">• Abordabilité : Le pouvoir d'achat des ménages ou des collectivités par rapport au prix des aliments; le coût associé à la récolte, à la chasse et à la pêche pour obtenir des aliments locaux ou traditionnels¹• Allocation : Les mécanismes économiques, sociaux et politiques qui régissent quand, où et comment les gens peuvent avoir accès aux aliments• Préférence : Normes, valeurs et pratiques sociales, religieuses ou culturelles qui influencent la demande de certains types d'aliments chez les consommateurs
Utilisation des aliments	<ul style="list-style-type: none">• Valeur nutritionnelle : proportion des besoins quotidiens en calories, macronutriments et micronutriments fournie par les aliments que les gens consomment• Valeur sociale : Les fonctions et les avantages sociaux, religieux ou culturels que procurent les aliments• Salubrité des aliments : Contamination microbienne ou chimique introduite pendant la production, la transformation, l'emballage, la distribution, la manutention ou la commercialisation d'aliments
Stabilité	<ul style="list-style-type: none">• Stabilité à long terme de la disponibilité, de l'accessibilité et de l'utilisation des aliments

Source : tableau adapté d'Ericksen, 2008

1 Les aliments traditionnels inuits, aussi appelés « aliments prélevés dans la nature », font partie intégrante de l'identité et de la culture inuites, sont une source importante de nutriments et contribuent à la santé et au bien-être des personnes et des collectivités. Ils comprennent les animaux marins (p. ex., morses, phoques), les caribous, les oiseaux, les poissons et les aliments fourragers.

8.2.2 Identification, évaluation et synthèse des données probantes

Une approche rigoureuse, systématique et souple a été utilisée pour procéder à une revue de la littérature et répertorier des données probantes liées aux changements climatiques, aux systèmes alimentaires et à la santé. L'approche comportait trois éléments : s'appuyer sur des évaluations antérieures; effectuer une recherche exhaustive de la littérature grise et de publications revues par les pairs; et tirer des leçons des consultations publiques et de la mobilisation.

Ce chapitre s'appuie sur des évaluations internationales (GIEC, 2018; GIEC 2019a; GIEC, 2019b), nationales (Lemmen et coll., 2008; Warren et Lemmen, 2014) et propres à la santé humaine qui résument la documentation à propos des impacts des changements climatiques sur la santé alimentaire (Séguin, 2008; USGCRP, 2016). Notamment, deux chapitres d'évaluations propres à la santé ont été cités, l'un de *Répercussions des changements climatiques sur les maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs* (Charron et coll., 2008) et l'autre de *Food Safety, Nutrition, and Distribution* (Ziska et coll., 2016).

La documentation publiée depuis la dernière *Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada* en 2008 (Séguin, 2008) a été recensée et évaluée au moyen de deux recherches documentaires distinctes au sujet des impacts des changements climatiques sur la sécurité alimentaire et la salubrité des aliments au Canada. Cinq bases de données (PubMed, Web of Science, Scopus, Embase via Ovid et MEDLINE via Ovid) ont été consultées au moyen de chaînes de recherche élaborées en consultation avec un bibliothécaire de recherche. Les bibliographies de tous les documents pertinents ont également été examinées pour relever les articles qui n'ont pas été saisis dans la recherche dans la base de données. Les sites Web des principaux organismes gouvernementaux et internationaux (p. ex., les sites Web des gouvernements provinciaux et territoriaux, l'Agence de la santé publique du Canada, Santé Canada, l'Agence canadienne d'inspection des aliments, l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, l'Organisation mondiale de la Santé, les Centres for Disease Control and Prevention des États-Unis, le Programme alimentaire mondial) ont été examinés pour trouver la littérature grise pertinente. Aucune restriction linguistique n'a été imposée à l'une ou l'autre des recherches. Les citations relevées dans le cadre de ces recherches ont fait l'objet de deux examens préalables menés par deux examinateurs indépendants. Tout d'abord, les titres et les résumés ont été sélectionnés sur la base de leur pertinence, puis la pertinence des textes complets des articles a été évaluée. Des documents traitant de la sécurité alimentaire et de la salubrité des aliments dans le contexte de la santé humaine et des changements climatiques ont été inclus dans cette évaluation. Bien que la priorité ait été accordée à la recherche canadienne, la recherche internationale dont les résultats étaient pertinents au contexte canadien a également été incluse.

La documentation existante au sujet des impacts des changements climatiques sur la sécurité alimentaire des Autochtones porte principalement sur les Inuits et les Premières Nations, un nombre très restreint de documents propres aux Métis étant disponibles (Halseth, 2015; Beaudin-Reimer, 2020). Dans la mesure du possible, les auteurs précisent quel est le peuple autochtone dont il est question afin de refléter les diverses perspectives et expériences des peuples et des collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis. Toutefois, les auteurs ont fait certaines généralisations en fonction du nombre et de la nature des citations utilisées (p. ex., l'utilisation du terme « peuples autochtones » désigne plus d'un groupe autochtone) et dans les cas où il peut y avoir des expériences partagées.

8.3 Impacts des changements climatiques sur les systèmes alimentaires du Canada

La mondialisation a créé un système alimentaire mondial auquel le Canada participe en exportant et en important des produits alimentaires crus et préparés à destination et en provenance d'autres régions du monde (Lake et coll., 2012; O'Riordan et Lenton, 2013). Au Canada, les systèmes alimentaires régionaux et locaux coexistent et fonctionnent à l'intérieur de zones géographiques plus petites. Par exemple, les systèmes alimentaires autochtones du Nord sont souvent plus petits et dépendent en grande partie des aliments locaux provenant de la chasse, du piégeage, de la pêche, de la cueillette et de la récolte. Au-delà des pratiques en matière de production d'aliments, les systèmes alimentaires autochtones englobent également la gouvernance et l'intendance environnementales, et comprennent la production, l'innovation et le transfert du savoir autochtone pour maintenir des pratiques axées sur la terre (Delormier et coll., 2017).

Les relations entre les composantes du système alimentaire et la santé humaine dans le contexte des changements climatiques sont dynamiques et complexes, en partie en raison de la relation bidirectionnelle qui existe entre les changements climatiques et les systèmes alimentaires (Porter et coll., 2014). Bien que le climat ait une incidence sur toutes les composantes du système alimentaire, les systèmes alimentaires peuvent à leur tour être une source importante d'émissions de gaz à effet de serre (GES) et, par conséquent, contribuer aux changements climatiques (Fanzo et coll., 2018; Friel, 2019). On estime que de 21 % à 37 % des émissions mondiales totales de GES proviennent des systèmes alimentaires (Mbow et coll., 2019).

Le climat crée un certain nombre de défis pour les systèmes alimentaires au Canada (tableau 8.2) et ces impacts devraient augmenter à mesure que le climat se réchauffe. Bien que le tableau 8.2 présente de nombreux exemples dont certains sont propres aux systèmes alimentaires autochtones, les divers systèmes alimentaires à l'échelle du Canada présentent des caractéristiques et des difficultés uniques qui viendront atténuer les impacts associés aux changements climatiques.

Tableau 8.2 Voies par lesquelles les changements climatiques augmentent les risques pour les systèmes alimentaires

RISQUES LIÉS AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES POUR LES PRINCIPALES COMPOSANTES DU SYSTÈME ALIMENTAIRE

Production alimentaire

- L'augmentation des températures extrêmes et de la variabilité, les changements dans les régimes de précipitations et les événements météorologiques extrêmes peuvent endommager les cultures, réduire la productivité agricole et diminuer le rendement (Easterling et coll., 2007; Gornall et coll., 2010; Butler, 2014b; Campbell et coll., 2014; Fanzo et coll., 2018; Dodd et coll., 2018).
- On prévoit que les Prairies canadiennes seront exposées à un risque accru de sécheresse en été et en automne, et donc à une réduction possible de la qualité et de la quantité des eaux souterraines, ainsi qu'à une diminution des réserves d'eau pour l'irrigation des cultures (Sauchyn et coll., 2008; Sauchyn et coll., 2020).
- L'élévation du niveau de la mer peut causer l'inondation des terres agricoles dans les régions côtières, endommager les cultures et créer des conditions qui ne sont pas propices à la production agricole. Ces inondations peuvent également entraîner l'intrusion d'eau salée dans les aquifères, réduisant ainsi la qualité de l'eau d'irrigation (Campbell et coll., 2014).
- L'augmentation des températures et les changements des régimes de précipitations peuvent créer des conditions plus favorables pour les ravageurs, les espèces envahissantes et les maladies des plantes (Gornall et coll., 2010; Butler, 2014b; AAC, 2015), accroître la concurrence pour les ressources et réduire la productivité et la qualité des cultures.
- La hausse des températures et l'augmentation des concentrations de CO₂ atmosphérique peuvent réduire l'efficacité de certains herbicides utilisés pour lutter contre les ravageurs (Porter et coll., 2014).
- L'augmentation de la pollution par l'ozone, un sous-produit de la combustion de combustibles fossiles, peut inhiber la photosynthèse et, par conséquent, réduire la qualité et la productivité des cultures (Gornall et coll., 2010; Butler, 2014b).
- Les températures extrêmes peuvent nuire à la santé du bétail et diminuer la productivité (Butler, 2014b; Bishop-Williams et coll., 2015).
- Les événements météorologiques extrêmes peuvent réduire les terres disponibles pour les pâturages et l'alimentation du bétail (AAC, 2015).



RISQUES LIÉS AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES POUR LES PRINCIPALES COMPOSANTES DU SYSTÈME ALIMENTAIRE

- L'augmentation des températures des eaux marines et douces et l'acidification des océans entraîneront des changements dans la distribution et la productivité des poissons sauvages et d'élevage (ONUAA, 2008; Campbell et coll., 2014; Porter et coll., 2014).
 - La hausse des températures peut créer des conditions favorables pour les maladies aquatiques et les espèces envahissantes (Rahel et Olden, 2008) et réduire la quantité et la qualité des poissons, des mollusques et des autres animaux marins récoltés commercialement et traditionnellement (Larsen et coll., 2014).
 - L'augmentation des températures et la modification des régimes de précipitations changent la qualité et la répartition des populations d'espèces récoltées traditionnellement au Canada (p. ex., le caribou) (CAC, 2014).
 - Les événements météorologiques extrêmes peuvent faciliter la contamination chimique et bactérienne des sites de production alimentaire (p. ex., les eaux de crue contaminées inondant les cultures agricoles) (Ziska et coll., 2016).
 - L'augmentation des températures et la modification des régimes de précipitations peuvent créer des conditions favorables à la croissance et à la survie des champignons toxigènes et à la contamination des cultures par les mycotoxines (Jaykus et coll., 2008; Tirado et coll., 2010).
 - Les changements climatiques peuvent créer des conditions favorables pour les ravageurs et ainsi accroître la nécessité d'utiliser des pesticides, ce qui peut entraîner une augmentation des résidus de pesticides dans l'approvisionnement alimentaire (Lake et coll., 2012).
 - L'augmentation des concentrations de CO₂ atmosphérique peut modifier le contenu nutritionnel de certaines cultures agricoles, diminuant les concentrations de protéines, de fer, de zinc et d'autres minéraux clés (Muncke et coll., 2014; Porter et coll., 2014; Ziska et coll., 2016; Myers et coll., 2017).
 - Dans le Nord du Canada, les changements climatiques peuvent permettre l'émergence de nouveaux agents pathogènes, virus et parasites qui touchent la faune récoltée dans le cadre des systèmes autochtones d'aliments traditionnels et prélevés dans la nature (CAC, 2014).
 - La diminution de la couverture de la glace et son amincissement et des niveaux d'eau et les périodes changeantes de l'englacement et de la débâcle compliquent l'approvisionnement en aliments locaux pour les collectivités autochtones du Nord (Ford, 2008; Laidler et coll., 2009; Wesche et Chan, 2010; Harper et coll., 2015a; Wesche et coll., 2016; Ford et coll., 2019).
-



RISQUES LIÉS AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES POUR LES PRINCIPALES COMPOSANTES DU SYSTÈME ALIMENTAIRE

Transformation des aliments

- L'augmentation des températures et les épisodes de chaleur extrêmes peuvent accroître le risque de détérioration des aliments ou de contamination dans les installations de transformation, ce qui a des répercussions sur la salubrité des aliments (Ziska et coll., 2016).
 - Les pratiques traditionnelles d'entreposage, de conservation et de préparation des aliments peuvent être à risque. Par exemple, le dégel du pergélisol peut avoir une incidence sur la stabilité et la sécurité des congélateurs traditionnels enfouis dans le sol utilisés par de nombreuses collectivités autochtones du Nord (CAC, 2014).
 - La disponibilité réduite ou variable de l'eau potable peut nuire aux activités de transformation des aliments (Campbell et coll., 2014).
 - Les événements météorologiques extrêmes (p. ex., les inondations) peuvent perturber l'approvisionnement en énergie, la disponibilité de la main-d'œuvre et l'infrastructure des installations de transformation essentielles aux activités qui y sont exercées (Ziska et coll., 2016).
 - Les impacts des changements climatiques peuvent avoir une incidence sur la disponibilité, la qualité et le coût des matières premières et des intrants dans le secteur de la production alimentaire, tant à l'échelle nationale qu'internationale (Edwards et coll., 2011; Wong et Schuchard, 2011).
-

Distribution des aliments

- Les températures extrêmes, le dégel du pergélisol, la modification des régimes de précipitations, les changements dans les cycles gel-dégel et les événements météorologiques extrêmes peuvent causer des dommages physiques à l'infrastructure de transport et perturber celle-ci (Palko et Lemmen, 2017).
 - Les événements météorologiques extrêmes peuvent endommager l'infrastructure des installations de distribution et d'entreposage (p. ex., les épiceries, les banques alimentaires) (Biehl et coll., 2018) et perturber l'approvisionnement en énergie, la disponibilité de la main-d'œuvre et l'infrastructure technologique essentielle à la distribution alimentaire (Ziska et coll., 2016; Biehl et coll., 2018).
-

Préparation et consommation des aliments

- L'augmentation des températures peut modifier les comportements de préparation des aliments (p. ex., barbecue, pique-niques), augmentant le risque d'exposition à des maladies d'origine alimentaire (Ziska et coll., 2016; Levison et coll., 2018).
-
-

RISQUES LIÉS AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES POUR LES PRINCIPALES COMPOSANTES DU SYSTÈME ALIMENTAIRE

- L'augmentation de la température océanique et les changements de salinité augmentent le risque qu'il y ait des agents pathogènes dans les fruits de mer, qui sont souvent consommés crus (p. ex., les huîtres) (Jaykus et coll., 2008; Tirado et coll., 2010; Ziska et coll., 2016).
-

Source : Tableau adapté de Schnitter et Berry, 2019

8.4 Changements climatiques, sécurité alimentaire et santé au Canada

8.4.1 La sécurité alimentaire au Canada

Le niveau de base de la sécurité alimentaire a une incidence sur la vulnérabilité des ménages aux impacts des changements climatiques sur la santé alimentaire. Il est donc important de comprendre la prévalence de base, la répartition, les déterminants et l'ampleur de la sécurité alimentaire au Canada. Environ 12,7 % des ménages canadiens connaissent un certain degré d'insécurité alimentaire (Tarasuk et Mitchell, 2020). Cette prévalence est probablement sous-estimée, car l'enquête ne tient pas compte des personnes qui vivent dans les collectivités des Premières Nations (dans les réserves), des membres à temps plein des Forces canadiennes, des personnes incarcérées, des personnes qui vivent dans certaines collectivités éloignées du Nord ou des personnes qui sont mal logées ou sans-abri (Jessiman-Perreault et McIntyre, 2017).

Il existe des iniquités quant à la façon dont la sécurité alimentaire est répartie et vécue partout au Canada. De telles iniquités contribuent aux disparités continues en matière de santé au pays (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé). La prévalence de l'insécurité alimentaire des ménages est plus forte dans les territoires et les provinces maritimes (figure 8.2), et les ménages urbains connaissent une insécurité alimentaire légèrement plus grande (13 %) que les ménages des milieux ruraux (11 %) (Tarasuk et coll., 2016; Tarasuk et Mitchell, 2020). L'insécurité alimentaire est plus courante dans les ménages avec enfants et les ménages monoparentaux, ceux qui sont dirigés par une femme étant les plus vulnérables (Tarasuk et Mitchell, 2020). La probabilité d'une grave insécurité alimentaire augmente avec la baisse du revenu des ménages (Statistique Canada, 2012). En 2017-2018, environ 60 % des ménages canadiens dont la principale source de revenus était l'aide sociale ont déclaré vivre dans l'insécurité alimentaire (Tarasuk et Mitchell, 2020). La prévalence de l'insécurité alimentaire est beaucoup plus élevée dans les ménages où le répondant s'est identifié comme Autochtone (28,2 %) ou Noir (28,9 %) (Tarasuk et Mitchell, 2020). Le chômage, le faible niveau de scolarité (pas de diplôme d'études secondaires), l'immigration récente (moins

de cinq ans) et l'auto-identification comme 2ELGBTQQIA+ (personnes bispirituelles, lesbiennes, gaies, bisexuelles, transgenres, queer, en questionnement, intersexuelles et asexuelles) augmentent également le risque d'insécurité alimentaire des ménages (ASPC, 2018).

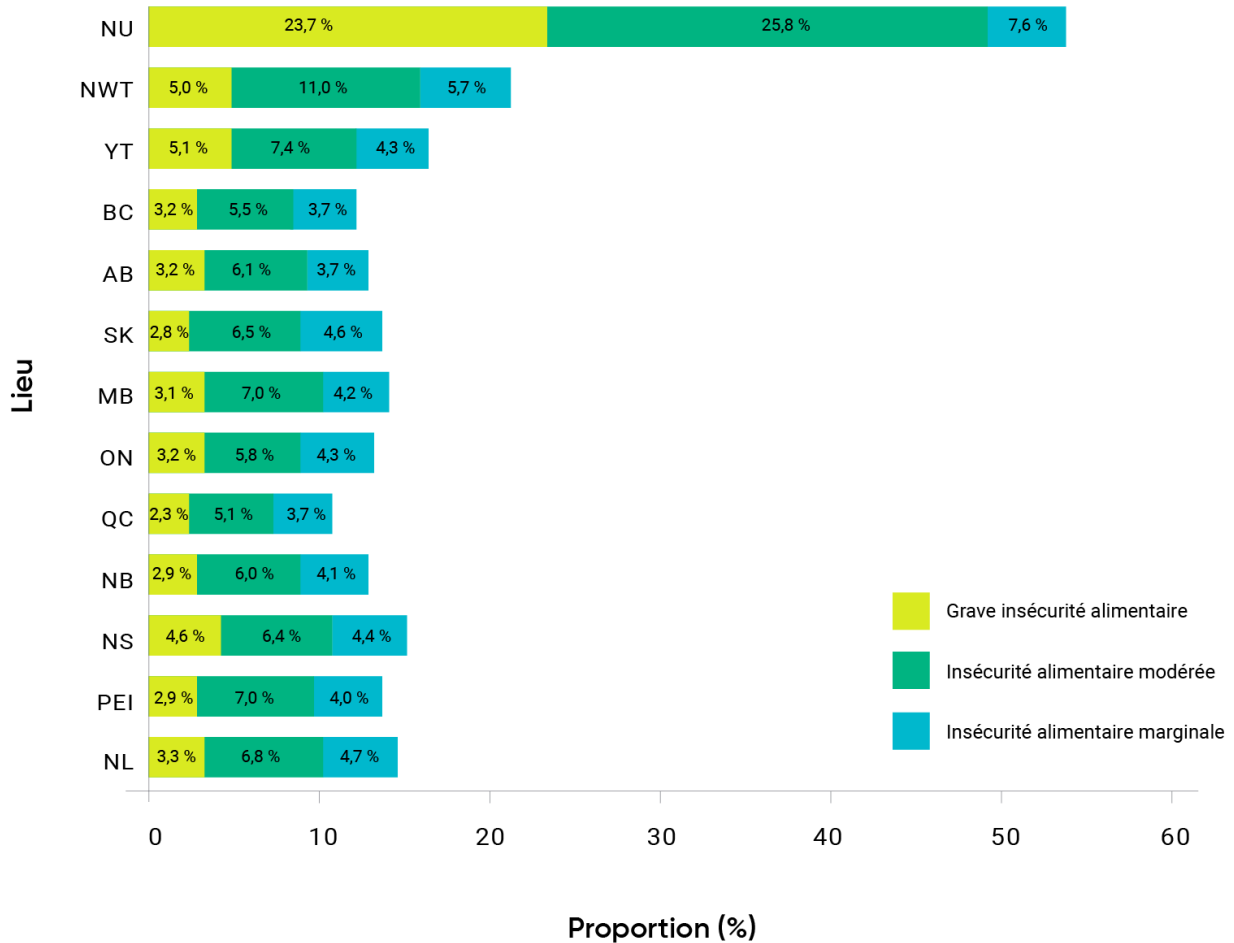


Figure 8.2 Insécurité alimentaire de base des ménages au Canada selon la province et le territoire, qui peut sous-tendre la vulnérabilité aux impacts des changements climatiques liés à l'alimentation sur la santé. Source : figure adaptée de Tarasuk et Mitchell, 2020; données tirées de Statistique Canada, 2018.

Les ménages autochtones, en particulier ceux des collectivités éloignées et du Nord, sont fréquemment confrontés à l'insécurité alimentaire, qui est souvent enracinée dans l'héritage permanent du colonialisme (encadré 8.1). En effet, la prévalence de l'insécurité alimentaire est 3,7 fois plus élevée chez les adultes inuits, 2,7 fois plus élevée chez les adultes des Premières Nations (vivant hors réserve) et 2,2 fois plus élevée chez les adultes métis que chez les adultes non autochtones (ASPC, 2018) (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). Les données sur les réserves indiquent qu'un peu plus de la moitié (50,8 %) des adultes des Premières Nations vivent dans des ménages en situation d'insécurité alimentaire et que 43,2 % des ménages avec enfants sont classés dans cette catégorie (CGIPN, 2018). Comme plus de 68 % des ménages

connaissent un certain degré d'insécurité alimentaire (Rosol et coll., 2011; Huet et coll., 2012; Fillion et coll., 2014), la prévalence de l'insécurité alimentaire chez les Inuits vivant au Nunavut est plus élevée que chez tout autre peuple autochtone vivant dans un pays à revenu élevé (CAC, 2014).

Encadré 8.1 Le système alimentaire imposé par le colonialisme accroît la vulnérabilité des peuples autochtones aux changements climatiques

Les systèmes alimentaires autochtones sont particulièrement vulnérables aux changements climatiques. La forte prévalence actuelle de l'insécurité alimentaire chez de nombreux peuples autochtones contribue à cette vulnérabilité, qui est souvent enracinée dans l'héritage colonial permanent. En effet, les peuples autochtones du Canada obtiennent des résultats bien pires que la population générale pour presque tous les indicateurs de santé, situation qui a été directement attribuée aux processus historiques et continus de colonisation (Delormier et coll., 2017; Greenwood et coll., 2018). Le système alimentaire imposé par la colonisation est une préoccupation unique en matière de sécurité alimentaire pour les peuples autochtones (Cidro et coll., 2018) et a joué un rôle de premier plan dans la perturbation et l'affaiblissement des systèmes alimentaires autochtones (Morrison, 2011; Whyte, 2016).

La colonisation a entraîné la perte généralisée du lien et de l'accès aux terres qui soutenaient les systèmes alimentaires autochtones (p. ex. par la chasse, la cueillette, la pêche, la culture et le commerce) (Desmarais et Wittman, 2014). La colonisation et la perturbation des systèmes alimentaires autochtones qui en a résulté étaient dans l'ensemble intentionnelles, ouvrant la voie à un système alimentaire imposé qui a contribué aux disparités sanitaires que connaissent les peuples autochtones du Canada, notamment des taux plus élevés d'insécurité alimentaire et de maladies chroniques (Desmarais et Wittman, 2014; Grey et Patel, 2015). Par conséquent, dans le mouvement de la sécurité alimentaire autochtone, les structures sous-jacentes de ce colonialisme continu sont considérées comme étant le déterminant le plus critique des résultats médiocres en matière de santé (Martens et coll., 2016). La diminution de la consommation d'aliments sains issus de la terre, comme le gibier, le poisson, les plantes et les baies, en raison des déplacements dus à l'environnement, de la dépossession des terres, des politiques restrictives et du changement culturel est un résultat direct de ce processus (Rudolph et McLachlan, 2013; Delormier et coll., 2017). L'insécurité alimentaire, surtout en ce qui concerne les aliments traditionnels, a entraîné la perte du savoir autochtone et, par ricochet, a eu une incidence sur la santé nutritionnelle, émotionnelle et spirituelle des peuples autochtones au Canada.

Des études ont démontré que les systèmes alimentaires autochtones sont au cœur de la santé et du bien-être des Autochtones (Desmarais et Wittman, 2014) et qu'une consommation accrue d'aliments traditionnels améliore la qualité de l'alimentation des Autochtones et leur santé (Johnson-Down et Egeland, 2010; Gagné et coll., 2012; Batal et coll., 2017). Les aliments traditionnels contribuent à la santé et au bien-être en raison de leur valeur nutritive souvent plus élevée, du sentiment d'identité acquis dans la pratique traditionnelle de récolte, de préparation et de partage de ces aliments, et des niveaux accrus d'activité physique que nécessitent ces activités d'approvisionnement (Harper et coll., 2015a; Batal et coll., 2017). Par exemple, des études menées auprès du peuple Gwich'in en Colombie-Britannique (Kermoal et Altamirano-Jiménez, 2016) et dans les Territoires

du Nord-Ouest (Parlee et coll., 2005) ont révélé que la cueillette des baies relie les femmes à leur « moi » spirituel, émotionnel, mental et physique, en plus de fournir une valeur nutritive importante.

Les femmes, les jeunes et les enfants sont particulièrement vulnérables aux impacts liés à la perte d'accès aux terres traditionnelles qui soutiennent les systèmes alimentaires autochtones et à la perte de contrôle sur celles-ci (Lemke et Delormier, 2017; Neufeld et coll., 2020). Le savoir autochtone transmis à l'appui de l'identité, de la langue et de la raison d'être ont été perturbées au niveau intergénérationnel (Delormier et coll., 2017; Lemke et Delormier, 2017). Rudolph et McLachlan (2013) soutiennent que « l'insécurité alimentaire et les maladies liées au régime alimentaire dans les collectivités autochtones sont donc mieux comprises dans le contexte de l'injustice historique ». Ensemble, et compte tenu du rôle important que jouent les systèmes alimentaires autochtones dans la santé et le bien-être des peuples autochtones, les impacts des changements climatiques sur les systèmes alimentaires autochtones ont des impacts très variés sur les peuples autochtones, leurs systèmes de connaissances et leurs droits.

Bien que certaines caractéristiques des personnes et des ménages soient associées aux tendances de l'insécurité alimentaire (p. ex., situation socioéconomique, situation dans le ménage, identité autochtone), il est important de noter que les groupes de population ne sont pas homogènes et que le statut de sécurité alimentaire n'est pas statique. Chaque personne fait l'expérience d'un éventail de facteurs sociaux, politiques, économiques et environnementaux qui se recoupent et qui contribuent à un statut de sécurité alimentaire qui peut varier au fil du temps (Kapilashrami et Hankivsky, 2018), et donc à une vulnérabilité différente et changeante aux impacts des changements climatiques sur les systèmes alimentaires. Dans certains cas, ces facteurs peuvent se croiser d'une manière qui aggrave la vulnérabilité à l'insécurité alimentaire dans le contexte des changements climatiques, créant des impacts disproportionnés sur certains groupes de population. L'insécurité alimentaire est étroitement liée à d'autres indicateurs d'inégalité sur le plan matériel et social (Tarasuk et Mitchell, 2020). Dans de nombreux cas, les désavantages peuvent aggraver la vulnérabilité aux risques sanitaires liés au climat en créant des difficultés pour les personnes qui doivent prendre des mesures pour se protéger et s'adapter (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé).

8.4.2 La sécurité alimentaire est un enjeu de santé publique

La sécurité alimentaire est un enjeu de santé publique important et elle sera touchée, induite et modifiée par les changements climatiques. L'insécurité alimentaire dans les ménages est associée à de nombreux effets néfastes sur la santé physique et mentale, y compris les carences nutritionnelles, les maladies cardiovasculaires, le diabète, les problèmes de santé buccodentaire et la dépression (tableau 8.3) (McLeod et Veall, 2006; Muldoon et coll., 2013; Tarasuk et coll., 2016; Jessiman-Perreault et McIntyre, 2017). La malnutrition due à l'insécurité alimentaire peut accroître la susceptibilité de l'organisme à la maladie, ce qui peut ensuite limiter la capacité d'une personne à accéder à la nourriture et à l'utiliser. Une telle situation peut exacerber l'insécurité alimentaire et la malnutrition et créer un cercle vicieux d'insécurité alimentaire et de mauvaise santé (Aberman et Tirado, 2014). De plus, une étude menée en Ontario a démontré que l'insécurité alimentaire peut exercer une pression indirecte sur le système de soins de santé, car les adultes qui souffrent

d'insécurité alimentaire ont besoin de plus de services de soins de santé et sont plus susceptibles de devenir des utilisateurs de soins de santé coûteux que les adultes qui sont en situation de sécurité alimentaire (figure 8.3) (Tarasuk et coll., 2015; Li et coll., 2016; Tarasuk et coll., 2016). Compte tenu de ces répercussions sur le secteur de la santé, la sécurité alimentaire dans le contexte d'un climat en changement constitue un important défi de santé publique.

Tableau 8.3 Exemples d'enjeux sanitaires et sociaux qui sont associés à l'insécurité alimentaire et pourraient être exacerbés par les changements climatiques

CATÉGORIE	ENJEUX SANITAIRES ET SOCIAUX
Santé maternelle et résultats à la naissance	<ul style="list-style-type: none">• Une alimentation inadéquate pendant la grossesse peut avoir des impacts négatifs sur la santé de la mère et de l'enfant.• L'insécurité alimentaire maternelle est associée à un risque accru d'anomalies congénitales.• L'insécurité alimentaire des ménages peut avoir une incidence négative sur les comportements d'alimentation des nourrissons et des jeunes enfants et limiter la durabilité de l'allaitement maternel.
Développement de l'enfant	<ul style="list-style-type: none">• L'insécurité alimentaire peut nuire à la croissance et au développement physiques et cognitifs des jeunes enfants.• L'insécurité alimentaire est associée à une mauvaise santé générale chez les enfants.• L'insécurité alimentaire est associée à l'anémie par carence en fer et a été associée à l'apparition de diverses maladies chroniques, dont l'asthme et la dépression.
État de santé et maladies chroniques	<ul style="list-style-type: none">• Les personnes qui souffrent d'insécurité alimentaire sont plus susceptibles de souffrir d'une myriade de maladies chroniques, y compris des problèmes de santé mentale et physique.• Les personnes qui souffrent d'insécurité alimentaire déclarent des niveaux plus élevés de mauvaise santé, de diabète de type 2, de cardiopathie, d'hypertension artérielle et d'allergies alimentaires.• L'insécurité alimentaire pose des obstacles supplémentaires à la gestion des maladies chroniques, ce qui augmente la probabilité de résultats indésirables.

CATÉGORIE	ENJEUX SANITAIRES ET SOCIAUX
Santé mentale et bien-être émotionnel	<ul style="list-style-type: none"> • L'insécurité alimentaire a une incidence sur le bien-être social et mental, ce qui peut accroître la probabilité de dépression, de détresse et d'isolement social (voir le chapitre 4 : Santé mentale et bien-être). • La faim chez les enfants est un facteur de risque de dépression et de symptômes suicidaires à l'adolescence et au début de l'âge adulte.
Coût des soins de santé	<ul style="list-style-type: none"> • L'insécurité alimentaire entraîne une augmentation des coûts des soins de santé et de la probabilité que les adultes deviennent des utilisateurs de soins de santé coûteux. • En Ontario, les coûts annuels totaux des soins de santé étaient respectivement de 23 %, 49 % et 121 % plus élevés pour les adultes dans les ménages en situation d'insécurité alimentaire légère, modérée et grave.

Source : tableau adapté de Li et coll., 2016

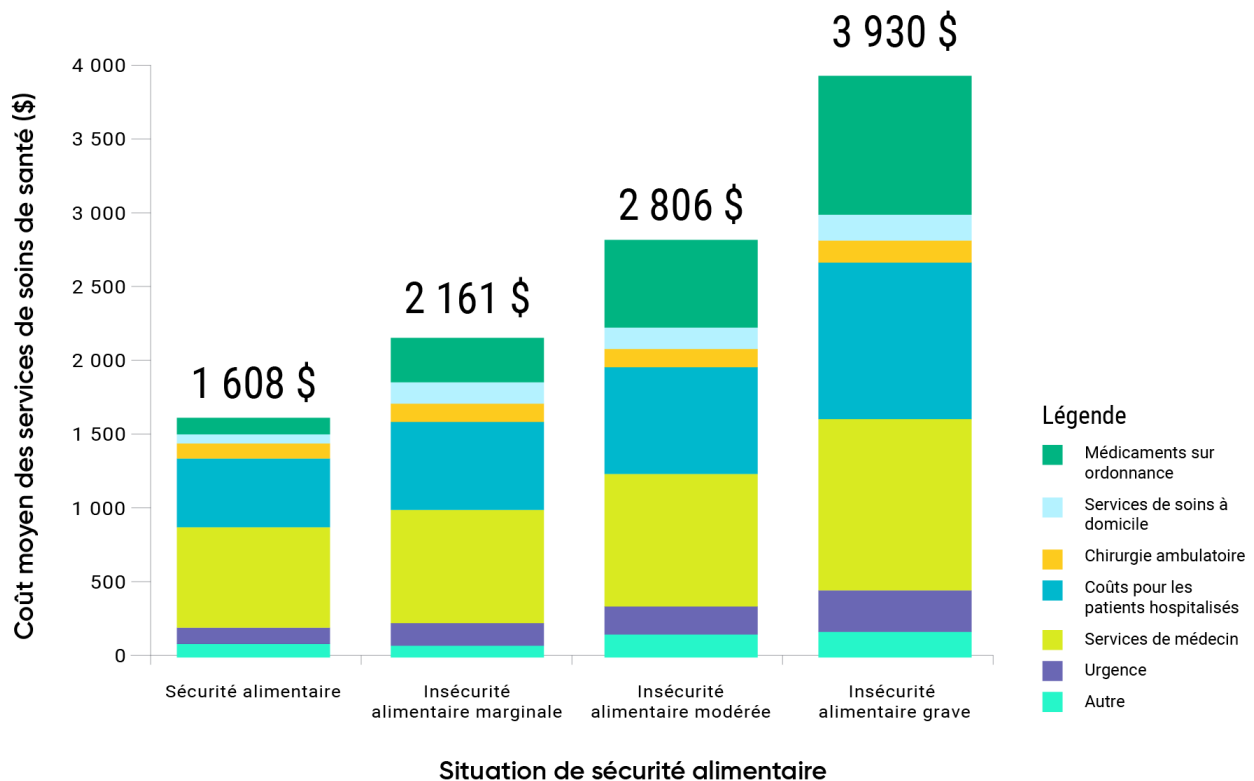


Figure 8.3 Coûts moyens des soins de santé sur 12 mois pour les adultes de l'Ontario (de 18 à 64 ans), selon le niveau d'insécurité alimentaire du ménage. Source : Tarasuk et coll., 2015.

8.4.3 Impacts des changements climatiques sur les piliers de la sécurité alimentaire

Les changements climatiques posent des risques pour les systèmes alimentaires (voir la section 8.3 Impacts des changements climatiques sur les systèmes alimentaires du Canada) en raison d'interactions complexes qui influent sur les piliers de la sécurité alimentaire – la disponibilité, l'accessibilité, l'utilisation et la stabilité – et qui peuvent entraîner des résultats négatifs pour la santé des Canadiens et des Canadiennes. Les menaces qui pèsent sur ces piliers sont abordées ci-dessous.

8.4.3.1 Impacts des changements climatiques sur la disponibilité des aliments

Trois éléments principaux sont associés à la disponibilité des aliments : la production, la distribution et l'échange des aliments (Ericksen, 2008). Les changements climatiques peuvent perturber chacun de ces éléments (figure 8.1). Par exemple, le rendement des cultures est très sensible aux changements de température et de disponibilité de l'eau. Des températures de l'air supérieures à 30 °C sont associées à des rendements réduits pour les cultures qui requièrent beaucoup d'eau (Myers et coll., 2017). La variabilité et les extrêmes de température peuvent également endommager les cultures, surtout si ces événements se produisent aux stades critiques de leur développement (Easterling et coll., 2007; Gornall et coll., 2010). En 2012, par exemple, après un été de chaleur extrême et de sécheresse, les arbres fruitiers de l'Ontario ont fleuri plus tôt par rapport à la normale saisonnière. Les températures ont ensuite chuté, causant un gel qui a entraîné une perte de 80 % des récoltes de pommes et de 50 % des récoltes de fraises en Ontario (ECCC, 2017). On prévoit que l'Est et le Centre du Canada connaîtront une destruction plus fréquente des bourgeons par le froid et les gels meurtriers tardifs (Campbell et coll., 2014), ce qui aura une incidence négative sur la production alimentaire agricole.

On s'attend également à ce que le Canada connaisse une augmentation de la fréquence et de la gravité des événements météorologiques extrêmes (Bush et Lemmen, 2019), lesquels peuvent nuire à l'agriculture et à la production de bétail, en plus de perturber la distribution et l'échange des aliments. Par exemple, une forte tempête hivernale en janvier 2020 a forcé la Ville de St. John's à déclarer l'état d'urgence, et toutes les entreprises, y compris les épiceries, ont été obligées de fermer leurs portes. Les épiceries ont rouvert après quatre jours, mais la forte demande des consommateurs, combinée à une chaîne d'approvisionnement alimentaire régionale perturbée, a fait en sorte que de nombreux magasins ont vendu tous leurs aliments et ont dû refuser des clients qui attendaient depuis des heures pour acheter des aliments de base (Roberts et Cooke, 2020).

On s'attend à ce que les changements climatiques aient une incidence sur la diversité des aliments disponibles à l'échelle mondiale, ce qui a d'importantes répercussions sur la santé. Springmann et coll. (2016) ont déterminé qu'il pourrait y avoir jusqu'à 529 000 décès dans le monde (78 par million de personnes, année de référence : 2010) entre 2010 et 2050 en raison de la réduction de la disponibilité des aliments et des changements dans la consommation de fruits, de légumes et de viande rouge attribuables aux changements climatiques. Dans ce modèle, les changements dans l'alimentation liés au climat (c.-à-d. la diminution de la consommation de fruits et de légumes) devraient entraîner deux fois plus de décès que les

réductions de l'apport calorique liées au climat. En ce qui concerne le Canada, l'étude prévoit qu'en 2050, entre 25 et 33 décès par million d'habitants surviendront en raison des effets des changements climatiques sur l'alimentation et le poids corporel, presque tous attribuables à la réduction de la consommation de fruits et légumes (Springmann et coll., 2016). Si la population du Canada devait atteindre 44 millions d'habitants (Statistique Canada, 2020), on pourrait s'attendre à ce qu'il y ait de 1 100 à 1 450 décès supplémentaires en 2050). L'adoption de stratégies d'atténuation des GES pourrait réduire de 29 % à 71 % le nombre de décès dans le monde qui découlent des effets des changements climatiques sur la disponibilité des aliments en 2050; toutefois, il y aurait des décès excédentaires même dans les scénarios d'émissions négatives (Springmann et coll., 2016).

8.4.3.2 Impacts des changements climatiques sur l'accessibilité des ressources alimentaires

L'accessibilité des ressources alimentaires concerne l'abordabilité des aliments, leur attribution et les préférences socioculturelles s'y rattachant (figure 8.1) (Eriksen, 2008), et elle peut subir l'impact des changements climatiques par des voies indirectes, mais bien connues. Plusieurs études ont fait des prévisions en ce qui a trait à l'impact des changements climatiques sur les prix des produits alimentaires dans le monde (Easterling et coll., 2007; Lake et coll., 2012). Par exemple, les modèles mondiaux prévoient, selon le scénario d'émissions du profil représentatif d'évolution de concentration (RCP) 6.0, que les prix des céréales augmenteront de 1 % à 29 % d'ici 2050 (Mbow et coll., 2019). On prévoit que les prix d'autres denrées de base, comme le riz et le sucre, augmenteront de 80 % par rapport à leurs niveaux de référence sans changements climatiques (Schmidhuber et Tubiello, 2007). Selon le Rapport sur les prix des aliments au Canada, les changements climatiques sont un facteur important de l'augmentation des prix des aliments depuis 2016. Les impacts des changements climatiques, y compris les changements de régime climatique, les sécheresses, les feux de forêt, la réduction de l'accès à l'eau douce et l'élévation du niveau de la mer devraient avoir une incidence sur les systèmes alimentaires canadiens et contribuer à une augmentation de 3 % à 5 % du prix global des aliments en 2021 (Charlebois et coll., 2020; Charlebois et coll., 2021).

À mesure que le prix des aliments augmente, il se peut que les ménages n'aient pas les moyens financiers d'acheter des aliments adéquats, sains et qu'ils préfèrent. En effet, l'augmentation des prix des aliments peut obliger les consommateurs, en particulier ceux qui ont de faibles revenus et qui sont déjà menacés par l'insécurité alimentaire, à acheter des aliments transformés à forte densité d'énergie et moins coûteux, ce qui contribue à un apport excessif en sodium, en sucre et en gras saturé et peut avoir des conséquences négatives sur la nutrition et la santé (Lock et coll., 2009; Lake et coll., 2012). Le remplacement des aliments nutritifs par des aliments transformés à forte densité d'énergie mais peu coûteux peut entraîner une incidence accrue des carences en éléments nutritifs et des maladies non transmissibles, comme l'obésité et le diabète de type 2 (Gibson et coll., 2004; Lake et coll., 2012; Marushka et coll., 2017; Kenny et coll., 2018).

L'accessibilité des aliments dépend également de l'accès physique aux aliments, lequel peut être touché par les changements climatiques, et les événements météorologiques extrêmes en particulier. Par exemple, les vents violents, les précipitations extrêmes, les inondations et les événements de chaleur extrême peuvent perturber les réseaux de transport en commun, sur lesquels de nombreux citoyens comptent pour accéder aux sites de distribution d'aliments au détail (Palko et Lemmen, 2017). Ces effets peuvent

être particulièrement prononcés chez les personnes handicapées et celles qui vivent dans des quartiers classés comme des « déserts alimentaires », où les ménages ont un revenu faible et peu ou pas accès à des magasins ou des restaurants de proximité qui offrent des aliments sains et abordables (Biehl et coll., 2018).

8.4.3.3 Impacts des changements climatiques sur l'utilisation des aliments

La sécurité alimentaire s'étend au-delà de la dynamique de l'offre et de la demande des marchés, jusqu'à l'utilisation des aliments (figure 8.1), y compris les aspects importants liés à la salubrité des aliments (voir la section 8.5 Impacts des changements climatiques sur la sécurité alimentaire au Canada) et à la valeur nutritive et socioculturelle des aliments (voir la section 8.4.3.3.1 Impacts des changements climatiques sur la disponibilité des éléments nutritifs) (Ericksen, 2008; Myers et coll., 2017).

Les changements climatiques auront un impact sur la valeur nutritionnelle et la composition nutritionnelle des régimes alimentaires par leur influence sur les piliers de la sécurité alimentaire, ainsi que sur les conditions dans lesquelles les aliments sont produits, distribués et choisis par les gens (The Royal Society, 2009; Lake et coll., 2012). Comme nous le verrons plus loin, de tels changements ont des répercussions sur la santé humaine et la nutrition en général en raison des effets possibles sur la disponibilité des éléments nutritifs, des impacts liés à la biodiversité sur l'accès aux éléments nutritifs, ainsi que des transitions et des substitutions alimentaires.

8.4.3.3.1 Impacts des changements climatiques sur la disponibilité des éléments nutritifs

À l'échelle mondiale, on s'attend à ce que les concentrations croissantes de dioxyde de carbone (CO₂) associées aux changements climatiques modifient la teneur et la densité en éléments nutritifs des produits agricoles et des produits de la mer, ce qui pourrait avoir une incidence sur la sécurité alimentaire (Macdiarmid et Whybrow, 2019). Des expériences de culture (p. ex., blé, riz, légumineuses) dans des environnements contrôlés ont révélé que les concentrations de zinc, de fer et de protéines sont réduites de 3 % à 15 % lorsque la culture se fait dans des conditions de CO₂ élevé (de 550 à 690 ppm) (Myers et coll., 2014; Myers et coll., 2017). Par ailleurs, la teneur en phytates était également réduite, ce qui pourrait compenser une partie des pertes de zinc et de fer, car les phytates réduisent habituellement la biodisponibilité des micronutriments (Myers et coll., 2014; Myers et coll., 2017). Néanmoins, on prévoit qu'en raison de ces changements dans la valeur nutritive des régimes alimentaires contemporains à l'échelle mondiale, des centaines de millions de personnes pourraient souffrir de carences en zinc, en fer ou en protéines et que les carences dont souffrent déjà environ deux milliards de personnes seront exacerbées (Myers et coll., 2017).

L'augmentation des concentrations de CO₂ modifie également la valeur nutritive des plantes importantes pour les espèces pollinisatrices (Myers et coll., 2017). Bien que l'effet net des changements climatiques sur les pollinisateurs demeure incertain, des études indiquent qu'une baisse de la pollinisation naturelle diminuerait le rendement de nombreuses cultures alimentaires qui dépendent des pollinisateurs et qui fournissent des macronutriments et des micronutriments importants aux humains (Myers et coll., 2017). Le déclin des pollinisateurs à long terme pourrait réduire la consommation de fruits, de légumes, de noix et de graines dans de nombreux pays, provoquant une augmentation de la mortalité infantile, des anomalies congénitales attribuables aux carences en vitamines A, E et B6 (folate) et des risques de maladies cardiaques, d'accident vasculaire cérébral, de diabète de type 2 et de certains cancers (Myers et coll., 2017). La diversité des sols et

des conditions de culture, ainsi que les méthodes de récolte, de transformation et d'entreposage des cultures alimentaires peuvent également influencer sur la composition en éléments nutritifs. Par exemple, la teneur en sélénium varie selon la géographie en fonction de la teneur en minéraux du sol (Lake et coll., 2012).

Cependant, les impacts sanitaires d'une réduction de la teneur nutritive sur la sécurité alimentaire dépendront de la diversité alimentaire globale, ainsi que des politiques d'enrichissement des aliments propres à chaque pays (ACIA, 2014). À l'instar des impacts dans d'autres pays à revenu élevé, l'impact sera probablement plus faible au Canada, où de nombreux aliments de base, y compris la farine de blé, sont enrichis de micronutriments essentiels comme le fer et l'acide folique (ACIA, 2014). Néanmoins, les impacts sanitaires peuvent être plus prononcés dans certaines régions du Canada, comme dans les collectivités nordiques, où il est déjà difficile d'avoir accès à un régime alimentaire diversifié contenant des fruits, des légumes et des grains entiers. D'autres recherches sont donc nécessaires pour comprendre comment les changements dans la disponibilité des éléments nutritifs, attribuables au climat, influenceront sur la sécurité alimentaire au Canada.

8.4.3.3.2 Impacts de la perte de biodiversité liée au climat sur l'accès aux éléments nutritifs

La perte de biodiversité qui découlera des impacts des changements climatiques causera une augmentation des risques pour l'accès aux aliments et aux éléments nutritifs (Rose et coll., 2001; Romero-Lankao et coll., 2014). La biodiversité reflète le nombre et la variété des organismes vivants et joue un rôle clé dans la stimulation de la productivité, de la résilience et de la durabilité des écosystèmes. En retour, les écosystèmes offrent de nombreux avantages aux humains et aux animaux; ils contribuent notamment à la formation et à la rétention des sols, à la pollinisation ainsi qu'à la régulation du climat, et ils fournissent les ressources nécessaires à l'alimentation et à la fabrication de produits pharmaceutiques (IPBES, 2018).

Bien que les produits agricoles fournissent la majorité de l'énergie alimentaire (c.-à-d. les calories), les fruits de mer sont une source importante d'éléments nutritifs comme les protéines, les matières grasses, les minéraux et les vitamines pour de nombreuses populations, y compris les Canadiens et les Canadiennes (Myers et coll., 2017; Marushka et coll., 2019). Selon les estimations mondiales, le déclin des récoltes de poissons lié aux changements climatiques (GIEC, 2019a) rendra 845 millions de personnes vulnérables aux carences en fer, en zinc et en vitamine A, et 1,4 milliard de personnes vulnérables aux carences en vitamine B12 et en acides gras polyinsaturés à longue chaîne oméga-3 d'ici 2050 (Golden et coll., 2016). Ceux qui se trouvent dans des milieux qui disposent de peu de ressources seront plus susceptibles de souffrir de carences en éléments nutritifs en raison de leur accès limité à des solutions de rechange, comme d'autres sources de protéines animales, des suppléments et des aliments fortifiés ou enrichis sur le plan nutritionnel (Myers et coll., 2017).



Encadré 8.2 Impacts des changements climatiques sur les milieux marins dans les collectivités côtières des Premières Nations de la Colombie-Britannique

Les fruits de mer récoltés localement sont un élément essentiel du régime alimentaire et de la santé des Premières Nations côtières de la Colombie-Britannique. Les changements climatiques devraient exacerber les facteurs de contrainte existants (p. ex. règlements coloniaux sur les pêches, dégradation de l'environnement, inégalités socioéconomiques) sur l'accès à ce système alimentaire autochtone et sa qualité, ce qui a des implications pour la santé et la nutrition des Premières Nations dans cette région (Marushka et coll., 2019).

Par exemple, une étude a estimé que la consommation traditionnelle de fruits de mer fournissait aux Premières nations côtières les apports nutritionnels de référence (ANREF) quotidiens recommandés pour deux acides gras oméga-3, à savoir l'acide eicosapentanoïque (EPA) et l'acide docosahexaénoïque (DHA) (74 % à 184 %), et la vitamine B12 (84 % à 152 %), ainsi que des niveaux substantiels de niacine (28 % à 55 %), de sélénium (29 % à 55 %), de vitamine D (15 % à 30 %) et de protéines (14 % à 30 %). D'après les projections relatives aux changements climatiques pour ces collectivités côtières, on estime que l'apport en éléments nutritifs essentiels sera réduit de 21 % d'ici 2050 selon un scénario de « forte atténuation » des émissions liées aux changements climatiques (RCP 2.6), et de 31 % selon un scénario de « maintien du statu quo » (RCP 8.5) (Marushka et coll., 2019). L'impact relatif de ces changements variait selon le sexe et l'âge en fonction de la consommation moyenne de produits de la mer (Marushka et coll., 2019). L'analyse a révélé que le remplacement des ressources alimentaires marines qui sont en déclin en raison des changements climatiques par du poulet, du thon en conserve et du pain ne suffirait pas à compenser les éléments nutritifs perdus, ce qui indique que les aliments du marché ne peuvent pas facilement remplacer les aliments traditionnels (Marushka et coll., 2019).

Afin de promouvoir la sécurité et la souveraineté alimentaires (encadré 8.1), les stratégies d'adaptation aux changements climatiques qui améliorent le potentiel de récolte des fruits de mer et les droits d'accès aux collectivités côtières des Premières Nations sont essentielles (encadré 8.6). En réponse au besoin de mesures d'adaptation autodéterminées des Autochtones (section 8.6 6 L'adaptation pour réduire les risques pour la santé), l'Autorité sanitaire des Premières Nations, dans le cadre du programme *ADAPTATIONSanté de Santé Canada*, établit le programme *WATCH : Prendre soin ensemble des ressources alimentaires : récolte de ressources alimentaires marines en toute sécurité dans le contexte des changements climatiques*, qui donnera lieu à l'élaboration de stratégies d'adaptation pertinentes pour les collectivités locales et les communautés autochtones en vue de réduire les impacts des changements climatiques sur les ressources alimentaires marines des Autochtones et d'accroître la résilience des communautés des Premières Nations en Colombie-Britannique (Santé Canada, 2019).

Les impacts de la perte de biodiversité sont répartis de manière inéquitable entre les populations humaines. Au Canada, les peuples autochtones qui dépendent de la terre pour leur subsistance sont particulièrement vulnérables à la perte de biodiversité liée au climat (Rose et coll., 2001; Richmond et Ross, 2009; Anderson et coll., 2018; Kenny et coll., 2018; Boulanger-Lapointe et coll., 2019). Par exemple, Rosol et coll. (2016) ont exploré l'impact nutritionnel probable des éventuelles substitutions alimentaires en s'appuyant sur des

observations d'espèces alimentaires en déclin dans 36 collectivités autochtones du Nunavut, de la région désignée des Inuvialuit et du Nunatsiavut. Dans certains cas, les substitutions se sont traduites par une consommation similaire d'éléments nutritifs, tandis que d'autres solutions de rechange avaient une valeur nutritive plus faible. Par exemple, si les Inuits de la région de Kivalliq remplaçaient 50 % de leur prise de poisson par du canard (gramme pour gramme), l'apport en vitamine D diminuerait de 94 %, tandis que l'apport en fer et en zinc augmenterait (Rosol et coll., 2016). De même, les régimes alimentaires de plusieurs Premières Nations de la Colombie-Britannique dépendent des fruits de mer récoltés localement, ce qui signifie que leur santé nutritionnelle est très vulnérable aux déclins potentiels liés au climat dans l'abondance des fruits de mer (encadré 8.2) (Rosol et coll., 2016; Marushka et coll., 2017; Watts et coll., 2017; Rapinski et coll., 2018). Les peuples autochtones peuvent réagir à ces changements en achetant davantage d'aliments au détail; toutefois, cette réaction peut accroître les risques pour la santé, car le passage de la récolte locale à la vente au détail entraîne souvent une augmentation de la consommation d'aliments transformés qui contiennent plus de gras, de sucre raffiné et de sodium (Marushka et coll., 2019). De plus, dans de nombreuses collectivités autochtones éloignées, les aliments vendus au détail sont coûteux et limités sur les plans de la quantité, de la qualité et de la diversité – et ne soutiennent pas la continuité culturelle qui est un déterminant essentiel de la santé des peuples autochtones – ce qui complique les options d'adaptation efficaces (Marushka et coll., 2019). En plus des effets sur la qualité de l'alimentation, ces déclins des aliments récoltés localement ont également des impacts négatifs sur les résultats en matière de santé mentale, les pratiques culturelles, la langue, l'autodétermination et la cohésion sociale (Batal et coll., 2017; Marushka et coll., 2019) (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada; et le chapitre 4 : Santé mentale et bien-être).

8.4.3.3 Impacts des transitions et des substitutions alimentaires sur l'utilisation des éléments nutritifs

Les changements climatiques peuvent exacerber les stress nutritionnels existants et émergents, y compris la transition nutritionnelle actuelle qui touche les populations du Canada et d'ailleurs. La transition nutritionnelle, qui est liée à la mondialisation et à l'urbanisation, désigne une transition des régimes alimentaires traditionnels vers des aliments plus riches en calories, en gras et en sucres, accompagnée d'une hausse de la sédentarité (Wheeler et Von Braun, 2013; Breewood, 2018). Une alimentation riche en aliments transformés, lesquels ont une teneur élevée en calories, en sel, en sucre et en gras saturés, et une faible teneur en grains entiers, en noix, en graines, en légumineuses, en fruits et en légumes, est l'un des principaux facteurs de risque de décès et d'invalidité au Canada (IHME, 2016; Bacon et coll., 2019).

À l'échelle mondiale, la transition nutritionnelle contribue à un double fardeau de suralimentation (p. ex., l'obésité) et de sous-alimentation, ainsi qu'à des risques accrus de maladies non transmissibles et infectieuses (ONUAA et coll., 2018). Certains de ces effets sur la santé peuvent être plus prononcés dans certains sous-groupes de la population. Il faut surveiller et soutenir les populations touchées de façon disproportionnée, en particulier les ménages à faible revenu qui sont les plus touchés par la hausse du prix des aliments, les populations qui sont déjà exposées à des risques nutritionnels comme les femmes, les enfants et les personnes âgées, et les populations qui vivent dans des régions géographiques éloignées, ce qui comprend de nombreux peuples autochtones (Ford et Beaumier, 2011; Lake et coll., 2012; Bunce et coll., 2016; Collings et coll., 2016). Il faut également approfondir la recherche sur la nature, l'étendue et l'ampleur des impacts des changements climatiques sur la transition nutritionnelle.

8.4.3.4 Impacts des changements climatiques sur la stabilité alimentaire

Pour assurer la sécurité alimentaire à long terme, il faut que les aliments soient disponibles, accessibles et utilisés de façon stable et soutenue au fil du temps (ONUAA, 2008). Les changements climatiques peuvent réduire la stabilité des systèmes alimentaires, ce qui a un impact direct sur tous les piliers de la sécurité alimentaire (figure 8.1). Par exemple, les changements climatiques augmentent la variabilité spatiale et temporelle des modes de production alimentaire, ce qui a une incidence sur la disponibilité des aliments. Les prix des aliments peuvent aussi fluctuer davantage, ce qui aura des répercussions sur l'accessibilité. Il existe de nombreuses lacunes dans les connaissances sur la façon dont les changements climatiques influenceront sur la volatilité et la stabilité des systèmes alimentaires mondiaux et la sécurité alimentaire, en particulier en ce qui concerne l'accès aux aliments et leur utilisation (Myers et coll., 2017).

8.5 Impacts des changements climatiques sur la sécurité alimentaire au Canada

8.5.1 Changements climatiques, salubrité des aliments et agents pathogènes d'origine alimentaire

La salubrité des aliments peut être compromise à n'importe quel point du système alimentaire (figure 8.1). On rapporte environ quatre millions de cas de maladies d'origine alimentaire par année au Canada, ce qui fait de l'innocuité microbiologique des aliments un important problème de santé publique (Thomas et coll., 2013). Les maladies d'origine alimentaire découlent de l'ingestion d'aliments contaminés, et les symptômes peuvent aller de la diarrhée et des vomissements à des maladies plus graves (p. ex., syndrome de Guillain-Barré, syndrome hémolytique urémique) et à la mort. Au Canada, cinq pathogènes (norovirus, *Clostridium perfringens*, *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp. et *Bacillus cereus*) sont responsables de plus de 90 % des maladies d'origine alimentaire pour lesquelles l'agent causal est connu (tableau 8.5) (Thomas et coll., 2013). Au moins quatre de ces pathogènes sont connus pour être sensibles au climat (Kovats et coll., 2004; Fleury et coll., 2006; Lake et coll., 2009; Valcour et coll., 2016; Wu et coll., 2016; Lake, 2017; Park et coll., 2018).

En effet, dans de nombreux cas, les conditions climatiques sont directement liées aux maladies d'origine alimentaire, car la présence d'agents pathogènes dans les aliments est modifiée à court et à long terme par des variables climatiques telles que la température, les précipitations, les événements météorologiques extrêmes, le réchauffement et l'acidification des océans (Semenza et coll., 2012a; Liu et coll., 2013; Hellberg et Chu, 2015; Lake, 2017; Lake et Barker, 2018). L'augmentation de la température et les événements météorologiques extrêmes se classent parmi les trois premiers des 19 facteurs économiques, environnementaux et sociaux qui ont une influence sur la salubrité des aliments au Canada (Charlebois et Summan, 2015). On ne connaît pas avec certitude l'ampleur précise des impacts des changements

climatiques sur le fardeau des maladies d'origine alimentaire au Canada en raison du manque de recherches sur le sujet. Toutefois, étant donné que de nombreux pathogènes d'origine alimentaire sont sensibles au climat (Lake et coll., 2009; Tirado et coll., 2010; Semenza et coll., 2012a; Semenza et coll., 2012b; Liu et coll., 2013; Hellberg et Chu, 2015; Wu et coll., 2016; Lake, 2017; Lake et Barker, 2018), on s'attend à une augmentation du fardeau global des maladies d'origine alimentaire attribuables aux agents pathogènes actuels et émergents (auparavant rares). Par exemple, les modèles mathématiques indiquent que les changements climatiques augmenteront le fardeau de certains pathogènes dans les aliments au Canada (p. ex., *V. parahaemolyticus* dans les huîtres) (Smith et coll., 2015) (encadré 8.4).

Tableau 8.4 Impacts des changements climatiques sur la présence d'agents pathogènes d'origine alimentaire et nombre actuel de cas annuels par 100 000 habitants au Canada

AGENTS PATHOGÈNES	SYMPTÔMES ^a	CAS ANNUELS PAR 100 000 (2006) ^b	INFLUENCE DU CLIMAT SUR LA PRÉSENCE D'AGENTS PATHOGÈNES ^c
Norovirus	Les symptômes comprennent des nausées, des vomissements, de la diarrhée, des crampes abdominales, une fièvre légère, des frissons, des maux de tête, des douleurs musculaires et de la fatigue	3 223,79	Des événements météorologiques extrêmes (comme de fortes précipitations et des inondations) et une diminution de la température de l'air
<i>Clostridium perfringens</i>	Les symptômes comprennent de la diarrhée, de la douleur et des crampes, des gonflements de l'estomac, des ballonnements, des nausées, une perte de poids, une perte d'appétit, des douleurs musculaires et de la fatigue. Dans de rares cas, il y a grave déshydratation, hospitalisation et décès	544,50	Incertaine, mais pourrait prospérer dans des conditions de sécheresse



AGENTS PATHOGÈNES	SYMPTÔMES ^a	CAS ANNUELS PAR 100 000 (2006) ^b	INFLUENCE DU CLIMAT SUR LA PRÉSENCE D'AGENTS PATHOGÈNES ^c
<i>Campylobacter</i> spp.	Les symptômes comprennent de la fièvre, des nausées, des vomissements, des douleurs à l'estomac et de la diarrhée. Dans de rares cas, une hospitalisation est nécessaire et il y a des effets à long terme sur la santé, voire un décès	447,23	Des modifications quant au moment et à la durée des saisons et une augmentation des températures de l'air, des précipitations et des inondations
Espèces de <i>Salmonella</i> spp., non typhoïdiques	Les symptômes comprennent des frissons, de la fièvre, des nausées, de la diarrhée, des vomissements, des crampes abdominales et des maux de tête. Dans de rares cas, une hospitalisation est nécessaire et il y a des effets à long terme sur la santé, voire un décès	269,26	Des modifications quant au moment et à la durée des saisons, des événements météorologiques extrêmes, et une hausse des températures de l'air
<i>Bacillus cereus</i>	Les symptômes comprennent de la diarrhée ou des vomissements. Dans de rares cas, une hospitalisation est nécessaire et il y a des effets à long terme sur la santé, voire un décès	111,60	Des modifications quant au moment et à la durée des saisons et des sécheresses
<i>Escherichia coli</i> producteur de vérotoxine non-O157	Diarrhée; dans de rares cas, une hospitalisation est nécessaire et il y a des effets à long terme sur la santé, voire un décès	63,15	Des modifications quant au moment et à la durée des saisons, des événements météorologiques extrêmes, et une hausse des températures de l'air



AGENTS PATHOGÈNES	SYMPTÔMES ^a	CAS ANNUELS PAR 100 000 (2006) ^b	INFLUENCE DU CLIMAT SUR LA PRÉSENCE D'AGENTS PATHOGÈNES ^c
<i>Escherichia coli</i> producteur de vérotoxine O157	Diarrhée; dans de rares cas, une hospitalisation est nécessaire et il y a des effets à long terme sur la santé, voire un décès	39,47	Des modifications quant au moment et à la durée des saisons, des événements météorologiques extrêmes, et une hausse des températures de l'air
<i>Toxoplasma gondii</i>	Les symptômes comprennent une maladie légère à modérée avec de la fièvre. Dans de rares cas, il y a une inflammation du cerveau et une infection d'autres organes, et des anomalies congénitales	28,10	Des événements météorologiques extrêmes, et une hausse des températures de l'air
<i>V. parahaemolyticus</i>	Les symptômes comprennent de la diarrhée, des crampes abdominales, des nausées, des vomissements, de la fièvre et des maux de tête. Dans de rares cas, il y a une maladie du foie	5,53	Des événements météorologiques extrêmes et une augmentation des températures de l'air et de la température de la surface de la mer
<i>Listeria monocytogenes</i>	Les symptômes comprennent de la fièvre, des nausées, des crampes, de la diarrhée, des vomissements, des maux de tête, de la constipation et des douleurs musculaires. Dans les cas graves, il y a des raideurs à la nuque, de la confusion, des maux de tête, des pertes d'équilibre, des fausses couches, des mortinaissances, des accouchements prématurés, des méningites et des décès	0,55	Des événements météorologiques extrêmes, et une hausse des températures de l'air et des précipitations

AGENTS PATHOGÈNES	SYMPTÔMES ^a	CAS ANNUELS PAR 100 000 (2006) ^b	INFLUENCE DU CLIMAT SUR LA PRÉSENCE D'AGENTS PATHOGÈNES ^c
<i>Vibrio vulnificus</i>	Les symptômes comprennent de la diarrhée, des crampes abdominales, des nausées, des vomissements, de la fièvre et des maux de tête. Dans de rares cas, il y a maladie du foie	Moins de 0,01	Des événements météorologiques extrêmes et une augmentation des températures de l'air et de la température de la surface de la mer

a. Gouvernement du Canada, 2019.

b. Thomas et coll., 2013.

c. Hellberg et Chu, 2015; Yan et coll., 2016; Ziska et coll., 2016.

Source : Smith et Fazil, 2019

La relation entre les changements climatiques et les maladies d'origine alimentaire peut être estimée à l'aide des tendances saisonnières à court terme. De nombreuses études menées dans des régions ayant un climat tempéré comme celui du Canada ont établi un lien entre la contamination d'origine alimentaire, l'incidence des maladies et les tendances saisonnières (Semenza et coll., 2012a; Semenza et coll., 2012c). Un examen des études sur les maladies d'origine alimentaire dans les pays tempérés a permis de relever des pics estivaux constants pour la campylobactériose, la salmonellose, *Escherichia coli* vérotoxino-gène (VTEC), la cryptosporidiose (pic bimodal avec des sommets au printemps et en été) et la giardiase (Lal et coll., 2012). Au Nouveau-Brunswick, l'incidence des infections à *Campylobacter*, *E. coli*, *Giardia* et *Salmonella* était plus élevée au printemps et en été (Valcour et coll., 2016). En Alberta et à Terre-Neuve-et-Labrador, les températures de l'air ambiant ont été associées positivement aux infections à *Campylobacter* spp., à *E. coli* pathogène et à *Salmonella* spp. (Fleury et coll., 2006). Les infections par des espèces de vibrions autres que celle causant le choléra ont été associées à la hausse des températures de l'air et de l'eau et à des saisons estivales plus longues (Semenza, et coll., 2012a; Semenza et coll., 2012c). Récemment, il a été proposé d'utiliser les espèces de vibrions autres que celle causant le choléra en tant qu'indicateurs des changements climatiques dans les systèmes marins en raison de leur sensibilité au climat (Baker-Austin et coll., 2017).

Les risques de maladies d'origine alimentaire liées au climat devraient varier à l'échelle du Canada, en partie en raison des préférences de consommation régionales et locales. Par exemple, les risques liés aux agents pathogènes retrouvés dans les fruits de mer seront probablement plus élevés dans les régions où la consommation de fruits de mer est élevée (p. ex., les régions côtières). Les Inuits sont davantage exposés aux impacts du climat sur la sécurité alimentaire, notamment en raison des pratiques alimentaires traditionnelles sensibles au climat, telles que la consommation de viande crue, qui est sensible à de légères variations des températures de stockage et de transport des aliments (Pardhan-Ali et coll., 2012a; King et Furgal,

2014; Harper et coll., 2015a; Harper et coll., 2015b; Jung et Skinner, 2017; Rapinski et coll., 2018; Harper et coll., 2019). De plus, les changements climatiques pourraient entraîner une nouvelle contamination microbienne dans les régions nordiques en raison des modifications des aires de répartition de la faune (Jenkins et coll., 2013), du dégel du pergélisol et d'autres changements environnementaux (Harper et coll., 2015a). Il faut effectuer d'autres recherches sur les risques liés au climat pour la salubrité des aliments qui sont propres aux Premières Nations, aux Inuits et aux Métis, ainsi qu'aux collectivités du Nord (Hedlund et coll., 2014).

8.5.1.1 Voies du système alimentaire par lesquelles les changements climatiques ont une incidence sur la salubrité des aliments

Les changements climatiques influent sur la gamme d'agents pathogènes, leur croissance, leur survie et leur abondance dans les systèmes alimentaires, y compris pendant la production, la transformation et la distribution des aliments, ainsi que lors de la préparation et de la consommation (Semenza et coll., 2012a; Semenza et coll., 2012c). Un aperçu de l'incidence que les changements climatiques peuvent avoir sur la salubrité des aliments microbiens à chaque étape des systèmes alimentaires, en prenant l'exemple de la bactérie *E. coli* dans la laitue, est présenté dans l'encadré 8.3.

Encadré 8.3 Les impacts des changements climatiques sur les systèmes alimentaires peuvent accroître les risques pour la santé publique : *Escherichia coli* O157 dans la laitue comme exemple d'agent pathogène d'origine alimentaire sensible au climat

E. coli O157 est un pathogène entérique zoonotique qui colonise l'intestin du bétail domestique, comme le bœuf, et qui est par la suite excrété dans les matières fécales. Ce pathogène a été impliqué dans un nombre croissant d'éclosions associées aux produits agricoles, y compris les fruits, les légumes-feuilles et les pousses partout en Amérique du Nord (Rangel et coll., 2005; Heiman et coll., 2015; Coulombe et coll., 2020). La laitue est le produit le plus couramment associé aux éclosions d'*E. coli* O157 (Heiman et coll., 2015).

La figure 8.4 présente un modèle conceptuel de la façon dont les changements climatiques peuvent accroître la contamination de la laitue, créant ainsi des risques pour la santé publique. La laitue peut être exposée à *E. coli* par le transfert de matières fécales ou de fumier contaminés par l'air, les eaux souterraines, le sol et les réservoirs d'eau de surface. Les variables climatiques et météorologiques, comme le moment et l'intensité des précipitations et les changements de température, peuvent avoir une incidence sur le niveau et la prévalence d'*E. coli* O157 tout au long de la période de production jusqu'à la récolte (tableau 8.6). Cela, de même que les pratiques de manipulation et de consommation humaines, a un impact direct sur le fardeau des infections liées à la bactérie *E. coli* O157 pour la santé publique.

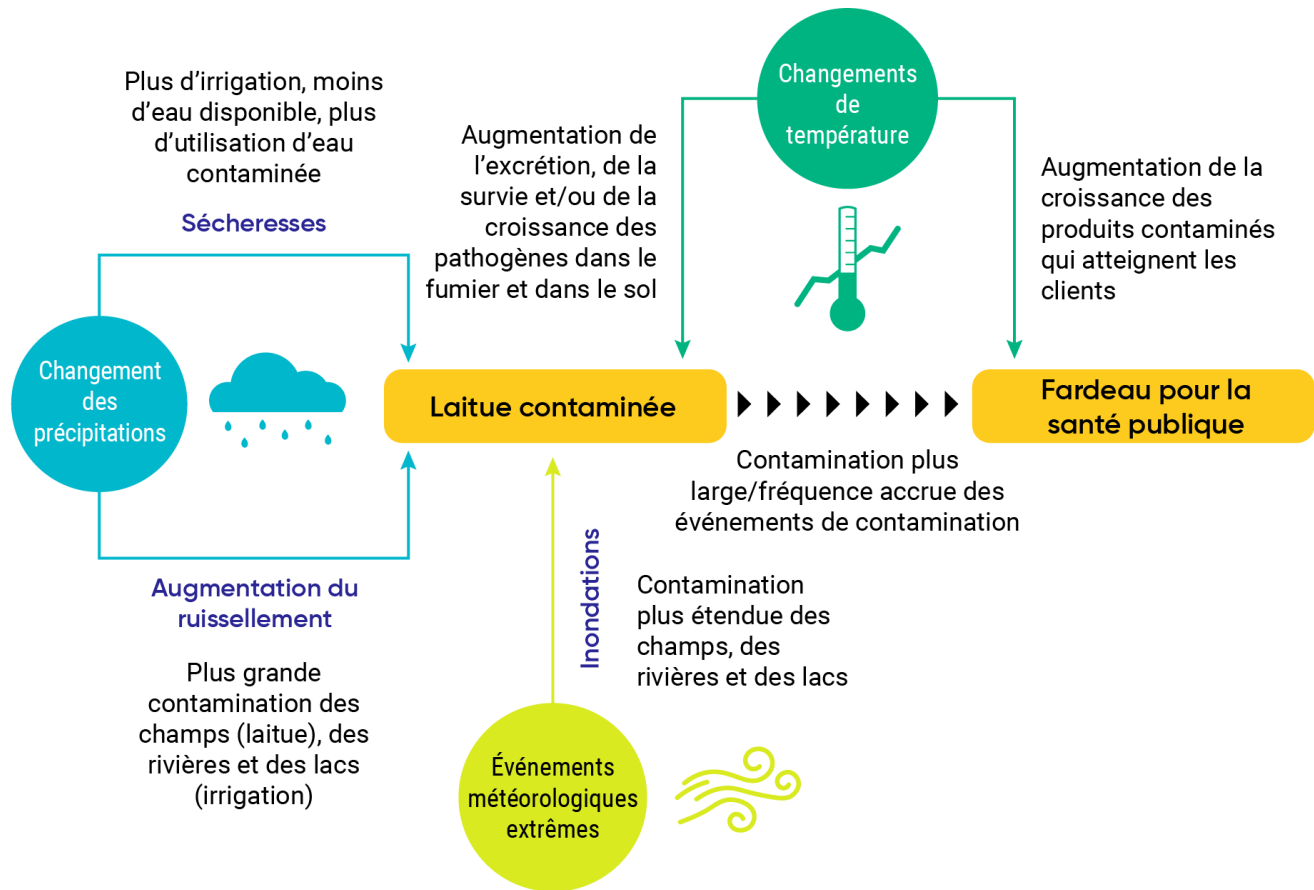


Figure 8.4 Voies de contamination liées au climat de la laitue cultivée au Canada par les agents pathogènes provenant du bétail.

Tableau 8.5 Quelques composantes des voies de contamination de la laitue qui sont touchées par les changements climatiques

FACTEURS DE RISQUE	TEMPÉRATURE DE L'AIR	TEMPÉRATURE DES EAUX DE SURFACE	PRÉCIPITATIONS	HUMIDITÉ RELATIVE (HR)
Excrétion d'agents pathogènes par le bétail	Éléments de preuves contradictoires selon lesquels les taux d'excrétion et les quantités sont influencés par la température de l'air et le stress thermique	Sans objet	Sans objet	Sans objet



FACTEURS DE RISQUE	TEMPÉRATURE DE L'AIR	TEMPÉRATURE DES EAUX DE SURFACE	PRÉCIPITATIONS	HUMIDITÉ RELATIVE (HR)
Persistance des agents pathogènes dans les matières fécales et le fumier	Les taux de croissance et de mortalité sont influencés par la température	Sans objet	Les pluies abondantes peuvent causer le lessivage des agents pathogènes provenant des matières fécales et du fumier qui s'infiltrent alors dans l'environnement, y compris dans le sol qui pourrait être utilisé pour cultiver la laitue	La persistance et la croissance sont favorisées par une HR élevée
Présence d'agents pathogènes et persistance dans le sol	Les taux de croissance et de mortalité sont influencés par la température	Sans objet	Une période plus longue entre l'épandage du fumier et la pluie est associée à une diminution du lessivage; les pluies abondantes peuvent causer le lessivage des agents pathogènes du sol qui s'infiltrent alors dans l'environnement; la quantité de pluie dicte la fréquence de l'irrigation de la laitue avec de l'eau potentiellement contaminée; les précipitations peuvent entraîner un dépôt humide d'agents pathogènes en suspension dans l'air	La persistance et la croissance sont favorisées par une HR élevée
Présence d'agents pathogènes dans les eaux souterraines	Sans objet	Sans objet	Les pluies abondantes peuvent causer le lessivage des agents pathogènes qui s'infiltrent alors dans les eaux souterraines, lesquelles peuvent ensuite être utilisées pour l'irrigation, le traitement, etc	Sans objet



FACTEURS DE RISQUE	TEMPÉRATURE DE L'AIR	TEMPÉRATURE DES EAUX DE SURFACE	PRÉCIPITATIONS	HUMIDITÉ RELATIVE (HR)
Présence d'agents pathogènes et persistance dans les eaux de surface	Les températures plus élevées peuvent pousser plus de bovins à se déplacer vers les eaux de surface et augmenter les dépôts directs.	La persistance dans les plans d'eau peut être influencée par la température de surface	L'augmentation des précipitations favorise le ruissellement vers les plans d'eau, mais elle dilue également les eaux de surface; les chutes de pluie abondantes peuvent avoir une incidence sur la turbidité et remettre en suspension les agents pathogènes présents dans les sédiments des plans d'eau qui pourraient être utilisés pour l'irrigation, le traitement, etc	Sans objet
Présence d'agents pathogènes et persistance sur les plantes au moment de la récolte	La fréquence d'irrigation augmente en raison des températures plus élevées; la prolifération et les taux de mortalité sont influencés par la température	Sans objet	Les pluies abondantes favorisent la transmission des agents pathogènes du sol à la laitue par des éclaboussures ou des inondations; l'eau d'irrigation est plus susceptible de pâtir du ruissellement contaminé peu après des pluies abondantes; les sécheresses augmentent les besoins d'irrigation; les précipitations peuvent entraîner un dépôt humide des agents pathogènes en suspension dans l'air sur la laitue.	La persistance et la croissance sont favorisées par une HR élevée



FACTEURS DE RISQUE	TEMPÉRATURE DE L'AIR	TEMPÉRATURE DES EAUX DE SURFACE	PRÉCIPITATIONS	HUMIDITÉ RELATIVE (HR)
Présence d'agents pathogènes pendant le traitement	Sans objet	L'augmentation de la température des eaux de surface peut encourager la prolifération d'agents pathogènes dans l'eau utilisée pour la transformation des aliments, si elle n'est traitée adéquatement	Les précipitations peuvent contaminer l'eau utilisée pour la préparation de la laitue si elle n'est pas traitée adéquatement	Sans objet
Persistence des agents pathogènes de la transformation jusqu'à l'entreposage par les consommateurs	Les taux de prolifération sont influencés par la température; l'augmentation des températures de l'air peut avoir une incidence sur les températures d'entreposage sécuritaires, ce qui favorise la croissance des agents pathogènes.	Sans objet	Les événements extrêmes peuvent causer des pannes d'électricité entraînant des lacunes dans la gestion de la chaîne du froid et encourager la prolifération des agents pathogènes	Sans objet
Manipulation et préparation par les consommateurs	Une saison de culture plus longue et, par conséquent, des périodes de consommation plus longues augmentent l'exposition annuelle à cet agent pathogène de la laitue cultivée au Canada	Sans objet	Sans objet	Sans objet

La relation entre les variables climatiques et la contamination des laitues est complexe et, par conséquent, il existe une incertitude quant aux risques sanitaires prévus en raison des changements climatiques. Par exemple, les inondations et l'irrigation sont deux facteurs qui peuvent accroître la contamination de la laitue, mais ils sont influencés par les précipitations de manière opposée : l'augmentation des précipitations pourrait accroître les risques de contamination en raison des inondations, ou réduire les risques en raison de besoins d'irrigation moindres. Il est nécessaire de faire des analyses plus détaillées qui saisissent la complexité du système dans un contexte ou un lieu particulier pour comprendre comment, en fin de compte, les changements dans les précipitations influenceront sur les risques pour la santé publique. De telles analyses pourraient inclure des modèles mathématiques, qui permettraient de quantifier les impacts relatifs de chaque facteur de risque sur la santé publique à l'endroit étudié et de déterminer les points dans les systèmes alimentaires où les mesures d'adaptation aux changements climatiques seraient les plus efficaces. En intégrant les projections sur les changements climatiques, le modèle permettrait également de mettre à l'essai diverses options d'adaptation (Romero-Lankao et coll., 2014; ECCC, 2018).

8.5.1.1.1 Impacts des changements climatiques sur la salubrité des aliments à travers le prisme de la production alimentaire

La production alimentaire (p. ex., l'agriculture, l'aquaculture) est l'étape des systèmes alimentaires où les agents pathogènes sont le plus susceptibles d'être introduits dans les produits alimentaires et d'y proliférer. Les changements climatiques créeront à la fois des défis et des possibilités pour la production alimentaire canadienne (Warren et Lemmen, 2014) et pourraient donc accroître les risques pour la salubrité des aliments. Par exemple, les saisons de croissance pourraient s'allonger et les terres propices à l'agriculture pourraient s'étendre vers le Nord (Schmidhuber et Tubiello, 2007; Gornall et coll., 2010; Butler, 2014a; Warren et Lemmen, 2014; AAC, 2015). Cela dit, parallèlement, à mesure que le climat se réchauffe, les agents pathogènes peuvent être introduits et s'établir dans ces nouvelles régions de production en raison de l'augmentation de la production alimentaire, de l'expansion de l'aire de répartition des espèces sauvages et des insectes vecteurs et de l'amélioration des conditions de croissance des agents pathogènes (Séguin, 2008; Smith et Fazil, 2019).

Les changements climatiques peuvent avoir une incidence sur la libération d'agents pathogènes provenant du bétail dans l'environnement (Smith et Fazil, 2019). On sait ou on soupçonne que certains animaux d'élevage transportent et éliminent un plus grand nombre d'agents pathogènes entériques pendant les périodes où la température de l'air est élevée (Venegas-Vargas et coll., 2016). L'augmentation des températures prévue en raison des changements climatiques pourrait entraîner une élimination accrue des agents pathogènes (Keen et coll., 2003; Pangloli et coll., 2008), ce qui aurait une incidence sur l'abondance des agents pathogènes dans le milieu environnant, les cultures et, par conséquent, les aliments. L'augmentation du stress dû à la température ou les modifications des conditions d'élevage (p. ex., dans des bâtiments ou en plein air) en raison des changements climatiques pourraient également entraîner une augmentation de l'utilisation d'antimicrobiens chez les animaux destinés à l'alimentation, ce qui pourrait accroître les maladies d'origine alimentaire causées par des microorganismes résistants aux antimicrobiens chez les humains (OMS, 2017; MacFadden et coll., 2018).

Les agents pathogènes rejetés dans l'environnement peuvent être transportés par les précipitations et contaminer directement les sources alimentaires, comme les cultures ou les installations d'élevage. La fréquence et l'intensité des épisodes de précipitations devraient augmenter dans de nombreuses régions du Canada à mesure que les températures augmentent (Bush et Lemmen, 2019), ce qui accroît les

préoccupations relatives à la contamination. Sans intervention, cette contamination pourrait se propager à toutes les étapes des systèmes alimentaires et, ultimement, contribuer au fardeau des maladies d'origine alimentaire. Une étude menée en Ontario, par exemple, a révélé des associations temporelles entre l'incidence de la giardiase humaine et la présence d'agents pathogènes dans le fumier du bétail, le niveau et le débit d'eau des rivières et les précipitations (Brunn et coll., 2019). Au fur et à mesure que le climat continue de changer, une combinaison de périodes de sécheresse suivies de précipitations extrêmes pourrait accroître la fréquence de ces événements de contamination, car le sol sec et compact présente un potentiel de ruissellement accru (Yusa et coll., 2015).

De nombreux animaux sauvages et insectes vecteurs, comme les rongeurs, les cerfs, les mouches et les coléoptères, contribuent à la transmission d'agents pathogènes d'origine alimentaire et peuvent donc avoir une incidence sur la salubrité des aliments. Les conditions climatiques peuvent avoir des répercussions directes sur ces vecteurs (Agunos et coll., 2014). Par exemple, on sait que les variables climatiques influent sur la densité de la population de mouches (Goulson et coll., 2005; Ngoen-Klan et coll., 2011), et les mouches peuvent être porteuses de *Campylobacter* (Hald et coll., 2008). En Ontario, on prévoit une augmentation de 28 à 30 % de l'incidence des maladies attribuables à la bactérie *Campylobacter* chez les humains d'ici 2050 en raison de l'effet des changements climatiques sur la taille et l'activité de la population de mouches (Cousins et coll., 2019).

La hausse de la température de l'eau a été associée à la contamination des fruits de mer et à l'incidence des maladies d'origine alimentaire. Par exemple, des études de modélisation laissent entrevoir que les risques liés à *V. parahaemolyticus* en Colombie-Britannique pourraient augmenter de 41 % à 45 % d'ici les années 2060 (encadré 8.4) (Smith et coll., 2015). En plus de *V. parahaemolyticus*, on a observé une hausse importante de l'abondance de *V. cholerae* détecté le long des côtes canadiennes au fil du temps (Banerjee et coll., 2018). *V. cholerae* est un agent pathogène hautement mortel (qui cause le choléra) auparavant limité aux régions tropicales, mais son abondance pourrait augmenter dans les eaux canadiennes en raison des changements climatiques.

Encadré 8.4 Impacts prévus des changements climatiques sur la contamination des huîtres de la Colombie-Britannique par *V. parahaemolyticus*

L'exposition humaine à *V. parahaemolyticus*, qui se produit principalement par la consommation d'huîtres crues contenant la bactérie, cause une gastroentérite (gouvernement du Canada, 2019). Environ 2,33 % des souches de *V. parahaemolyticus* sont pathogènes (FDA, 2005). Plusieurs de ces souches pathogènes sont présentes dans l'eau de mer à une température égale ou supérieure à 15 °C, et on sait qu'elles se concentrent dans les huîtres qui ingèrent les bactéries lorsqu'elles filtrent les aliments de l'eau (Cabello et coll., 2005; Konrad et coll., 2017). La principale variable environnementale à laquelle *V. parahaemolyticus* est sensible est la température de l'eau (Young et coll., 2015); ainsi, la prévalence et la concentration de la bactérie varient selon les saisons et devraient augmenter dans de nombreuses régions, car les températures de l'air et de l'eau augmentent avec les changements climatiques (Parveen et coll., 2008; Grimes et coll., 2009; Julie et coll., 2010; Broberg et coll., 2011; ONUAA et OMS, 2011).

Une grande partie de la production canadienne d'huîtres provient de la côte de la Colombie-Britannique, et de nombreuses activités ont lieu dans le détroit de Georgia entre l'île de Vancouver et la partie continentale de la Colombie-Britannique (Comeau et Suttle, 2007). Malgré des protocoles de récolte et de traitement rigoureux visant à réduire le risque que des huîtres contaminées se retrouvent dans l'assiette des consommateurs, les changements prévus des conditions environnementales accompagnant les changements climatiques dans les zones d'élevage des huîtres sont susceptibles d'accroître la présence et les concentrations de *V. parahaemolyticus* et, par conséquent, le risque d'exposition et de maladie chez l'humain. Ces effets sur l'ostréiculture en Colombie-Britannique ont été estimés au moyen d'une modélisation mathématique, qui est résumée au tableau 8.6 (Smith et coll., 2015).

Les résultats du modèle indiquent que les impacts sur la santé publique de la présence de *V. parahaemolyticus* dans les huîtres récoltées en Colombie-Britannique, en termes du nombre d'années de vie ajustées en fonction de l'incapacité (AVAI), pourraient augmenter de 41 % à 45 % d'ici les années 2060 (Smith et coll., 2015). En 2006, le fardeau des maladies d'origine alimentaire attribuées à *V. parahaemolyticus* était de 5,53 cas pour 100 000 Canadiens et Canadiennes. On a supposé que la majorité de ces cas étaient attribuables à la consommation de mollusques insuffisamment cuits ou crus; ainsi, si l'augmentation relative prévue de la charge de morbidité due à *V. parahaemolyticus* dans les huîtres s'applique de manière similaire aux autres mollusques, le fardeau en matière de santé publique pourrait passer à 8 cas pour 100 000 Canadiens et Canadiennes en l'espace de 40 ans. L'encadré 8.5 présente des options d'adaptation pour réduire les risques pour la santé liés à *V. parahaemolyticus*. La poursuite de l'élaboration de modèles de risque associés à *V. parahaemolyticus* et aux produits de la mer pourrait accroître les connaissances sur les risques liés aux changements climatiques et appuyer les capacités de prévision saisonnière et d'autres interventions du secteur de la santé.

Tableau 8.6 Modélisation des impacts des changements climatiques sur les risques sanitaires prévus associés à *V. parahaemolyticus* dans les huîtres

ÉLÉMENT DU MODÈLE	DESCRIPTION
Lieu	<ul style="list-style-type: none">• Île de Chrome dans le détroit de Georgia, Colombie-Britannique, Canada
Saison	<ul style="list-style-type: none">• La récolte est répartie également tout au long de l'année.
Agents pathogènes	<ul style="list-style-type: none">• <i>V. parahaemolyticus</i>, dont 2,33 % sont pathogènes (FDA, 2005)
Espèce d'huître	<ul style="list-style-type: none">• Huître d'élevage du Pacifique, <i>Crassostrea gigas</i>
Paramètres environnementaux influant sur la croissance	<ul style="list-style-type: none">• La température de l'eau avant la récolte, la température de l'air au moment de la récolte (les huîtres sont conservées à la température de l'air ambiant de 2 à 11 heures après la récolte) et la température de réfrigération influent sur la concentration de <i>V. parahaemolyticus</i>.
Facteurs liés aux changements climatiques	<ul style="list-style-type: none">• Augmentation de la température moyenne de l'eau de récolte de 0,024 °C par année• Augmentation de la température quotidienne maximale de l'air de 0,04 °C ou 0,08 °C par année
Exposition humaine	<ul style="list-style-type: none">• Modèle dose-réponse utilisé avec le poids d'huîtres consommées par portion et le nombre de portions par année
Résultat sur la santé	<ul style="list-style-type: none">• Incidence des maladies gastro-intestinales et AVAI attribués à l'infection par <i>V. parahaemolyticus</i> dans les huîtres
Résultats	<ul style="list-style-type: none">• On estime que les AVAI associées à <i>V. parahaemolyticus</i> dans les huîtres récoltées en Colombie-Britannique augmenteront de 41 % à 45 % d'ici les années 2060.• Cela correspondrait à une augmentation à 8 cas pour 100 000 Canadiens et Canadiennes attribuable à <i>V. parahaemolyticus</i> dans tous les mollusques d'ici les années 2060.

Source : tableau adapté de Smith et coll., 2015

8.5.1.1.2 Impacts des changements climatiques sur la salubrité des aliments à travers le prisme de la transformation et de la distribution des aliments

Les variables climatiques ont également une incidence sur la présence, la croissance et la survie des agents pathogènes tout au long de la transformation et de la distribution des aliments. Toute contamination préexistante peut s'aggraver si les aliments sont incorrectement manipulés au cours de ces étapes (p. ex., température d'entreposage inappropriée des aliments, contamination croisée), et une contamination supplémentaire peut être introduite, par exemple, par l'utilisation d'eau contaminée pendant le traitement (voir le chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau). Les événements météorologiques extrêmes associés aux changements climatiques, comme les inondations, les vents violents ou les précipitations, peuvent entraîner des pannes de courant qui perturbent le contrôle de la température (p. ex., la réfrigération), créant des conditions favorables à la croissance des agents pathogènes et ayant des impacts sur la salubrité des aliments et les maladies d'origine alimentaire.

La température de l'air est un risque déterminant pour la salubrité des aliments pendant la transformation et la distribution des aliments. Il existe une corrélation positive entre la prévalence de la contamination des volailles par *Campylobacter* dans les milieux canadiens de transformation et de vente au détail et les températures de l'air (Smith et Fazil, 2019). L'humidité et les précipitations ont également une incidence sur la présence d'agents pathogènes tout au long des activités de transformation et de distribution. Par exemple, certains microorganismes, comme les champignons, peuvent produire des mycotoxines qui ont des effets néfastes sur la santé humaine, et ces microorganismes peuvent proliférer dans certaines conditions de température et d'humidité pendant la transformation des produits du maïs et des céréales (Duarte et coll., 2010). Au Canada, la hausse de la température et de l'humidité attribuable aux changements climatiques pourrait favoriser la croissance des champignons et la production de mycotoxines (Patriarca et Fernández Pinto, 2017).

Près de 30 % des aliments au détail consommés au Canada sont importés d'autres pays (Statistique Canada, 2009) et, par conséquent, tout changement lié au climat quant à la présence ou à la croissance d'agents pathogènes pendant la production alimentaire dans d'autres pays, ou pendant la distribution d'aliments au Canada, pourrait avoir une incidence sur la santé des Canadiens et des Canadiennes. Le nombre de cas de maladies d'origine alimentaire causées par des agents pathogènes auparavant exotiques ou rares au Canada pourrait augmenter avec les changements climatiques (Smith et Fazil, 2019). Les importateurs canadiens d'aliments, ainsi que les organismes fédéraux, provinciaux et locaux de santé publique, devraient améliorer la surveillance des tendances mondiales et de l'incidence des maladies d'origine alimentaire afin de prévoir les nouvelles menaces potentielles pour les systèmes alimentaires canadiens. Les plateformes d'analyse de l'environnement, comme le Réseau canadien d'information sur la salubrité des aliments, peuvent appuyer cette surveillance puisqu'elles comprennent des outils pour cerner les enjeux locaux ou mondiaux en matière de salubrité des aliments (ACIA, 2018). En outre, des initiatives internationales, telles que le projet *Climate Change and Emerging Risks for Food Safety* de l'Autorité européenne de sécurité des aliments, qui énumère les risques émergents liés au climat dans les systèmes alimentaires européens (EFSA et coll., 2020), peuvent être utiles pour signaler et surveiller les risques existants et émergents en matière de salubrité des aliments qui concernent le Canada. Compte tenu de la nature interconnectée des systèmes alimentaires mondiaux et des effets complexes des changements climatiques sur les systèmes alimentaires, la surveillance pourrait devenir de plus en plus difficile et devoir être élargie afin de bien saisir les divers impacts des changements climatiques sur la salubrité des aliments au Canada.

8.5.1.1.3 Impacts des changements climatiques sur la salubrité des aliments à travers le prisme de la préparation et de la consommation d'aliments

En ce qui a trait aux étapes de la préparation et de la consommation, les impacts des changements climatiques sur les maladies d'origine alimentaire se répartissent en trois catégories : les changements de comportement humain liés à des facteurs climatiques qui augmentent l'exposition aux agents pathogènes par l'intermédiaire des aliments; l'augmentation des capacités de survie et de la croissance des agents pathogènes sur les aliments pendant le transport ou le stockage; et les changements potentiels indirects liés au climat sur la sensibilité humaine et l'exposition aux maladies d'origine alimentaire.

Le comportement humain, tel que la mauvaise manipulation des aliments, peut entraîner une contamination croisée ou une cuisson insuffisante des produits alimentaires, augmentant ainsi le risque de maladie d'origine alimentaire. La mauvaise manipulation des aliments par les consommateurs que l'on observe plus fréquemment selon les saisons est attribuable à des méthodes de cuisson plus risquées (p. ex., le barbecue utilisé en été peut augmenter le risque de contamination croisée si les mêmes ustensiles sont utilisés pour les viandes crues et cuites) et aux habitudes de consommation (p. ex., les pique-niques par temps chaud pendant lesquels les aliments sont moins susceptibles d'être conservés à des températures sûres) (Ravel et coll., 2010; Liu et coll., 2013; Milazzo et coll., 2017). Au Canada, on n'observe aucune hausse de la contamination des produits carnés par *Salmonella* spp. pendant la saison estivale par rapport au reste de l'année (Smith et Fazil, 2019), mais le nombre de cas de maladies attribuables à *Salmonella* chez l'humain augmente en été (Fleury et coll., 2006; Ravel et coll., 2010; Valcour et coll., 2016), ce qui porte à croire que des facteurs comportementaux ou de susceptibilité pourraient être déterminants pour la saisonnalité des taux de maladie (Ravel et coll., 2010). Les changements climatiques pourraient également influencer sur les préférences alimentaires et les habitudes de consommation, ce qui pourrait avoir des répercussions sur la santé humaine. Par exemple, une saison de culture prolongée, en raison des changements climatiques, pourrait offrir un accès plus long aux fruits et légumes frais, qui présentent un risque accru de contamination par des agents pathogènes en raison des températures plus élevées et des changements dans les précipitations, augmentant ainsi le risque de maladies d'origine alimentaire. En fait, le taux d'éclosion d'*E. coli* lié aux fruits et légumes crus (p. ex., laitue) a augmenté au cours des dernières décennies (Rangel et coll., 2005; Heiman et coll., 2015).

L'une des principales stratégies utilisées pour maintenir la salubrité des aliments consiste à entreposer les aliments à des températures froides qui ne sont pas favorables à la croissance des agents pathogènes. Même une augmentation de 1 °C des températures ambiantes moyennes, un chiffre qui a déjà été dépassé au Canada en raison des changements climatiques (voir le chapitre 1 : Liens entre les changements climatiques et la santé), peut entraîner des préoccupations importantes en matière de salubrité des aliments (Smith et coll., 2015). De plus, l'augmentation prévue des événements météorologiques extrêmes en raison des changements climatiques et les perturbations de l'approvisionnement en électricité qui en découleront (Warren et Lemmen, 2014) introduiront des bouleversements potentiels dans la chaîne du froid au niveau des consommateurs, qui s'accompagneront d'augmentations subséquentes des risques pour la salubrité des aliments. Dans le Nord du Canada, l'entreposage sécuritaire des aliments dans les congélateurs souterrains utilisés par certains peuples autochtones est menacé par l'augmentation des températures et le dégel du pergélisol (CAC, 2014).

Enfin, d'autres effets néfastes sur la santé causés ou exacerbés par les changements climatiques peuvent accroître la vulnérabilité d'une personne aux maladies d'origine alimentaire. Par exemple, les personnes immunodéprimées courent un risque accru de contracter une maladie infectieuse, y compris une infection par des agents pathogènes d'origine alimentaire (Pouillot et coll., 2015). De plus, la malnutrition découlant de l'insécurité alimentaire, des événements météorologiques extrêmes (p. ex., événements de chaleur extrême, inondations) et de la mauvaise qualité de l'air peut avoir des impacts nocifs sur la santé des Canadiens et des Canadiennes, ce qui pourrait aggraver la vulnérabilité aux maladies d'origine alimentaire (Kipp et coll., 2019).

8.5.2 Impacts des changements climatiques sur la salubrité des aliments à travers le prisme des contaminants chimiques

Il existe des aléas chimiques relativement aux aliments lorsque des produits chimiques se trouvent dans les aliments à des niveaux qui ont une incidence négative sur la santé humaine lorsqu'ils sont consommés (ACIA, 2014). Les contaminants chimiques comprennent un large éventail de composés, comme les polluants organiques persistants (POP) (p. ex., produits chimiques industriels, pesticides), les métaux lourds (p. ex., arsenic, cuivre, cadmium, plomb, mercure, étain) et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Ces contaminants chimiques sont introduits dans les plantes et les animaux par des voies associées à l'environnement, comme les dépôts atmosphériques et l'absorption par le sol, l'eau ou d'autres organismes contaminés. Par exemple, lorsque des contaminants chimiques sont déposés sur des sites de production alimentaire ou à proximité, par exemple, dans des aires de reproduction du poisson, des pâturages pour le bétail ou des terres agricoles, ils peuvent être introduits dans les systèmes alimentaires par l'eau ou le sol contaminés (Thomson et Rose, 2011). Les concentrations de contaminants chimiques dans les aliments du commerce sont surveillées au moyen d'activités de surveillance régulières menées par Santé Canada et l'Agence canadienne d'inspection des aliments. Des contaminants chimiques peuvent être détectés dans les aliments du commerce; toutefois, les concentrations sont généralement faibles et ne sont pas associées à des impacts nocifs sur la santé. Le programme national de salubrité des produits chimiques alimentaires du Canada dispose de divers outils (p. ex., programmes de contrôle et de surveillance, directives sur les concentrations maximales sécuritaires et conseils de consommation) pour aider à s'assurer que l'exposition aux contaminants chimiques des aliments est aussi faible que possible.

Il y a de plus en plus de données probantes montrant que les changements climatiques pourraient accroître l'exposition humaine aux contaminants chimiques, car les variables climatiques, comme la température, les précipitations, le vent, les systèmes hydrologiques, la couverture de glace et de neige ainsi que les événements météorologiques extrêmes peuvent avoir une incidence sur le transport, la distribution, la concentration, la persistance et la bioaccumulation des contaminants chimiques (Dewailly et coll., 2000; Jaykus et coll., 2008; Rose et coll., 2011; Marvin et coll., 2013; CAC, 2014; Manciooco et coll., 2014; gouvernement du Canada, 2016; Ziska et coll., 2016).

8.5.2.1 Impacts des changements climatiques sur la présence de contaminants dans les systèmes alimentaires

Les contaminants environnementaux sont des produits chimiques dont l'introduction dans l'environnement est accidentelle ou intentionnelle et survient souvent, mais pas toujours, à la suite d'activités humaines. Certains de ces contaminants peuvent avoir été fabriqués pour un usage industriel et leur stabilité élevée fait en sorte qu'ils ne se décomposent pas facilement. S'ils sont rejetés dans l'environnement, ces contaminants peuvent pénétrer dans la chaîne alimentaire. D'autres contaminants environnementaux sont des produits chimiques d'origine naturelle, mais l'activité industrielle peut accroître leur mobilité ou augmenter la quantité pouvant circuler dans l'environnement, ce qui leur permet d'entrer dans la chaîne alimentaire à des niveaux plus élevés que ce qui se produirait autrement. Les concentrations détectées dans les aliments vendus au Canada sont généralement faibles. Ces contaminants ont une toxicité et des effets sur la santé variables (gouvernement du Canada, 2016). Par exemple, l'exposition d'origine alimentaire aux POP a été liée au cancer, à des effets négatifs sur le système immunitaire et à des problèmes de développement et de reproduction (Schecter et Gasiewicz, 2003; Pardue et coll., 2005; gouvernement du Canada, 2016; Weihe et coll., 2016). L'exposition à des métaux lourds dans les aliments, comme le plomb et le mercure, peut nuire au système nerveux et causer des troubles cognitifs, comportementaux et moteurs (ATSDR, 1999; Thomson et Rose, 2011; Boucher et coll., 2012; ATSDR, 2020; Dewailly et coll., 2000; USEPA, 2021). Plus de 80 % des avis en matière de consommation de poisson au Canada et aux États-Unis sont au moins partiellement attribués au méthylmercure (Eagles-Smith et coll., 2016), qui s'accumule dans les organismes aquatiques et peut avoir de graves effets sur la santé lorsqu'il est consommé par les humains en quantités suffisamment élevées ou pendant des périodes prolongées (Alava et coll., 2018). Les biotoxines présentes dans le système alimentaire qui peuvent poser des risques pour la santé des Canadiens et des Canadiennes et qui sont liées aux changements climatiques sont examinées plus en détail au chapitre 7 : Qualité, quantité et sécurité de l'eau.

Plusieurs facteurs contribuent au risque potentiel de maladies découlant de l'exposition aux contaminants chimiques et à leur gravité, y compris la prédisposition génétique d'une personne et d'autres problèmes de santé, le type et la concentration de contaminants, et l'ampleur de l'exposition au fil du temps (Ziska et coll., 2016). Les risques sont accrus chez les enfants et les personnes âgées, car leurs organes ont une capacité réduite de traiter et d'éliminer les contaminants (Lopez et Goldoftas, 2009; Ferguson et coll., 2017).

8.5.2.1.1 Impacts des changements climatiques sur la salubrité des aliments à travers le prisme de la contamination chimique pendant la production alimentaire

Au Canada, l'impact des changements climatiques sur la salubrité des aliments par la contamination chimique n'est pas bien compris, et l'ampleur du risque accru n'a pas été quantifiée. Par exemple, d'autres recherches sont nécessaires pour vérifier si les changements climatiques augmenteront les concentrations de contaminants à des niveaux qui pourraient être associés à des effets nocifs sur la santé. Les données internationales indiquent que les changements climatiques sont susceptibles d'accroître le risque de contamination chimique pendant la production alimentaire par plusieurs voies (Thomson et Rose, 2011) (tableau 8.7).

Tableau 8.7 Exemples de contaminants chimiques dans l'environnement, d'effets nocifs potentiels sur la santé² et de mécanismes par lesquels les changements climatiques peuvent accroître les risques pour la salubrité des aliments à l'échelle mondiale

CONTAMINANTS CHIMIQUES	EXEMPLE D'EFFETS NOCIFS SUR LA SANTÉ	ÉVÉNEMENT CLIMATIQUE	IMPACTS DE L'ÉVÉNEMENT CLIMATIQUE	RISQUES POTENTIELS POUR LE SYSTÈME ALIMENTAIRE
Arsenic	<i>Exposition aigüe</i> : nausées; vomissements; diarrhée; effets cardiovasculaires; effets nocifs sur le cerveau	Inondations	Transport des sites contaminés vers les terres agricoles	Absorption dans les aliments produits dans les sites contaminés (p. ex., cultures agricoles, sites de pâturage du bétail)
	<i>Chronique</i> : effets cutanés; engourdissement des mains et des pieds; cancer de la peau, de la vessie et du poumon	Sécheresse	Nécessité d'utiliser les eaux usées pour l'irrigation	Augmentation de la quantité de contaminants appliquée aux cultures
Cadmium	Dommages aux reins et aux os; cancer	Réchauffement de l'eau douce	Absorption et biodisponibilité accrues	Concentration plus élevée dans la chaîne alimentaire

2 Les exemples d'effets sur la santé associés à la contamination chimique dans ce tableau sont généralement associés à des concentrations beaucoup plus élevées de contaminants que les niveaux auxquels les populations canadiennes sont habituellement exposées. Bien que l'exposition à certains contaminants puisse augmenter en raison des changements climatiques au Canada, un suivi et une surveillance continus sont nécessaires pour déterminer si les concentrations augmenteraient suffisamment pour être associées à des effets nocifs sur la santé.



CONTAMINANTS CHIMIQUES	EXEMPLE D'EFFETS NOCIFS SUR LA SANTÉ	ÉVÉNEMENT CLIMATIQUE	IMPACTS DE L'ÉVÉNEMENT CLIMATIQUE	RISQUES POTENTIELS POUR LE SYSTÈME ALIMENTAIRE
Biphényles polychlorés (BPC)	Cancer; perturbation endocrinienne; effets immunitaires, neurologiques et sur la reproduction	Réchauffement océanique	Croissance accrue des algues dans l'Arctique	Concentration plus élevée dans la chaîne alimentaire
		Étés plus chauds et plus secs	Nécessité d'utiliser les eaux usées pour l'irrigation	Augmentation de la quantité de contaminants appliquée aux cultures
Dioxines et BPC de type dioxine	Lésions cutanées; cancer; perturbation endocrinienne; effets immunitaires, neurologiques et sur la reproduction	Inondations	Transport des sites contaminés vers les terres agricoles	Absorption dans le lait, les œufs et d'autres produits d'origine animale
Plomb	Effets hématologiques, gastro-intestinaux, cardiovasculaires, rénaux, neurologiques et sur la reproduction; altération du métabolisme de la vitamine D chez les enfants	Inondations	Transport des sites contaminés vers les terres agricoles	Absorption dans les aliments provenant de l'élevage



CONTAMINANTS CHIMIQUES	EXEMPLE D'EFFETS NOCIFS SUR LA SANTÉ	ÉVÉNEMENT CLIMATIQUE	IMPACTS DE L'ÉVÉNEMENT CLIMATIQUE	RISQUES POTENTIELS POUR LE SYSTÈME ALIMENTAIRE
Mercure / méthylmercure	Troubles du développement neurologique; altération de la vision périphérique; troubles sensoriels; perte de coordination; troubles de la parole, de l'ouïe et de la marche; faiblesse musculaire	Réchauffement océanique	Augmentation de la croissance des algues et de la méthylation dans l'Arctique	Concentration plus élevée dans le poisson
		Feux de forêt	Rejet de mercure séquestré du sol	Absorption accrue dans les aliments par le biais des dépôts atmosphériques
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Cancer	Inondations	Transport des sites contaminés vers les terres agricoles	Absorption dans les aliments provenant de l'élevage
		Feux de forêt	Formation accrue de HAP	Absorption accrue des aliments par le biais des dépôts atmosphériques
		Étés plus chauds et plus secs	Nécessité d'utiliser les eaux usées pour l'irrigation	Augmentation de la quantité de contaminants appliquée aux cultures

Source : tableau adapté de Thomson et Rose, 2011

L'augmentation des températures associée aux changements climatiques devrait exacerber les risques que posent les POP, alors qu'ils sont déjà préoccupants en raison de leurs effets négatifs sur la santé (OMS, 2008). Le réchauffement prévu augmentera le transfert des POP des océans, des lacs et des rivières vers l'air, ce qui accroîtra par la suite leur potentiel de transport à grande distance (Ma et coll., 2011). Les changements climatiques devraient également influencer sur les propriétés du sol et, par conséquent, accroître la biodisponibilité des POP et des métaux lourds et leur bioaccumulation dans les chaînes alimentaires (Boxall

et coll., 2009; Manciooco et coll., 2014). On prévoit des tendances semblables pour les HAP dans un climat en évolution (Miraglia et coll., 2009).

L'augmentation du nombre d'événements météorologiques extrêmes associés aux changements climatiques aura également une incidence sur la répartition des aléas chimiques dans l'environnement. Les fortes précipitations et les inondations peuvent transporter des produits chimiques de sources directes (p. ex., mines et bassins de résidus), ainsi que des sols contaminés, vers des endroits où les aliments sont produits (Lake et coll., 2005; Boxall et coll., 2009; Miraglia et coll., 2009; Umlauf et coll., 2011; Lake et coll., 2015). Des études européennes ont révélé que les inondations régulières des bassins versants des rivières industrielles augmentent les concentrations de dibenzo-p-dioxines polychlorées (PCDD/Fs) et de biphényles polychlorés (BPC) dans le sol et l'herbe, d'où ils peuvent ensuite être transférés dans les aliments (Umlauf et coll., 2011; Lake et coll., 2015). De même, les chercheurs ont détecté des niveaux élevés de POP dans le sol des pâturages inondés et dans le lait des animaux qui broutaient sur les terres (Umlauf et coll., 2005), ainsi que des niveaux élevés de cadmium et de plomb dans le blé, la laitue et les pommes de terre (Lake et coll., 2005). Les feux de forêt représentent également une voie de contamination des sources alimentaires, car ils rejettent des HAP et d'autres contaminants (p. ex., dioxines, cadmium et mercure) dans l'air, qui peuvent ensuite parcourir de longues distances avant de se déposer (Armitage et coll., 2011). Si ces produits chimiques se déposent sur des plans d'eau, des terres agricoles ou des pâturages, ils pourraient être introduits dans les systèmes alimentaires. Des recherches supplémentaires sur l'impact des feux de forêt sur la contamination chimique des aliments sont nécessaires.

La hausse de la température de l'eau exacerbe également les niveaux de contaminants dans les fruits de mer (p. ex. nickel, cuivre, cadmium, plomb et zinc) et les risques pour les organismes aquatiques (Ma et coll., 2011; Manciooco et coll., 2014). Par exemple, la hausse de la température de l'eau peut augmenter la toxicité des métabolites des BPC et du cuivre chez la truite arc-en-ciel (Boeckman et Bidwell, 2006; Khan et coll., 2006; Buckman et coll., 2007; Manciooco et coll., 2014). L'augmentation de la température de l'eau influe également sur les concentrations de méthylmercure chez les poissons et les mammifères (Carrie et coll., 2010) en raison de l'augmentation des taux métaboliques et de l'absorption de mercure (Booth et Zeller, 2005; Ziska et coll., 2016).

On prévoit que les changements climatiques favoriseront une augmentation des populations de ravageurs, de parasites et de microbes dans les élevages de bétail et le milieu aquatique (Lafferty et coll., 2004; Ziska et coll., 2016), ce qui pourrait encourager une utilisation accrue des pesticides, des herbicides, des traitements vétérinaires et des médicaments pour l'aquaculture (Boxall et coll., 2009; Tirado et coll., 2010; AAC, 2015; Ziska et coll., 2016). Cette augmentation sera exacerbée par la diminution de l'efficacité des produits chimiques utilisés pour la lutte antiparasitaire, comme les pesticides et les herbicides, qui est attribuable à l'augmentation des concentrations de CO₂ (Ziska et coll., 2016). De tels changements pourraient entraîner une augmentation de la quantité de produits chimiques provenant des pesticides, des herbicides et des médicaments vétérinaires qui est introduite dans les systèmes alimentaires, et avoir des répercussions négatives sur la santé humaine (Boxall et coll., 2009; Miraglia et coll., 2009; Manciooco et coll., 2014; Delcour et coll., 2015).

On s'attend à une hausse de la demande en eau pour le maintien des activités agricoles en raison de l'évolution des régimes de précipitations et de l'augmentation prévue des sécheresses dans de nombreuses régions du monde (Jiménez Cisneros et coll., 2014). En effet, certaines régions subissent déjà des pressions

sur les ressources en eau et se tournent de plus en plus vers la réutilisation des eaux usées pour répondre aux besoins d'irrigation. Les eaux usées peuvent contenir des produits chimiques, comme les HAP et les BPC, qui peuvent donc entrer dans la chaîne alimentaire lorsque ces eaux usées sont utilisées pour irriguer les cultures agricoles (Al Nasir et Batarseh, 2008; Rose et coll., 2011). Bien que les eaux usées ne soient pas couramment utilisées au Canada pour l'irrigation des cultures, la pression sur les ressources en eau et les mesures d'intervention pourraient entraîner de nouveaux risques pour la salubrité des aliments à l'avenir et une surveillance s'impose. De plus, les politiques et les règlements concernant l'utilisation des eaux usées et d'autres pratiques de gestion de l'eau varieront d'un pays à l'autre, ce qui aura des répercussions sur la salubrité des aliments importés au Canada (Lake et coll., 2012).

8.5.2.1.2 Impacts des changements climatiques sur la salubrité des aliments à travers le prisme de la contamination chimique pendant la préparation et la consommation des aliments

Bien qu'il y ait peu de recherches sur la façon dont les changements climatiques pourraient influencer sur la contamination chimique pendant la préparation et la consommation des aliments, les comportements humains peuvent changer en réponse aux changements climatiques et accroître l'exposition aux produits chimiques. Par exemple, la préparation des aliments (p. ex., séchage, fumage) et la cuisson à haute température (p. ex., grillage, friture, rôtissage, cuisson) sont des causes courantes de contamination des aliments par les HAP et les amines hétérocycliques (Sugimura et coll., 2004; Zelinkova et Wenzl, 2015). Par conséquent, l'utilisation plus fréquente de la cuisson au barbecue associée à la prolongation de la saison estivale pourrait accroître l'exposition aux produits chimiques des aliments cuits au barbecue (Séguin, 2008).

Certaines collectivités autochtones du Canada ont mis au point d'autres méthodes de jardinage et de conservation des aliments afin de s'adapter aux changements climatiques. De telles activités peuvent être nécessaires pour soutenir la sécurité et la souveraineté alimentaires individuelles et communautaires, mais elles peuvent avoir des répercussions imprévues sur la santé humaine. Une étude sur les activités d'adaptation aux changements climatiques liées à l'alimentation mises en œuvre ou prévues dans trois collectivités des Premières Nations de la Colombie-Britannique et dans une collectivité inuite du Nunavut a révélé plusieurs préoccupations quant à la salubrité des aliments (Steiner et Neathway, 2019). Il s'agissait notamment de la contamination par les HAP causée par le fumage des aliments, de la contamination chimique causée par l'utilisation de pneus ou de bois traité comme jardinières, et des risques chimiques et microbiens liés à l'utilisation d'eau grise pour l'irrigation des cultures (Steiner et Neathway, 2019). D'autres recherches sont nécessaires pour mieux comprendre comment ces mesures d'adaptation aux changements climatiques peuvent avoir une incidence sur la salubrité des aliments et la santé humaine.

8.5.2.2 Problèmes liés aux aléas chimiques dans les aliments de l'Arctique et de la région subarctique en raison des changements climatiques

On trouve des contaminants persistants dans les écosystèmes du Nord, qui sont en grande partie transportés depuis les latitudes plus basses par l'air, l'eau et les routes terrestres (Kuhnlein et Chan, 2000; Rigét et coll., 2016; Brown et coll., 2018), ou proviennent de sources locales (p. ex., sites miniers). Par exemple, l'augmentation accélérée de la température et ses répercussions sur la fonte des glaciers, de la neige et de la glace de mer peuvent accroître le transfert de POP entre les niveaux trophiques et accroître les risques pour

la salubrité des aliments consommés par les populations de l'Arctique (Ma et coll., 2011; Manciooco et coll., 2014). Les contaminants chimiques déposés et emprisonnés dans les glaciers par transport aérien peuvent se retrouver dans les lacs et les plans d'eau alimentés par les glaciers à mesure que les glaciers fondent, ce qui accroît l'exposition des humains et de la faune (Bogdal et coll., 2009).

Dans les régions du Nord, les aliments récoltés localement peuvent s'avérer une voie importante d'exposition aux contaminants (Ratelle et coll., 2018), en particulier pour les peuples autochtones, car les systèmes alimentaires autochtones dans l'Arctique et la région subarctique comprennent souvent de grandes quantités de poissons, d'oiseaux et de mammifères marins récoltés localement. Les poissons et les mammifères marins sont les principales sources de mercure et de BPC (PLCN, 2013; Rigét et coll., 2016; Brown et coll., 2018; Chukmasov et coll., 2019). De même, on a trouvé des POP et des métaux lourds dans toutes les composantes de l'écosystème arctique (Fillion et coll., 2014). Une fois qu'un organisme absorbe un contaminant, celui-ci peut s'accumuler ou être transféré à d'autres organismes, ce qui pose des risques pour la santé des personnes qui consomment l'organisme en quantités importantes ou pendant une longue période (Dewailly et coll., 2000; PLCN, 2013).

Les variations dans la charge corporelle de contaminants reflètent généralement les différences dans les habitudes alimentaires et les modes de vie traditionnels (PSEA, 2015; gouvernement du Canada, 2017). Par exemple, les niveaux de POP et de métaux sont généralement plus élevés chez les femmes inuites des communautés côtières du Nunavik et du Nunavut, où la consommation de mammifères marins est plus importante, que chez les celles du Nunatsiavut (dans le Nord du Labrador) et de la région désignée des Inuvialuit (dans les Territoires du Nord-Ouest) (gouvernement du Canada, 2017). Les résultats de l'*Enquête sur la santé des Inuits (2007-2008)* indiquent que les hommes inuits ont tendance à manger des aliments traditionnels plus fréquemment et en plus grandes quantités que les femmes inuites (Egeland, 2010). La charge corporelle des POP et des métaux était donc souvent plus élevée chez les hommes inuits que chez les femmes, parfois jusqu'à deux ou trois fois. De même, les adultes plus âgés consomment habituellement plus d'aliments traditionnels que les adultes plus jeunes et ont généralement une charge corporelle de POP et de métaux plus élevée (gouvernement du Canada, 2017). À l'échelle mondiale, les populations autochtones côtières consomment en moyenne 15 fois plus de fruits de mer par habitant que les populations non autochtones (Cisneros-Montemayor et coll., 2016), et peuvent donc être exposées à un risque accru d'altérations des concentrations de contaminants dans les systèmes alimentaires en raison des changements climatiques.

En raison de températures plus élevées qui mènent à une débâcle précoce de la glace de mer, la toxicité de certains contaminants dans la colonne d'eau peut augmenter (Gaden et coll., 2012). Des niveaux élevés de mercure et de BPC chez les poissons de l'Arctique ont été associés à une croissance algale accrue en raison des températures plus chaudes de l'eau (Carrie et coll., 2010). Les variations liées aux changements climatiques dans le type et l'abondance des proies pourraient également avoir une incidence sur l'exposition des mammifères marins aux contaminants en influant sur le temps consacré à la recherche de nourriture et sa disponibilité. La débâcle printanière précoce permet aux animaux marins de se nourrir plus tôt et pendant plus longtemps, et facilite l'accès à des zones d'alimentation qui étaient inaccessibles dans le contexte des régimes de débâcle précédents (Gaden et coll., 2012).

Les changements climatiques peuvent donner lieu à une exposition accrue aux BPC et au mercure chez les principales espèces prédatrices à mesure que la glace de mer de l'Arctique recule et rejette des produits chimiques accumulés dans les milieux marins (Gaden et coll., 2012; Alava et coll., 2018). Selon une étude,

d'ici 2100, la concentration de méthylmercure et de BPC chez les animaux de niveau trophique supérieur pourrait augmenter de 8 % et de 3 % selon un scénario d'émissions élevées (RCP 8.5) et un scénario sans changements climatiques, respectivement (Alava et coll., 2018). Une autre étude a révélé une augmentation de 3 % à 5 % de l'absorption de méthylmercure par les organismes marins pour chaque augmentation de 1 °C de la température de l'eau (Booth et Zeller, 2005). En plus des risques pour la salubrité des aliments, la valeur nutritive des poissons (p. ex., les acides gras oméga-3) peut également changer en raison des interactions entre les changements climatiques et les contaminants et des effets sur le métabolisme des poissons (Alava et coll., 2017). Les changements climatiques peuvent donc accroître le risque d'exposition à des contaminants chimiques dans des sources alimentaires importantes récoltées par les peuples autochtones et modifier leur qualité nutritionnelle (Undeman et coll., 2010). La consommation d'aliments traditionnels a une importance considérable pour la santé et le bien-être des peuples autochtones (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). Selon le *Rapport de l'évaluation des contaminants dans l'Arctique canadien* et le Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique du gouvernement du Canada, les avantages nutritionnels de la consommation d'aliments traditionnels l'emportent sur les risques potentiels associés à la contamination chimique, à quelques exceptions près (Tchoukchesov et coll., 2019). À mesure que le climat évolue, il sera important d'améliorer les efforts de recherche et d'accroître la compréhension des impacts des changements climatiques sur la salubrité des aliments par contamination chimique.

8.6 L'adaptation pour réduire les risques pour la santé

L'adaptation est un élément clé de la réponse aux changements climatiques au Canada et à l'échelle mondiale. D'ailleurs, il a été déterminé qu'il s'agit d'un besoin urgent pour protéger la santé (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé). Au Canada, la responsabilité en ce qui a trait à l'adaptation est partagée entre les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux (Berry et coll., 2014a; Henstra, 2017). De nombreuses mesures d'adaptation axées sur la sécurité et la salubrité des aliments relèvent de la compétence de la santé publique, qui est à la fois un enjeu fédéral qui transcende les frontières provinciales et territoriales, et un enjeu infranational qui relève de la compétence des provinces en matière de santé (Austin et coll., 2018). Chaque province et territoire a sa propre structure organisationnelle, son orientation stratégique et ses priorités en matière de prestation de services de santé publique, ce qui permet de déterminer comment aborder l'adaptation aux effets des changements climatiques sur la sécurité et la salubrité des aliments (Clarke et Berry, 2012). Les autorités régionales et locales de santé publique jouent également un rôle essentiel pour ce qui est du maintien de la salubrité des aliments par la protection de la santé, la promotion, le dépistage et la surveillance (Berry et coll., 2018).

L'adaptation au niveau du lien entre l'alimentation et la santé nécessitera une collaboration intersectorielle (p. ex., santé, environnement, agriculture, transport) ainsi qu'une coordination entre les divers ordres de

gouvernement et avec la société civile (Hess et coll., 2012; Berry et coll., 2014a; Smith et coll., 2014). Les systèmes alimentaires sont des réseaux complexes de facteurs interdépendants qui influent sur la salubrité et la sécurité des aliments et sont souvent de nature transfrontalière (p. ex., ils englobent le comportement humain, le commerce et la réglementation) (Challinor et coll., 2017). Les interventions stratégiques en matière d'adaptation menées sans une solide coordination intersectorielle risquent d'occasionner une redondance, une fragmentation ou une maladaptation (Magnan et coll., 2016; Austin et coll., 2018).

Reconnaissant la diversité des possibilités d'adaptation pour les systèmes alimentaires, le présent chapitre porte expressément sur deux types d'adaptation : les mesures d'adaptation centrées sur le climat, qui sont axées de manière étroite et substantielle sur la réponse aux impacts alimentaires des aléas biophysiques associés aux changements climatiques; et les mesures d'adaptation centrées sur la vulnérabilité, qui se concentrent de manière vaste et intégrée sur les facteurs sociétaux, culturels, environnementaux, politiques et économiques (c.-à.-d. les déterminants sociaux de la santé), qui créent et accroissent la vulnérabilité aux impacts alimentaires des changements climatiques (Ebi, 2009; Dupuis et Biesbroek, 2013; Ford et coll., 2018). Les mesures d'adaptation centrées sur le climat et celles centrées sur la vulnérabilité sont nécessaires pour contrer les risques pour la santé liés au climat qui ont trait à la sécurité et à la salubrité des aliments au Canada.

8.6.1 Mesures d'adaptation centrées sur le climat

8.6.1.1 Évaluations des changements climatiques et de la vulnérabilité de la santé

D'évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation (ÉVA) fournissent une évaluation fondée sur des données probantes des principaux effets néfastes des changements climatiques sur la santé, déterminent les populations et les régions à risque élevé, évaluent l'efficacité des interventions existantes et décrivent les possibilités en matière d'adaptation (Berry et coll., 2014a; Buse, 2018). Ces évaluations sont essentielles au renforcement du niveau de préparation de la santé publique aux changements climatiques (Charron et coll., 2008; Hansen et Hoffman, 2011; Berry et coll., 2014a; ASPC, 2017; Berry et coll., 2018). Les autorités sanitaires régionales et locales du Canada effectuent de plus en plus de ÉVA. Cependant, la mesure dans laquelle les impacts du climat sur la sécurité et la salubrité des aliments sont évalués varie.

Dans les provinces et les territoires, la responsabilité quant à la réalisation de ÉVA est fonction des mandats concernant l'adaptation aux changements climatiques et du paysage juridictionnel des services de santé. Aux termes des Normes de santé publique de l'Ontario, par exemple, les bureaux de santé doivent évaluer les impacts des changements climatiques sur la santé. Plusieurs bureaux de santé ont donc effectué des ÉVA, dont le bureau de santé Grey Bruce (bureau de santé de Grey Bruce, 2017), le bureau de santé de Middlesex-London (Berry et coll., 2014b) et le bureau de santé du district de Simcoe Muskoka (Levison et coll., 2017). Chacune de ces évaluations aborde les risques de maladies d'origine alimentaire. Les évaluations du bureau de santé de Middlesex-London et du bureau de santé du district de Simcoe Muskoka tiennent explicitement compte des multiples dimensions de la sécurité alimentaire. Le rapport de la Ville de Toronto, *Exploring Health and Social Impacts of Climate Change in Toronto*, tient compte de la sécurité et la salubrité des aliments dans le contexte des pannes d'électricité pendant les événements météorologiques extrêmes et du caractère inadéquat des normes d'entreposage des aliments à mesure que les températures se réchauffent.

En 2017, le bureau de santé publique de Toronto a lancé une évaluation de la vulnérabilité alimentaire (Zeuli et coll., 2018a) afin d'évaluer la résilience du système alimentaire de Toronto dans le cadre de trois scénarios météorologiques extrêmes. Bien que les risques en matière de sécurité alimentaire aient été associés à des événements météorologiques extrêmes, la Ville a déterminé qu'il fallait élaborer des plans de résilience alimentaire pour les quartiers qui connaissent déjà de l'insécurité alimentaire qui pourrait être exacerbée par les changements climatiques. Le rapport comprenait des recommandations visant à élaborer des stratégies de réduction de la pauvreté qui s'attaquent à l'inégalité de l'accès aux aliments (Zeuli et coll., 2018a).

Il y a des défis à relever pour élaborer des ÉVA liées à l'alimentation qui soient solides et réalisables. Les évaluations de la vulnérabilité en matière de santé et de l'adaptation aux changements climatiques utilisent des données de surveillance pour évaluer les liens entre les résultats en matière de santé et les conditions climatiques. Bien que des systèmes de surveillance soient en place pour repérer les maladies d'origine alimentaire, la majorité des cas de maladies d'origine alimentaire ne sont ni diagnostiqués ni signalés (Berry et coll., 2014a; Harper et coll., 2015c; Thomas et coll., 2015). En outre, bien que des progrès aient été réalisés en ce qui concerne les projections climatiques et l'analyse des impacts, particulièrement en ce qui a trait aux projections localisées à plus petite échelle, l'incertitude concernant les projections pour les maladies d'origine alimentaire au Canada causées par les changements climatiques demeure élevée. Ainsi, de nombreuses ÉVA ne quantifient pas la façon dont les changements climatiques peuvent influencer sur les risques liés aux aliments, et, lorsque les tendances futures sont examinées, elles comportent uniquement des extrapolations générales indiquant l'orientation potentielle du changement (Ebi et coll., 2018). De plus, les liens entre les changements climatiques, la qualité des aliments et la qualité de l'eau demeurent sous-étudiés (ASPC, 2017). Par conséquent, il sera nécessaire de réaliser des études en vue d'examiner comment les changements climatiques prévus influenceront sur la sécurité et la salubrité des aliments (Smith et Fazil, 2019) et comment les facteurs démographiques et socioéconomiques futurs influenceront sur la répartition et l'incidence de ces risques au Canada.

Plusieurs programmes ont été mis sur pied pour combler ces lacunes. Par exemple, le *Programme du projet de systèmes de prévention en santé publique et adaptation aux changements climatiques* de l'Agence de la santé publique du Canada est axé sur la collaboration avec les intervenants en santé publique afin d'élargir la recherche sur les impacts des changements climatiques et d'appuyer les mesures d'adaptation, y compris la surveillance et la réponse aux nouvelles maladies d'origine alimentaire. De plus, le *Programme du projet de systèmes de prévention en santé publique et adaptation aux changements climatiques* a financé dix projets à l'échelle du Canada qui visent à améliorer la base de connaissances sur les impacts des changements climatiques sur la santé et à élaborer des plans d'adaptation stratégiques pour gérer les risques par la réalisation de ÉVA. Les partenaires de ces projets comprennent les ministères de la Santé provinciaux et territoriaux, les bureaux de santé locaux et la Régie de la santé des Premières Nations en Colombie-Britannique. Bon nombre de ces projets engloberont l'examen des impacts des changements climatiques sur les maladies d'origine alimentaire.

8.6.1.2 Planification de l'adaptation

Les stratégies et les plans d'action en matière d'adaptation aux changements climatiques jouent un rôle important en définissant les liens entre les données probantes et la prise de décisions, en énonçant les buts

et les objectifs stratégiques et en établissant des voies pour les mesures d'adaptation (Olazabal et coll., 2019). Les plans d'adaptation sont un élément clé pour jeter les bases des mesures d'adaptation au sein de tous les ordres de gouvernement au Canada, réduire au minimum les impacts des changements climatiques sur la sécurité et la salubrité des aliments, et optimiser les efforts de renforcement de la résilience. Cependant, une mise en œuvre efficace et rapide est essentielle pour que ces travaux préparatoires permettent d'obtenir des avantages tangibles (Lesnikowski et coll., 2011; Lesnikowski et coll., 2016).

Les discussions sur les intersections entre les changements climatiques, la sécurité alimentaire et la santé sont souvent mieux élaborées dans les plans d'adaptation stratégique pour les collectivités autochtones, où les conditions environnementales changeantes ont une incidence sur les systèmes alimentaires autochtones (encadré 8.5). Par exemple, le plan de Terre-Neuve-et-Labrador axé sur les changements climatiques fait ressortir les liens entre les changements relatifs à la température et à la glace de mer, de même que la diminution de l'accès aux zones de chasse inuites et les répercussions qui en découlent sur la sécurité et la salubrité des aliments ainsi que sur la santé mentale des Inuits (Affaires municipales et Environnement, 2019). L'alimentation est également une priorité clé dans la planification de l'adaptation territoriale qui comporte des mesures d'adaptation intersectorielles conçues pour intégrer la santé, la conservation, l'économie et la culture. Toutefois, dans de nombreuses stratégies provinciales d'adaptation aux changements climatiques, les impacts climatiques sur la production agricole sont présentés comme une question économique plutôt que comme une question de santé publique. En Nouvelle-Écosse, par exemple, les activités d'adaptation du ministère de l'Agriculture sont axées sur la diversification des cultures, la gestion des sols et de l'eau, la lutte contre les ravageurs et la gestion des risques d'inondation, mais n'établissent pas de liens explicites avec les risques pour la santé publique liés à la sécurité et à la salubrité des aliments (ministère de l'Environnement de la Nouvelle-Écosse, 2014).

Malgré son importance, la planification en matière de changements climatiques à l'échelle municipale est très inégale au Canada (Guyadeen et coll., 2019). Parmi les exemples de plans d'adaptation municipaux qui s'attaquent aux risques croissants sur le plan de l'alimentation associés aux changements climatiques, citons la *Climate Change and Health Strategy* de Toronto, qui définit plusieurs actions s'inscrivant dans la *Toronto Food Strategy*, notamment l'établissement des besoins en infrastructures pour soutenir la durabilité du système alimentaire, l'incitation à adopter des régimes alimentaires à faibles émissions de carbone et l'évaluation des impacts des changements climatiques sur la sécurité et la salubrité des aliments (TPH, 2015). La Ville de Surrey, dans la vallée du Bas-Fraser, en Colombie-Britannique, a examiné comment les changements de température et de précipitations influenceront sur les pertes agricoles et accroîtront le risque de maladies d'origine alimentaire. Le plan agricole de la Ville a été mis à jour en 2013 pour tenir compte des conditions climatiques changeantes (Services de planification et de développement, 2013). La *Climate Adaptation Strategy* de Surrey vise à améliorer la résilience locale aux perturbations liées au climat touchant le prix des aliments et les chaînes d'approvisionnement mondiales en encourageant la diversification des cultures et en appuyant la recherche locale sur les pratiques agricoles résilientes aux changements climatiques. La stratégie établit également des liens avec la gestion à long terme des risques d'inondation et les mécanismes de planification de l'utilisation des terres afin d'améliorer la production alimentaire dans les espaces urbains. À l'échelle régionale, le *Food Action Plan Task Force* du district régional du Grand Vancouver cherche à déterminer comment les municipalités de la région contribuent à un système alimentaire régional résilient et comment la capacité de production alimentaire locale peut être accrue (Metro Vancouver, 2016). Certaines petites villes et régions rurales examinent également comment les systèmes alimentaires locaux

seront touchés par les changements climatiques. La Ville de Castlegar, en Colombie-Britannique, a mené la *Sensitivity Assessment for Food and Agriculture*, qui a examiné comment les changements climatiques exerceront des pressions sur la production alimentaire locale (Ville de Castlegar, 2010). Dans le document d'évaluation, on propose plusieurs mesures pour accroître la capacité d'adaptation du système alimentaire de Castlegar aux changements climatiques, y compris la surveillance citoyenne de la production agricole et la sensibilisation aux techniques d'entreposage des aliments.

Au Québec, la Ville de Montréal mène actuellement une étude sur le potentiel de l'agriculture commerciale urbaine sur l'île de Montréal qui appuie la résilience du système alimentaire, dans le but d'élaborer une stratégie et un plan d'action en matière d'agriculture urbaine commerciale (Ville de Montréal, 2018). Toutefois, dans le contexte général de la planification en matière de changements climatiques, les politiques municipales concernant la production et la consommation d'aliments ont généralement été adoptées dans le but de réduire les émissions de GES, et ce n'est que récemment que les villes canadiennes commencent à intégrer la production et la consommation d'aliments dans la planification de l'adaptation. Par exemple, certaines stratégies d'adaptation locales reconnaissent maintenant que l'augmentation des températures estivales et les pannes d'électricité causées par des événements météorologiques extrêmes menacent la salubrité des aliments en accroissant le risque de maladies d'origine alimentaire (Municipalité régionale d'Halifax, 2010; Ville de Windsor, 2012; Ville de Montréal, 2015; Ville de Toronto, 2019). Les stratégies municipales qui tiennent compte de la sécurité alimentaire dans le contexte des changements climatiques visent souvent à accroître l'autosuffisance des systèmes alimentaires locaux et régionaux. Ainsi, les systèmes alimentaires peuvent être un point de jonction qui offre des possibilités de réaliser des synergies avec les politiques d'adaptation et d'atténuation des GES (Bureau d'environnement de la Ville de Toronto, 2008; Ville de Surrey, 2013; Zeuli et coll., 2018b).

Pour appuyer l'adaptation des collectivités autochtones, le Programme d'adaptation aux changements climatiques des Premières Nations et le programme Se préparer aux changements climatiques dans le Nord, administré par Relations Couronne-Autochtones et Affaires du Nord Canada, finance les évaluations des risques liés aux changements climatiques menées par les Autochtones et appuie l'élaboration d'options d'adaptation (RCAANC, 2018; RCAANC, 2019). Bon nombre des projets financés étaient axés sur les impacts sur la santé ou la sécurité alimentaire en lien avec les changements climatiques. Parmi les exemples, citons : les projets menés par la bande des Blood en Alberta pour accroître la sensibilisation à l'égard de l'impact des changements climatiques sur la sécurité alimentaire des collectivités; l'évaluation des risques de la Première Nation de Splatshin en Colombie-Britannique sur l'impact des inondations sur les ressources alimentaires; les recherches du ministère de l'Environnement du gouvernement du Yukon sur la relation entre les changements climatiques, les aliments traditionnels et le régime alimentaire des Yukonnais; et l'évaluation de la vulnérabilité du pergélisol et la cartographie des zones de récolte traditionnelles par le Collège du Yukon et la Première Nation de la rivière Jean-Marie. Le Programme sur le changement climatique et l'adaptation du secteur de la santé administré par Services aux Autochtones Canada finance également des projets communautaires visant à renforcer la capacité d'adaptation aux impacts des changements climatiques sur la santé, y compris un certain nombre de projets sur la sécurité alimentaire.

Des efforts sont actuellement déployés à tous les échelons du gouvernement pour s'attaquer aux impacts des changements climatiques sur la production et la sécurité alimentaires. Il est possible de tirer des leçons de projets et de partenaires de premier plan qui abordent explicitement les risques pour la santé et qui

accroissent la protection des Canadiens et des Canadiennes contre les impacts futurs des changements climatiques. Ces mesures encourageraient l'établissement des partenariats de collaboration entre les secteurs et permettraient d'élaborer des solutions d'adaptation plus efficaces, contribuant ainsi à une plus grande résilience de la population.

8.6.1.2.1 Leadership en matière d'adaptation dans le Nord du Canada afin de composer avec les risques pour la sécurité et la salubrité des aliments

Dans le Nord du Canada, la planification de l'adaptation se fait à l'échelle régionale et communautaire. Les efforts de planification officiels partagent une perspective commune des impacts sur la santé liés au climat en tant que défi transversal, et mettent l'accent sur la nécessité de comprendre et de respecter les relations entre la santé, la conservation, la culture et l'économie. L'intégration de la science occidentale et du savoir autochtone est un principe clé que l'on retrouve dans les documents de planification, bien qu'une prédominance de cadres scientifiques et de méthodes de planification gouvernementales ait été notée (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada) (Bates, 2007; Cameron et coll., 2015; Labbé et coll., 2017; Flynn et coll., 2018). Les principaux impacts des changements climatiques liés à l'alimentation qui sont abordés dans de nombreux plans d'adaptation pour le Nord englobent des changements en ce qui concerne la disponibilité et l'accessibilité des aliments traditionnels; une augmentation des contaminants; des conditions météorologiques et des glaces de mer plus imprévisibles; et des impacts sur la santé mentale résultant des difficultés à préserver les pratiques et les compétences autochtones qui sont ancrées dans les activités terrestres.

À l'échelle régionale, la Stratégie d'adaptation panterritoriale (gouvernement du Nunavut et coll., 2011) a encouragé la collaboration entre les gouvernements territoriaux pour comprendre les risques liés aux changements climatiques et proposer des mesures d'intervention stratégiques appropriées. La Stratégie nationale inuite sur les changements climatiques de l'Inuit Tapiriit Kanatami (ITK, 2019) vise à améliorer la coordination des efforts de planification de l'adaptation régionale des Inuits et à établir des liens solides entre la défense des intérêts globaux et la participation aux efforts locaux. Le plan définit cinq domaines d'action prioritaires, soit les connaissances et le renforcement des capacités; la santé; le bien-être et l'environnement; les systèmes alimentaires; l'énergie; et l'infrastructure. De plus, le Comité national inuit sur la santé réunit un groupe de travail sur la sécurité alimentaire des Inuits, qui coordonne les efforts en matière de nutrition, de sécurité alimentaire et de santé dans les régions inuites.

Des cadres stratégiques et des plans d'action ont également été adoptés ou sont en cours d'élaboration aux échelons territorial et local. Par exemple, le Cadre stratégique sur le changement climatique des Territoires du Nord-Ouest pour 2030 et son plan d'action connexe (2019-2023) décrivent en détail plusieurs mesures d'adaptation qui ciblent expressément la sécurité alimentaire et la santé, telles que la surveillance des sources de nourriture autochtones; la surveillance de la distribution des espèces; la géocartographie de la contamination du système alimentaire; la surveillance de la qualité de l'eau potable; la mise au point d'un système d'alerte sanitaire; et l'exploration du potentiel de nouvelles cultures dans les jardins communautaires à mesure que la saison de croissance s'allonge (gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, 2018). Le Cadre et le plan d'action soulignent que le savoir autochtone devrait être utilisé pour obtenir des données de base afin de surveiller les tendances en matière d'environnement et de santé et de cerner les besoins futurs en matière de recherche. Le Plan d'action sur les moyens de subsistance durables pour 2019 à 2023 du gouvernement des Territoires du Nord-Ouest et la Stratégie et Plan d'action sur la sécurité alimentaire

du Nunavut 2014-2016 reconnaissent également que les changements climatiques représentent un risque majeur pour l'accessibilité des aliments dans la région, et soulignent l'importance de garantir l'accès aux aliments traditionnels afin d'assurer la sécurité alimentaire des collectivités.

Le document stratégique *UPAGIAQTAVUT : Paver la voie – Impacts et adaptations liés aux changements climatiques* du gouvernement du Nunavut met l'accent sur la participation communautaire, la prise de décisions par consensus, la collaboration, l'ingéniosité et le respect de l'environnement. Le document propose plusieurs activités de sensibilisation et de recherche, y compris l'élaboration de trousseaux d'outils de planification, l'intégration de sujets liés aux changements climatiques dans les programmes scolaires et l'incitation à l'échange de connaissances entre les aînés et les jeunes. Un certain nombre de mesures propres aux collectivités qui visent à accroître l'accès à la nourriture ont été élaborées dans le cadre d'exercices de planification de l'adaptation communautaire avec le soutien des gouvernements fédéral et territorial, notamment la mise en place de programmes d'apprentissage de la chasse; la réfection ou le remplacement de sentiers dangereux pour permettre l'accès aux zones de chasse et de pêche; l'amélioration de l'accès aux technologies et aux équipements de navigation; la mise en place de congélateurs communautaires; et la création de programmes de sensibilisation à la conservation sécuritaire des aliments. À la lumière des résultats de ces projets, une trousse de planification de l'adaptation locale au Nunavut a été publiée en 2011 en vue d'aider les collectivités à préparer leurs propres plans d'adaptation (Bowron et Davidson, 2011).

Le gouvernement du Yukon est en voie d'élaborer une stratégie d'adaptation territoriale qui s'appuie sur les travaux d'adaptation antérieurs. *Le Climate Change and Public Health Project* (2013-2014) a permis de cerner les impacts actuels et prévus des changements climatiques sur la santé au Yukon, de même que les priorités et les lacunes en matière de connaissances et de ressources (gouvernement du Yukon, 2014). En ce qui concerne la politique alimentaire dans son ensemble, le territoire a mis sur pied un groupe de travail interministériel afin de proposer des voies à suivre pour aborder la sécurité alimentaire dans les différents portefeuilles des ministères de l'Environnement, de la Santé et des Services sociaux; du Développement économique; des Services communautaires; de l'Énergie, des Mines et des Ressources; et de l'Éducation. Le territoire élabore également une stratégie alimentaire locale visant à encourager la production et la consommation d'aliments régionaux afin de réduire la dépendance à l'égard des aliments transportés de l'extérieur du Yukon. Diverses mesures ont été proposées pour accroître la résilience du système alimentaire du Yukon, notamment l'expansion des marchés communautaires; le financement de la modernisation des systèmes d'irrigation et de l'équipement agricole spécialisé; et la conception de programmes scolaires visant à faire participer les élèves aux enjeux de durabilité alimentaire au Yukon, ce qui renforcera également la capacité d'adaptation aux changements climatiques.

8.6.1.3 Surveillance

Les systèmes de surveillance sont des composantes essentielles de l'adaptation aux impacts des changements climatiques sur la santé (Ebi et Semenza, 2008; Lam et coll., 2019), car ils permettent d'assurer un suivi continu des résultats en matière de santé grâce à la collecte, à l'analyse et à l'interprétation des données. Bien que, à l'heure actuelle, la plupart des systèmes de surveillance liés à la salubrité des aliments au Canada ne comprennent pas de variables climatiques et n'ont pas été mis en œuvre pour appuyer l'adaptation aux changements climatiques, il est possible d'utiliser les données climatiques et les résultats de

la surveillance pour mieux comprendre les risques pour la santé et évaluer les options d'adaptation (encadré 8.5). Par exemple, Smith et ses collègues (2019) ont utilisé les données de surveillance nationales du Programme intégré canadien de surveillance de la résistance aux antimicrobiens pour démontrer, d'une part, la corrélation entre la température de l'air, les précipitations et, d'autre part, la contamination microbienne des aliments. Des études semblables ont utilisé des données de surveillance pour établir les liens entre les infections entériques et la température (Ravel et coll., 2010; David et coll., 2017). Il existe de nouvelles possibilités d'améliorer les systèmes de surveillance existants. Par exemple, il est possible d'intégrer les variables climatiques dans le Système de surveillance de FoodNet Canada, qui permet de cerner les principales sources d'agents pathogènes entériques en recherchant ces pathogènes au sein du continuum de la ferme à l'assiette dans les régions à interface urbaine-rurale (p. ex., aliments de détail, ferme, eau) (ASPC, 2017). Il reste néanmoins des défis à relever en matière de surveillance. Par exemple, la proportion d'infections entériques imputable à la consommation d'aliments plutôt qu'à l'eau et à d'autres sources d'infection demeure inconnue (Butler et coll., 2016), et le véritable fardeau des maladies d'origine alimentaire est sous-estimé en raison du sous-diagnostic et de la sous-déclaration (Harper et coll., 2015c; Thomas et coll., 2015).

La capacité des systèmes de surveillance à signaler de façon précoce l'émergence de maladies nouvelles ou existantes sensibles au climat doit être étudiée et renforcée de façon plus exhaustive (Ford et coll., 2014), en particulier pour les scénarios d'émissions élevées (p. ex., RCP 8.5) (Costello et coll., 2009; Ebi et coll., 2018) et les risques qui peuvent émerger des systèmes alimentaires extérieurs (p. ex., par le biais du commerce) (Lake, 2017). Les changements climatiques pourraient rendre les systèmes actuels de surveillance des aliments inadéquats, ce qui sous-tend l'importance de l'analyse prospective pour anticiper les nouvelles menaces (Lake, 2017).

Les données nationales sur la sécurité alimentaire sont recueillies dans le cadre de l'Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes, laquelle permet de détecter les changements temporels au chapitre de la prévalence de la sécurité alimentaire. Toutefois, les résultats de l'enquête donnent une image incomplète de l'état de la sécurité alimentaire au Canada, car certaines provinces et certains territoires peuvent choisir de ne pas participer à son volet sur la sécurité alimentaire, et plusieurs groupes de population, notamment les Premières Nations vivant dans les réserves et les personnes vivant dans des foyers de soins de longue durée et des établissements carcéraux ne sont pas inclus dans l'enquête (PROOF, 2018). De plus, la capacité d'examiner des renseignements démographiques, temporels et spatiaux à petite échelle avec ces données est limitée (PROOF, 2018). Ces données n'ont pas été utilisées pour examiner les impacts du climat et des changements climatiques sur la sécurité alimentaire au Canada (Ebi et coll., 2017; Ford et coll., 2019; Lam et coll., 2019). Étant donné la capacité limitée de l'enquête à saisir la nature multidimensionnelle de la sécurité alimentaire chez les Premières Nations, les Inuits et les Métis, il faut élaborer d'autres méthodes de mesure de la sécurité alimentaire ancrées dans les valeurs culturelles et le savoir autochtone, qui mettent l'accent sur la consommation d'aliments traditionnels et d'aliments vendus au détail, et sur le rôle des réseaux de partage pour étayer l'accès aux aliments (Ready, 2016; Ford et coll., 2019).

Les systèmes de surveillance existants ne suffisent pas pour détecter l'occurrence et la propagation des risques pour la santé liés au climat pour de nombreux peuples autochtones au Canada (Harper et coll., 2015b; Sawatzky et coll., 2018; Lam et coll., 2019), accroissant ainsi leur vulnérabilité aux impacts futurs (Ford et coll., 2010; Harper et coll., 2015a). Les lacunes en matière de surveillance ont été documentées dans les

collectivités autochtones et existent pour diverses raisons, dont l'absence de données, les différentes interactions avec les systèmes de soins de santé et les coûts élevés liés au suivi des patients nécessaire à la fourniture de données (Ford et coll., 2010; Harper et coll., 2011; Pardhan-Ali et coll., 2012a; Pardhan-Ali et coll., 2012b; Pardhan-Ali et coll., 2013; Ford et coll., 2014; Harper et coll., 2015a; Harper et coll., 2015b; Harper et coll., 2015c). Le savoir autochtone est essentiel aux efforts robustes de surveillance des changements climatiques et de la santé (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). Plusieurs études démontrent que la mise à profit du savoir autochtone dans les systèmes de suivi et de surveillance communautaires est un atout qui permet de suivre l'évolution des changements liés au climat et d'y réagir en ce qui concerne l'accès aux activités terrestres autochtones, la distribution des espèces, la sécurité alimentaire et les impacts connexes sur la santé (p. ex., sécurité alimentaire, nutrition, sécurité personnelle et blessures, agents pathogènes d'origine alimentaire et maladies infectieuses nouvelles et réémergentes) (Bernier et coll., 2016; Blangy et coll., 2018; Sawatzky et coll., 2018; Kipp et coll., 2019; Lam et coll., 2019).

Encadré 8.5 Mesures d'adaptation pour réduire les risques émergents de *V. parahaemolyticus* dans les huîtres

On anticipe un accroissement des risques pour la santé liés à la présence de *V. parahaemolyticus* dans les huîtres récoltées au Canada en raison des changements climatiques (voir l'encadré 8.3). Des efforts d'adaptation sont donc nécessaires pour prévenir un fardeau accru de maladies d'origine alimentaire.

Une capacité accrue de prédire les risques émergents liés à *V. parahaemolyticus* pourrait permettre de lancer des alertes précoces afin de cibler le moment et le lieu des interventions en santé publique et d'éclairer les nouvelles pratiques de l'industrie liées à la santé. Par exemple, advenant que l'on anticipe un phénomène El Niño-oscillation australe intense, les efforts d'adaptation pourraient comprendre des rajustements dans les pratiques de l'industrie et les politiques réglementaires, notamment en ce qui concerne les fruits de mer qui sont consommés crus (p. ex., huîtres). D'autres options comprennent des contrôles plus rigoureux de la température après la récolte pour limiter la croissance des agents pathogènes. Toutefois, au cours d'une éclosion de *V. parahaemolyticus* en 2004 en Alaska, les niveaux d'agents pathogènes au moment de la récolte posaient déjà des risques importants pour la santé, et ce, malgré les contrôles post-récolte réalisés (Martinez-Urtaza et coll., 2010). Les niveaux de *V. parahaemolyticus* au moment de la récolte ont été réduits d'un certain ordre de grandeur l'année suivante grâce à l'adoption d'une nouvelle pratique selon laquelle les huîtres étaient conservées dans l'eau à une profondeur supplémentaire de 15 à 30 m et, incidemment, à une température plus froide, et ce, pendant un mois avant la récolte (Martinez-Urtaza et coll., 2010). Par ailleurs, les processus post-récolte tels que la chaleur modérée, la pression hydrostatique élevée et le gel peuvent réduire les niveaux de *V. parahaemolyticus* et d'autres agents pathogènes, tels que *V. cholerae* et *V. vulnificus*. Ces procédés conservent généralement les caractéristiques sensorielles des huîtres crues que les consommateurs préfèrent. À mesure que les risques pour la santé augmentent avec le réchauffement climatique, ces options d'adaptation offrent des possibilités de protéger la population canadienne.

8.6.1.4 Communication des risques et éducation

La sensibilisation aux risques liés aux changements climatiques a une forte influence sur le lancement et l'élaboration de programmes d'adaptation et l'adoption de comportements adaptatifs (Grothmann et Patt, 2005; Moser, 2014; Ford et King, 2015). Il y a plusieurs exemples d'autorités sanitaires qui entreprennent des activités visant à accroître l'éducation et la sensibilisation aux impacts des changements climatiques sur les aliments afin de promouvoir les changements comportementaux individuels. Au Québec, le site Web *Mon climat, ma santé* a été conçu pour sensibiliser davantage le public aux impacts du climat sur la santé. Le site Web fournit une introduction au concept de l'insécurité alimentaire et examine diverses façons dont les changements climatiques influenceront sur la production et la consommation d'aliments au Canada et dans le monde. Il fait la promotion de la sécurité alimentaire dans un climat en évolution, en mettant l'accent sur l'achat d'aliments locaux, le jardinage communautaire et la tenue d'événements tels que des ateliers de cuisine pour enseigner aux citoyens comment réduire le gaspillage alimentaire (INSPQ, s.d.). À l'échelle municipale, à Montréal, un projet pilote réalisé en 2017 dans le quartier Notre-Dame-de-Grâce visait à améliorer la préparation aux situations d'urgence au moyen d'ateliers sur la résilience communautaire. On a encouragé les citoyens à assembler des troussees d'urgence de 72 heures comprenant des recettes et de la nourriture pouvant être préparées au cours d'une situation d'urgence (Ville de Montréal, 2018). De plus, le gouvernement fédéral a financé de nombreux projets dans le cadre des programmes Adaptation aux changements climatiques des Premières Nations, Se préparer aux changements climatiques dans le Nord et ADAPTATIONSanté, qui comprennent la communication des risques et l'éducation communautaire. Le Programme des jeunes chasseurs d'Arviat, au Nunavut, par exemple, utilise la technologie SmartIce pour surveiller l'épaisseur de la glace de mer et tenir la collectivité au courant des conditions de déplacement. En étant inclus dans le processus de collecte de données, les jeunes membres de la collectivité se familiarisent à la fois avec la glace de mer et la sécurité de la faune. La Première Nation des Nacho Nyak Dun au Yukon fournit de l'information à la collectivité sur les changements climatiques et la sécurité alimentaire en menant des activités de collecte de connaissances, puis en élaborant et en traduisant l'information en tutchone du Nord.

8.6.2 Mesures d'adaptation axées sur la vulnérabilité

8.6.2.1 S'attaquer aux causes profondes de la vulnérabilité

Les personnes qui sont touchées de manière disproportionnée par les impacts des changements climatiques sur la sécurité alimentaire et la salubrité des aliments sont celles qui sont défavorisées sur le plan socioéconomique et qui souffrent déjà de graves problèmes de santé, comme les personnes à faible revenu, les personnes âgées, les membres de communautés racialisées, les ménages dirigés par une femme seule et les personnes handicapées (Smith et coll., 2014; ONUAA, 2016). Les mesures d'adaptation qui tiennent compte des réalités sociétales sous-jacentes à la vulnérabilité aux conditions climatiques peuvent améliorer la sécurité alimentaire et la salubrité des aliments, en plus de contribuer à l'équité en santé et à la résilience globale des collectivités (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé). Par exemple, pour les peuples autochtones, cela comprend le soutien et la promotion de la souveraineté alimentaire autochtone (encadré 8.6). Les possibilités d'action abordées dans la documentation existante sont diverses

et couramment examinées dans le contexte des systèmes alimentaires autochtones; elles comprennent l'investissement dans les filets de sécurité sociale pour répondre aux urgences alimentaires (p. ex., soupes populaires); la réduction de la pauvreté; la vérité et la réconciliation; l'éducation; la gouvernance inclusive; et la promotion de la culture (Ford et coll., 2013; Skinner et coll., 2013; Fillion et coll., 2014; Ford et coll., 2014; Organ et coll., 2014; Ford et coll., 2016; Rosol et coll., 2016). Ces mesures présentent aussi de multiples avantages accessoires pour la santé et peuvent renforcer d'importants déterminants de la santé, dont la sécurité alimentaire.

L'intégration des considérations relatives aux changements climatiques et de l'information sur les risques pour la sécurité alimentaire et la salubrité des aliments dans les politiques et les programmes existants peut également aider à s'attaquer aux causes sous-jacentes de la vulnérabilité. Certaines administrations prennent déjà de telles mesures. La Stratégie et le Plan d'action sur la sécurité alimentaire du gouvernement du Nunavut, élaborés en collaboration avec Nunavut Tunngavik Inc., des organisations inuites, des organisations non gouvernementales et le secteur privé, tiennent compte des impacts des changements climatiques sur l'accessibilité des aliments et promeuvent les compétences alimentaires importantes pour l'adaptation (CSAN, 2014). De même, d'autres plans d'adaptation territoriaux insistent sur l'importance d'appuyer les activités de santé et de bien-être pour renforcer la résilience des collectivités face à de multiples facteurs de stress, y compris les changements climatiques. D'autres mesures de lutte contre l'insécurité alimentaire visent à accroître l'autosuffisance des systèmes alimentaires locaux et régionaux, ce qui, en retour, devrait accroître la résilience aux changements climatiques (Sonnino, 2016; Dorward et coll., 2017). Le document *Food System Assessment and Action Plan* de Calgary intègre des projections climatiques locales, aborde les défis et les possibilités d'adaptation dans l'ensemble des systèmes alimentaires et présentent des exemples locaux d'agriculture urbaine (Ville de Calgary, 2012). Partout au Canada, les municipalités encouragent de plus en plus la création de jardins communautaires, autorisent les poules à l'intérieur des limites des villes, appuient les marchés agricoles et les programmes d'agriculture communautaire, et cultivent des forêts nourricières urbaines³. De telles mesures peuvent contribuer à la résilience des collectivités face aux changements climatiques et présenter de nombreux avantages accessoires sur le plan de la santé.

3 Situées dans des zones urbaines et imitant un écosystème naturel, les forêts nourricières urbaines sont constituées d'arbres vivaces et de plantes comestibles (Clark et Nicholas, 2012).

Encadré 8.6 La souveraineté alimentaire autochtone en guise de solution aux changements climatiques

Le mouvement pour la souveraineté alimentaire autochtone prend de l'ampleur en réponse à l'imposition des systèmes alimentaires industriels occidentaux, alors que les nations autochtones cherchent à retrouver leur bien-être par la revitalisation des systèmes alimentaires traditionnels (Whyte, 2016; Delormier et coll., 2017). La souveraineté alimentaire autochtone évoque une autre forme de système alimentaire qui implique un savoir autochtone et des relations mutuellement bénéfiques avec la terre, ce qui contraste avec de nombreux systèmes alimentaires conventionnels à grande échelle caractérisés par l'industrialisme, le capitalisme et l'internationalisme. La souveraineté alimentaire autochtone vise l'intégration des aspects politiques, sociaux, économiques, écologiques et spirituels de l'alimentation. Elle affirme que les collectivités autochtones ont le droit de préserver leurs traditions et pratiques culturelles entourant la production, la récolte et le partage des aliments (Lemke et Delormier, 2017). La souveraineté alimentaire autochtone reflète un « cadre de justice réparatrice pour la santé et le développement communautaire », de même que des relations de guérison les uns avec les autres, la terre, les animaux et les plantes (Morrison, 2011). La souveraineté alimentaire autochtone comporte quatre principes centraux (Morrison, 2011) :

- La nourriture est sacrée et ne peut être limitée par les lois et les politiques coloniales; sa valeur est plutôt confirmée par les responsabilités sacrées de longue date à l'égard de la terre, des animaux et des plantes.
- La participation à la pratique quotidienne consistant à cultiver des relations saines avec la terre et les uns avec les autres est essentielle au maintien de la souveraineté alimentaire des Autochtones.
- L'autodétermination – c'est-à-dire la liberté de prendre des décisions en matière d'alimentation pour soutenir la santé des gens et des collectivités – est essentielle.
- Une vaste réforme des politiques s'impose pour concilier les systèmes alimentaires autochtones avec les lois et les politiques coloniales.

La souveraineté alimentaire des Autochtones, par opposition à la sécurité, est une tâche difficile. Elle comprend l'analyse des causes profondes des disparités en matière de santé que connaissent les peuples autochtones en ce qui concerne les systèmes alimentaires, y compris l'imposition des systèmes alimentaires coloniaux. Le besoin de revitaliser les pratiques alimentaires traditionnelles est un élément essentiel de la souveraineté alimentaire et requiert la reconnaissance des droits ancestraux et issus de traités (gouvernement du Canada, 2020) afin de garantir l'accès aux terres traditionnelles.

Dans les systèmes autochtones, la nourriture est considérée comme un cadeau, une source de vie. Elle joue un rôle central dans les cérémonies, l'identité et la culture, et fait partie intégrante du réseau de relations entre les gens et la terre (Whyte, 2016). L'accès aux aliments traditionnels est un élément essentiel de la culture, de la langue et du bien-être des Autochtones, au niveau individuel et communautaire. Cet accès dépend du maintien des relations physiques et spirituelles avec la terre.

Le lien entre le savoir autochtone et l'alimentation est une considération essentielle à l'examen de la sécurité alimentaire dans le contexte des changements climatiques. La connaissance des systèmes alimentaires est

enseignée et les relations avec la nourriture se perpétuent grâce à des engagements sociaux au sein des familles, des collectivités et d'autres sociétés. Lorsque le modèle du système agroalimentaire occidental a supplanté le système alimentaire traditionnel, la transmission du savoir autochtone a été grandement réduite (Grey et Patel, 2015; Kermoal et Altamirano-Jiménez, 2016). Les régimes alimentaires sont plus sains dans les régions où les aliments traditionnels sont consommés plus souvent (Johnson-Down et Egeland, 2010; Gagné et coll., 2012; Chan et coll., 2019). De plus, il y a une dimension axée sur le genre à l'impact de l'insécurité alimentaire. Les femmes possèdent traditionnellement des connaissances spécialisées sur les systèmes alimentaires, y compris leur production, leur récolte, leur préparation et leur sécurité, et font activement la promotion des propriétés nutritionnelles et médicinales des aliments, en plus de contribuer à l'intendance de la terre (Lemke et Delormier, 2017).

8.6.2.2 Renforcer les systèmes de santé

Le renforcement des systèmes de santé pour améliorer la gestion des risques actuels et futurs liés aux changements climatiques est essentiel à l'adaptation (Ford et coll., 2014; Watts et coll., 2015) (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé). Les autorités de santé publique jouent un rôle essentiel dans le maintien de la santé et du bien-être, par la protection de la santé et sa promotion, le dépistage et la surveillance de la salubrité des aliments (Charron et coll., 2008). Les connaissances sont limitées quant à l'efficacité des mesures actuelles visant à réduire les risques pour la santé découlant des impacts possibles des changements climatiques sur les aliments (Yusa et coll., 2015).

Étant donné les relations interdépendantes entre les systèmes alimentaires, la santé et les changements climatiques, l'alimentation peut être un point d'intervention important pour l'action climatique et l'équité en santé au sein du système de santé. Par exemple, Nourir la santé : L'avenir de l'alimentation dans les soins de santé, une initiative de collaboration dirigée par la Fondation McConnell avec des partenaires de partout au Canada, cherchait à habiliter les chefs de file des soins de santé à instaurer des mesures plus importantes en matière d'adaptation aux changements climatiques et d'équité en santé par des interventions dans le domaine de l'alimentation (Nourish, s.d.). Le programme d'innovatrices et d'innovateurs institutionnels de Nourir la santé, qui s'est déroulé de décembre 2016 à mai 2019, a rassemblé des innovateurs de 25 hôpitaux et autorités sanitaires du Canada en vue de collaborer à une série de projets qui ont mis à profit le pouvoir des aliments pour générer un impact dans trois domaines transversaux : le climat, l'équité et le bien-être de la collectivité. Les projets de collaboration nationaux comprenaient des initiatives liées aux programmes alimentaires traditionnels et culturels, aux menus durables, à l'approvisionnement alimentaire local et axé sur la valeur dans les soins de santé, et à la mesure des expériences alimentaires des patients.

8.6.3 Progrès en matière d'adaptation et défis futurs

Des efforts d'adaptation sont en cours aux échelons fédéral, provincial, territorial, municipal, communautaire, des ménages et individuel pour réagir aux impacts des changements climatiques sur l'alimentation, bien que l'analyse présentée dans le présent chapitre indique que d'autres mesures sont nécessaires. La surveillance

de l'adaptation et son évaluation continue seront essentielles pour suivre les progrès réalisés en matière de réponse aux risques et tirer des leçons des mesures prises, ce qui nécessitera l'élaboration de nouvelles méthodes, de nouvelles approches et de nouveaux ensembles de données (Ford et coll., 2016; ECCC, 2018; Berrang-Ford et coll., 2019; Lesnikowski et coll., 2019).

Les obstacles qui entravent les efforts visant à réduire les risques pour la santé découlant des impacts des changements climatiques sur la sécurité alimentaire comprennent l'incertitude quant aux impacts des changements climatiques; le manque de ressources financières; l'insuffisance du capital social; l'établissement des priorités quant aux enjeux immédiats en matière de santé publique; les arrangements institutionnels fragmentés; et les défis relatifs aux administrations (Huang et coll., 2011; Clarke et Berry, 2012; Paterson et coll., 2012; Yusa et coll., 2015; Roser-Renouf et coll., 2016; Austin et coll., 2018; Austin et coll., 2019). Il existe également des limites potentielles à l'adaptation, bien que peu de chercheurs aient évalué ces limites dans un contexte de climat et de santé en général (Ebi et Hess, 2017; de Coninck et coll., 2018), ou pour la sécurité et la salubrité alimentaire en particulier. Les débats connexes sur les pertes, les dommages et l'indemnisation sont pertinents au Canada, en particulier pour les peuples autochtones sur qui le fardeau des impacts pèse de manière inégale et inéquitable; ils n'ont toutefois pas encore été examinés (Ford, 2009; Landauer et Juhola, 2019).

Un autre défi lié à l'adaptation est que, dans le cadre de la planification des politiques sur les changements climatiques, la sécurité alimentaire tend à être présentée principalement comme un enjeu de nature économique ou lié à l'atténuation des émissions de GES, plutôt que comme un défi social, culturel ou de santé publique qui doit être relevé. Par conséquent, les politiques et les programmes alimentaires mis en place en réponse aux changements climatiques sont élaborés principalement dans le cadre d'initiatives de politique de durabilité, d'atténuation ou de résilience et, bien souvent, ne comprennent pas de liens solides avec les enjeux et les préoccupations en matière de santé publique.

8.7 Lacunes dans les connaissances et recommandations

8.7.1 Sécurité alimentaire

La documentation existante sur la sécurité alimentaire et les changements climatiques met généralement l'accent sur la disponibilité des aliments, ce qui correspond à l'importance disproportionnée qu'accordent les recherches sur les impacts des changements climatiques sur la production alimentaire, comparativement aux autres composantes du système alimentaire (Nelson et coll., 2016). Par conséquent, la compréhension des impacts des changements climatiques sur les composantes non liées à la production des systèmes alimentaires (c.-à-d. la transformation, la distribution, la préparation et la consommation des aliments) est limitée (Porter et coll., 2014), tout comme la compréhension des impacts sur la santé humaine. De plus, les études ont tendance à se

concentrer sur les changements à facteur unique qui pourraient avoir une incidence sur les systèmes alimentaires, plutôt que d'examiner les caractéristiques plus complexes et multidimensionnelles de la sécurité alimentaire qui exigent l'intégration de facteurs environnementaux, politiques, économiques et sociaux. Par conséquent, il y a un certain nombre de lacunes au chapitre des connaissances, en particulier en ce qui concerne les composantes du système alimentaire les plus vulnérables aux changements climatiques, les conséquences pour la santé humaine et les stratégies d'adaptation les plus efficaces (Schnitter et Berry, 2019).

La gravité et l'importance des effets des changements climatiques sur la sécurité alimentaire, de même que la capacité d'adaptation, varieront d'un bout à l'autre du pays. Bien qu'un certain nombre d'études aient exploré les impacts des changements climatiques sur la sécurité alimentaire dans le Nord du Canada, des lacunes dans les connaissances persistent. De plus, une analyse ciblée est nécessaire afin de mieux comprendre les principaux risques et vulnérabilités auxquels font face les populations des régions au sud du 60e parallèle, y compris les collectivités rurales et éloignées ainsi que les centres urbains. Il est essentiel de procéder à des évaluations et à des analyses des systèmes alimentaires régionaux et locaux pour cerner les vulnérabilités qui leur sont uniques et étayer les stratégies d'adaptation appropriées, en tenant particulièrement compte des personnes qui subiront des impacts disproportionnés et qui pourraient déjà faire face à un risque nutritionnel et à l'insécurité alimentaire (p. ex., ménages à faible revenu, peuples autochtones, ménages dirigés par une femme seule).

Compte tenu de la nature intégrée des systèmes alimentaires, la perturbation d'un composant du système alimentaire peut déstabiliser les opérations critiques d'autres composants. Par conséquent, des recherches futures sur les liens entre les changements climatiques, la sécurité alimentaire et la santé humaine sous l'angle du système alimentaire aideraient à cerner les vulnérabilités critiques et les points sur lesquels il conviendrait le plus d'intervenir pour assurer l'adaptation aux changements climatiques. Cette perspective incite également tous les acteurs du système alimentaire à collaborer. En effet, de nombreuses mesures d'adaptation qui contribuent à la résilience d'un système alimentaire échapperont à la compétence du secteur de la santé et nécessiteront une intervention multisectorielle (Schnitter et Berry, 2019).

En vue de comprendre les risques pour la sécurité alimentaire découlant des changements climatiques, des connaissances précises sont nécessaires, y compris des recherches dans le but de :

- déterminer les installations de transformation et de distribution canadiennes qui sont les plus vulnérables aux perturbations causées par des événements météorologiques extrêmes et établir l'ordre de priorité des sites les plus vulnérables pour les activités de renforcement de la résilience;
- cartographier les réseaux de transport et de distribution d'aliments au Canada et déterminer les installations qui sont importantes pour évaluer les risques liés aux changements climatiques et mettre en œuvre des mesures d'adaptation;
- enquêter sur la façon dont les systèmes de distribution alimentaire pourraient s'adapter aux perturbations à court terme et aux défis à plus long terme causés par les changements climatiques;
- examiner les impacts des changements climatiques sur la nutrition dans le contexte canadien, notamment par l'examen des impacts des concentrations élevées de CO₂ sur le contenu nutritionnel des principales cultures, et par l'étude des changements d'alimentation potentiels liés au climat et leurs répercussions sur les Canadiens et les Canadiennes, y compris des analyses des substitutions possibles d'aliments et des répercussions sur les lignes directrices alimentaires;

- évaluer et surveiller l'efficacité des mesures actuelles visant à réduire les risques pour la santé découlant des impacts possibles des changements climatiques sur l'insécurité alimentaire;
- améliorer la recherche sur les principaux facteurs qui contribuent à l'insécurité alimentaire, y compris l'analyse des facteurs de vulnérabilité qui se conjuguent et de l'impact des changements climatiques sur cette relation, et accroître la compréhension de ces facteurs;
- intensifier la recherche sur les impacts que les changements climatiques peuvent avoir sur la sécurité alimentaire des Premières Nations, des Inuits et des Métis, et accroître la compréhension de ces impacts.

8.7.2 Salubrité des aliments

Plusieurs études canadiennes et internationales ont utilisé des données de surveillance pour établir un lien entre les variables climatiques ou les changements climatiques et l'incidence des maladies entériques. Les études qui ont directement associé les changements climatiques à la salubrité des aliments en établissant, par exemple, un lien entre le climat et la présence d'agents pathogènes dans les aliments ou en déterminant l'incidence de maladies directement imputables à la consommation alimentaire, sont moins nombreuses. Il est difficile d'estimer l'effet précis des changements climatiques sur la salubrité des aliments, car de nombreux agents pathogènes d'origine alimentaire peuvent également être acquis par la consommation d'eau contaminée, le contact direct avec les animaux et la transmission de personne à personne. L'amélioration et l'intégration du suivi et de la surveillance des animaux, de l'environnement (y compris l'eau) et des aliments en vue de détecter les agents pathogènes aideraient à combler les lacunes importantes en matière de connaissances. Au Canada, il existe plusieurs systèmes de surveillance de la salubrité des aliments pour surveiller les maladies d'origine alimentaire. Toutefois, à l'heure actuelle, la plupart de ces systèmes de surveillance n'incluent pas les variables climatiques. Il est possible d'intégrer ces variables dans les systèmes de surveillance de la salubrité des aliments afin de pouvoir surveiller les tendances en ce qui concerne les maladies d'origine alimentaire liées au climat.

Les questions liées à la salubrité des aliments sont sous-représentées dans la littérature sur le lien entre la santé et le climat par rapport à d'autres indicateurs de la santé (Springmann et coll., 2016). D'autres études sont nécessaires afin de prévoir les impacts des changements climatiques et de définir des mesures d'adaptation pour assurer la salubrité des aliments au Canada. Les travaux de modélisation des risques effectués jusqu'à maintenant indiquent que les risques de maladies d'origine alimentaire devraient augmenter pour plusieurs combinaisons d'aliments, d'agents pathogènes et de régions (Smith et coll., 2015). Ces types de modèles mathématiques peuvent être alimentés à partir de données provenant de programmes de surveillance améliorés qui comprennent des variables climatiques, de même que de nouvelles recherches primaires sur les données probantes associées aux comportements des agents pathogènes dans le cadre de scénarios climatiques simulés, afin d'obtenir des projections de risque pour d'autres problèmes de salubrité des aliments. Les maladies auparavant considérées comme exotiques ou rares au Canada devraient être réexaminées à la lumière des changements climatiques prévus au pays (Greer et coll., 2008). La recherche interdisciplinaire au moyen de divers outils méthodologiques peut fournir des renseignements utiles et prévoir les modes de transmission des maladies dans des conditions climatiques précises (Greer et coll., 2008).

D'autres recherches sont également nécessaires pour pleinement comprendre l'impact des changements climatiques et de la variabilité sur le devenir des contaminants chimiques dans l'environnement. Bien que le réchauffement et l'acidification des océans aient une incidence sur la bioaccumulation des contaminants chez les espèces aquatiques ainsi que sur la structure et la distribution des réseaux trophiques, d'autres recherches sont nécessaires pour comprendre l'évolution de la base biochimique et physique et la répartition géographique des espèces aquatiques. De plus, pour faire face aux changements environnementaux liés au climat, il est essentiel d'assurer une surveillance intégrée de l'eau, des sols et des aliments en vue de détecter la présence de contaminants et de résidus chimiques; une surveillance des cultures pour détecter la présence de résidus de pesticides; une surveillance des produits animaux pour détecter les résidus vétérinaires; et une surveillance des maladies animales et humaines émergentes (OMS, 2008; Tirado et coll., 2010). Les données générées par cette recherche peuvent être utilisées pour cerner les problèmes émergents et les tendances en matière de contamination des aliments et ainsi contribuer à l'évaluation des risques (Moulton et Schramm, 2017).

En vue de comprendre les risques pour la salubrité alimentaire découlant des changements climatiques, des connaissances précises sont nécessaires, y compris des recherches dans le but de :

- périodiquement examiner la réglementation et les politiques canadiennes en matière d'inspection des aliments afin de s'assurer qu'elles sont suffisamment robustes pour couvrir les nouveaux problèmes de salubrité des aliments, tant au Canada que dans les pays d'où proviennent les aliments;
- enquêter sur la façon dont les mesures d'adaptation aux changements climatiques peuvent influencer sur la salubrité des aliments et la santé humaine. Par exemple, examiner les problèmes potentiels de salubrité des aliments et les mesures d'adaptation connexes liées aux méthodes traditionnelles de préparation et d'entreposage utilisées par les peuples autochtones et la manière dont les changements climatiques peuvent influencer sur ces pratiques;
- améliorer et élargir les systèmes de surveillance de la salubrité des aliments existants afin d'y inclure les variables climatiques et d'intégrer la surveillance des animaux et de l'environnement;
- améliorer les modèles et effectuer des projections de risque pour les maladies d'origine alimentaire dans le contexte des changements climatiques;
- examiner l'impact des changements climatiques sur le devenir des contaminants chimiques dans l'environnement.

8.8 Conclusion

Ce chapitre examine les liens entre les changements climatiques, les systèmes alimentaires et la santé humaine, de même que la façon dont la société peut s'adapter afin de réduire les risques potentiels pour la santé au Canada. Plusieurs thèmes importants sont ressortis et révèlent les divers défis et les possibilités de s'attaquer aux impacts des changements climatiques sur la sécurité et la salubrité des aliments pour la santé humaine au Canada, notamment :

- l'omniprésence des impacts des changements climatiques sur toutes les composantes du système alimentaire, tout au long des phases de production, de transformation, de distribution, de préparation et de consommation, et les défis subséquents pour la santé humaine;
- la nécessité de tenir compte des impacts directs et indirects du climat sur les systèmes alimentaires, la sécurité alimentaire et la salubrité des aliments et leur incidence sur la santé humaine;
- la vulnérabilité de populations particulières (p. ex., les collectivités à faible revenu, les peuples autochtones, les collectivités marginalisées, les enfants et les adultes âgés) aux risques associés à la sécurité et à la salubrité des aliments dans le contexte des changements climatiques;
- l'importance de reconnaître les multiples déterminants environnementaux, sociaux, politiques et économiques qui se recoupent dans le contexte des systèmes alimentaires, de la sécurité alimentaire et de la salubrité des aliments;
- la mondialisation des systèmes alimentaires, en raison de laquelle les impacts des changements climatiques sur la sécurité alimentaire et la santé se font sentir à l'échelle tant mondiale que locale;
- la variabilité de la sécurité alimentaire et des risques pour la salubrité des aliments en fonction des régions, et le besoin de modèles d'adaptation qui en découle, afin de prendre en considération des expériences uniques liées au lieu (déterminées par les modes de consommation, les normes culturelles, les préférences, le climat, etc.), tout en tenant compte des obstacles socioéconomiques et des autres déterminants sociaux de la santé afin de renforcer la capacité de résilience.

Comme les défis touchant les systèmes alimentaires, la sécurité alimentaire et la salubrité des aliments constituent des menaces potentiellement graves pour la santé humaine au Canada et à l'étranger (Confalonieri et coll., 2007; Friel et coll., 2011; Bradbear et Friel, 2013; Porter et coll., 2014; Bowen et Ebi, 2015; Wang et Horton, 2015; Springmann et coll., 2016), il est essentiel de mieux comprendre les risques découlant des changements climatiques et les occasions de protéger la population. Malgré les lacunes qui existent au chapitre des connaissances, des efforts sont déjà en cours au Canada pour s'attaquer aux risques pour la santé associés aux impacts des changements climatiques sur les systèmes alimentaires. L'évaluation de ces activités et le suivi de leur efficacité permettront de tirer des leçons importantes et de contribuer à la mise en œuvre de mesures à l'échelle du pays. La collaboration entre tous les secteurs et tous les ordres de gouvernement sera essentielle pour s'adapter efficacement aux impacts des changements climatiques sur la sécurité et la salubrité alimentaire au Canada.



8.9 Références

- Aberman, N.-L., et Tirado, C. (2014). Impacts of climate change on food utilization. In B. Freedman (Ed.), *Global Environmental Change* (pp. 717–724). Dordrecht, Netherlands: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5784-4_124>
- Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). (2014). *Pogramme des aliments importés et manufacturés, Manuel d'inspection*. Ottawa (Ontario).
- Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). (2018). *Réseau canadien d'information sur la salubrité des aliments (RCISA)*. Consulté sur le site : <<https://inspection.canada.ca/les-sciences-et-les-recherches/rcisa/fra/1525378586176/1525378959647>>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2017). *FoodNet Canada rapport annuel 2017*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/surveillance/foodnet-canada/publications/foodnet-canada-rapport-annuel-2017.html>>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2018). *Inégalités relatives à l'insécurité alimentaire au Canada*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/science-recherche-et-donnees/inegalites-relatives-insecurite-alimentaire-canada-infographie.html>>
- Agency for Toxic Substances et Disease Registry (ATSDR). (1999). *Toxicological Profile for Mercury*. Consulté sur le site : <<https://wwwn.cdc.gov/TSP/ToxProfiles/ToxProfiles.aspx?id=115&tid=24>>
- Agency for Toxic Substances et Disease Registry (ATSDR). (2020). *ToxGuide for lead*. Consulté sur le site : <<https://www.atsdr.cdc.gov/toxguides/toxguide-13.pdf>>
- Agriculture et Agroalimentaire Canada (AFC). (2015). *Incidence des changements climatiques sur l'agriculture au Canada*.
- Agunos, A., Waddell, L., Léger, D., et Taboada, E. (2014). A systematic review characterizing on-farm sources of *Campylobacter* spp. for broiler chickens. *PLoS ONE*, 9(8), e104905. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104905>>
- Alava, J. J., Cheung, W. W. L., Ross, P. S., et Sumaila, U. R. (2017). Climate change-contaminant interactions in marine food webs: Toward a conceptual framework. *Global Change Biology*, 23(10), 3984–4001. <<https://doi.org/10.1111/gcb.13667>>
- Alava, J. J., Cisneros-Montemayor, A. M., Sumaila, U. R., et Cheung, W. W. L. (2018). Projected amplification of food web bioaccumulation of MeHg and PCBs under climate change in the Northeastern Pacific. *Scientific Reports*, 8(1), 13460. <<https://doi.org/10.1038/s41598-018-31824-5>>
- Al Nasir, F., et Batarseh, M. I. (2008). Agricultural reuse of reclaimed water and uptake of organic compounds: Pilot study at Mutah University wastewater treatment plant, Jordan. *Chemosphere*, 72(8), 1203–1214. <<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.01.064>>
- Anand, S. S., Hawkes, C., de Souza, R. J., Mente, A., Dehghan, M., Nugent, R., ... Popkin, B. M. (2015). Food consumption and its impact on cardiovascular disease: importance of solutions focused on the globalized food system: a report from the workshop convened by the World Heart Federation. *Journal of the American College of Cardiology*, 66(14), 1590–1614. <<https://doi.org/10.1016/j.jacc.2015.07.050>>
- Anderson, D., Ford, J. D., et Way, R. G. (2018). The impacts of climate and social changes on cloudberry (bakeapple) picking: a case study from southeastern Labrador. *Human Ecology*, 46(6), 849–863. <<https://dx.doi.org/10.1007/s10745-018-0038-3>>
- Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). (2015). *AMAP Assessment 2015: Human health in the Arctic*. Oslo, Norway. <<https://doi.org/10.3402/ijc.v75.33949>>
- Armitage, J. M., Quinn, C. L., et Wania, F. (2011). Global climate change and contaminants—an overview of opportunities and priorities for modelling the potential implications for long-term human exposure to organic compounds in the Arctic. *Journal of Environmental Monitoring*, 13(6), 1532–1546. <<https://doi.org/10.1039/C1EM10131E>>
- Arnell, N. W., Brown, S., Gosling, S. N., Gottschalk, P., Hinkel, J., Huntingford, C., ... Zelazowski, P. (2016). The impacts of climate change across the globe: A multi-sectoral assessment. *Climatic Change*, 134, 457–474. <<https://doi.org/10.1007/s10584-014-1281-2>>
- Austin, S. E., Ford, J. D., Berrang-Ford, L., Biesbroek, R., et Ross, N. A. (2019). Enabling local public health adaptation to climate change. *Social Science et Medicine*, 220, 236–244. <<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2018.11.002>>
- Austin, S. E., Ford, J. D., Berrang-Ford, L., Biesbroek, R., Tosun, J., et Ross, N. A. (2018). Intergovernmental relations for public health adaptation to climate change in the federalist states of Canada and Germany. *Global Environmental Change*, 52, 1–22. <<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.07.010>>
- Bacon, S., Campbell, N., Raine, K., Tsuyuki, R., Khan, N., Arango, M., et Kaczorowski, J. (2019). Canada's new Healthy Eating Strategy: Implications for health care professionals and a call to action. *Canadian Pharmacists Journal/Revue des Pharmaciens du Canada*, 152(3), 151–157. <<https://doi.org/10.14288/hfjc.v12i1.275>>

- Baker-Austin, C., Trinanes, J., Gonzalez-Escalona, N., et Martinez-Urtaza, J. (2017). Non-Cholera Vibrios: The Microbial Barometer of Climate Change. *Trends in microbiology*, 25(1), 76–84. <<https://doi.org/10.1016/j.tim.2016.09.008>>
- Banerjee, S. K., Rutley, R., et Bussey, J. (2018). Diversity and dynamics of the Canadian coastal Vibrio community: an emerging trend detected in the temperate regions. *Journal of Bacteriology*, 200(15), e00787-17. <https://doi.org/10.1128/jb.00787-17>
- Batal, M., Johnson-Down, L., Moubarac, J. C., Ing, A., Fediuk, K., Sadik, T., ... Willows, N. (2017). Sociodemographic associations of the dietary proportion of ultra-processed foods in First Nations peoples in the Canadian provinces of British Columbia, Manitoba, Alberta and Ontario. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 69(6), 753–761. <<https://doi.org/10.1080/09637486.2017.1412405>>
- Bates, P. (2007). Inuit and scientific philosophies about planning, prediction, and uncertainty. *Arctic Anthropology*, 44(2), 87–100. <<https://doi.org/10.1353/arc.2011.0065>>
- Beaudin-Reimer, B. (2020). Perspectives from Métis Harvesters in Manitoba on Concerns and Challenges to Sustaining Traditional Harvesting Practices and Knowledge: A Distinctions-Based Approach to Indigenous Food Sovereignty. In P. Settee, et S. Shukla (Eds.), *Indigenous Food Systems: Concepts, Cases, and Conversations* (pp. 229). Toronto, ON: Canadian Scholars.
- Berner, J., Brubaker, M., Revitch, B., Kreummel, E., Tcheripanoff, M., et Bell, J. (2016). Adaptation in Arctic circumpolar communities: food and water security in a changing climate. *International Journal of Circumpolar Health*, 75(1), 33820. <<https://doi.org/10.3402/ijch.v75.33820>>
- Berrang-Ford, L., Biesbroek, R., Ford, J. D., Lesnikowski, A., Tanabe, A., Wang, F. M., ... Heymann, S. J. (2019). Tracking global climate change adaptation among governments. *Nature Climate Change*, 9, 440–449.
- Berry, P., Clarke, K.-L., Fleury, M. D., et Parker, S. (2014a). Santé humaine. Dans F. J. Warren et D. S. Lemmen (éd.), *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation* (pages 191 à 232). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.643395/publication.html>>
- Berry, P., Enright, P. M., Shumake-Guillemot, J., Villalobos Prats, E., et Campbell-Lendrum, D. (2018). Assessing health vulnerabilities and adaptation to climate change: a review of international progress. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2626. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15122626>>
- Berry, P., Paterson, J., et Buse, C. (2014b). *Assessment of vulnerability to the health impacts of climate change in Middlesex-London*. London, ON.
- Biehl, E., Buzogany, S., Baja, K., et Neff, R. (2018). Planning for a resilient urban food system: a case study from Baltimore City, Maryland. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 8(B), 39–53. <<https://doi.org/10.5304/jafscd.2018.08B.008>>
- Bishop-Williams, K. E., Berke, O., Pearl, D. L., Hand, K., et Kelton, D. F. (2015). Heat stress related dairy cow mortality during heat waves and control periods in rural Southern Ontario from 2010–2012. *BMC Veterinary Research*, 11(1), 291. <<https://doi.org/10.1186/s12917-015-0607-2>>
- Blangy, S., Bernier, M., Bhiry, N., Jean-Pierre, D., Aenishaenslin, C., Bastian, S., ... Rousse, D. (2018). OHMi-Nunavik: A multi-thematic and cross-cultural research program studying the cumulative effects of climate and socio-economic changes on Inuit communities. *Ecoscience*, 25(4), 311–324. <<https://doi.org/10.1080/11956860.2018.1542783>>
- Boeckman, C., et Bidwell, J. (2006). The effects of temperature, suspended solids, and organic carbon on copper toxicity to two aquatic invertebrates. *Water, Air, et Soil Pollution*, 171(1–4), 185–202. <<https://doi.org/10.1007/s11270-005-9036-3>>
- Bogdal, C., Schmid, P., Zennegg, M., Anselmetti, F. S., Scheringer, M., et Hungerbühler, K. (2009). Blast from the past: melting glaciers as a relevant source for persistent organic pollutants. *Environmental Science et Technology*, 43(21), 8173–8177. <<https://doi.org/10.1021/es901628x>>
- Booth, S., et Zeller, D. (2005). Mercury, food webs, and marine mammals: implications of diet and climate change for human health. *Environmental Health Perspectives*, 113(5), 521–526. <<https://doi.org/10.1289/ehp.7603>>
- Boucher, O., Jacobson, S. W., Plusquellec, P., Dewailly, E., Ayotte, P., Forget-Dubois, N., Jacobson, J. L., et Muckle, G. (2012). Prenatal methylmercury, postnatal lead exposure, and evidence of attention deficit/hyperactivity disorder among Inuit children in Arctic Québec. *Environmental health perspectives*, 120(10), 1456–1461. <<https://doi.org/10.1289/ehp.1204976>>
- Boulanger-Lapointe, N. N., Gerin-Lajoie, J., Collier, L. S., Desrosiers, S., Spiech, C., Henry, G. H. R., ... Cuerrier, A. (2019). Berry plants and berry picking in Inuit Nunangat: Traditions in a changing socio-ecological landscape. *Human Ecology*, 47(1), 81–93. <<https://doi.org/10.1007/s10745-018-0044-5>>
- Bowen, K. J., et Ebi, K. L. (2015). Governing the health risks of climate change: towards multi-sector responses. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 12, 80–85. <<https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.12.001>>
- Bowron, B., et Davidson, G. (2011). *Climate change adaptation planning: A Nunavut toolkit*. Ottawa, ON. Consulté sur le site : <https://www.climatechangenunavut.ca/sites/default/files/nunavut_toolkit_final_2011_0.pdf>



- Boxall, A. B. A., Hardy, A., Beulke, S., Boucard, T., Burgin, L., Falloon, P. D., ... Williams, R. J. (2009). Impacts of climate change on indirect human exposure to pathogens and chemicals from agriculture. *Environmental Health Perspectives*, 117(4), 508–514. <<https://doi.org/10.1289/ehp.0800084>>
- Bradbear, C., et Friel, S. (2013). Integrating climate change, food prices and population health. *Food Policy*, 43, 56–66. <<https://doi.org/10.1016/J.FOODPOL.2013.08.007>>
- Breewood, H. (2018). *What is the nutrition transition?* Foodsource: building blocks. Consulté sur le site : <<https://www.tabledebates.org/building-blocks/what-nutrition-transition>>
- Broberg, C. A., Calder, T. J., et Orth, K. (2011). *Vibrio parahaemolyticus* cell biology and pathogenicity determinants. *Microbes and Infection*, 13(12–13), 992–1001. <<https://doi.org/10.1016/j.micinf.2011.06.013>>
- Brown, T. M., Macdonald, R. W., Muir, D., et Letcher, R. J. (2018). The distribution and trends of persistent organic pollutants and mercury in marine mammals from Canada's Eastern Arctic. *The Science of the Total Environment*, 618, 500–517. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.052>>
- Brunn, A., Fisman, D. N., Sargeant, J. M., et Greer, A. L. (2019). The influence of climate and livestock reservoirs on human cases of Giardiasis. *EcoHealth*, 16(1), 116–127. <<https://doi.org/10.1007/s10393-018-1385-7>>
- Buckman, A. H., Fisk, A. T., Parrott, J. L., Solomon, K. R., et Brown, S. B. (2007). PCBs can diminish the influence of temperature on thyroid indices in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Toxicology*, 84(3), 366–378. <<https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2007.06.016>>
- Bunce, A., Ford, J., Harper, S., Edge, V., Namanya, D. B., Berrang-Ford, L., ... Lwasa, S. (2016). Vulnerability and adaptive capacity of Inuit women to climate change: a case study from Iqaluit, Nunavut. *Natural Hazards*, 83(3), 1419–1441. <<https://doi.org/10.1007/s11069-016-2398-6>>
- Buse, C. G. (2018). Why should public health agencies across Canada conduct climate change and health vulnerability assessments? *Canadian Journal of Public Health*, 109(5–6), 782–785. <<https://doi.org/10.17269/s41997-018-0118-6>>
- Bush, E., et Lemmen D. (éd.). (2019). *Rapport sur le climat changeant du Canada*. Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/>>
- Butler, A. J., Pintar, K. D. M., et Thomas, M. K. (2016). Estimating the relative role of various subcategories of food, water, and animal contact transmission of 28 enteric diseases in Canada. *Foodborne Pathogens and Disease*, 13(2), 57–64. <<https://doi.org/10.1089/fpd.2015.1957>>
- Butler, C. (2014a). *Climate change and global health*. Oxfordshire, United Kingdom: Centre for Agriculture and Bioscience International. <<https://doi.org/10.1079/9781780642659.0011>>
- Butler, C. (2014b). Food and water and climate change. In B. Freedman (Ed.), *Global Environmental Change* (pp. 629–648). Springer.
- Cabello, A., Espejo, R., et Romero, J. (2005). Tracing in oysters (*Tiostrea chilensis*) using a Green Fluorescent Protein tag. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 327(2), 157–166. <<https://doi.org/10.1016/j.jembe.2005.06.009>>
- Cameron, E., Mearns, R., et McGrath, J. T. (2015). Translating climate change: adaptation, resilience, and climate politics in Nunavut, Canada. *Annals of the Association of American Geographers*, 105(2), 274–283. <<https://doi.org/10.1080/00045608.2014.973006>>
- Campbell, I. D., Durant, D. G., Hunter, K. L., et Hyatt, K. D. (2014). La production alimentaire. Dans F. J. Warren et D. S. Lemmen (éd.), *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation* (pp. 99–134). Ottawa (Ontario): Ressources naturelles Canada.
- Carrie, J., Wang, F., Sanei, H., Macdonald, R. W., Outridge, P. M., et Stern, G. A. (2010). Increasing contaminant burdens in an Arctic fish, Burbot (*Lota lota*), in a warming climate. *Environmental Science and Technology*, 44(1), 316–322. <<https://doi.org/10.1021/es902582y>>
- Challinor, A. J., Adger, W. N., et Benton, T. G. (2017). Climate risks across borders and scales. *Nature Climate Change*, (7), 621–623. <<https://doi.org/10.1038/nclimate3380>>
- Chan, L., Batal, M., Sadik, T., Tikhonov, C., Schwartz, H., Fediuk, K., ... Berti, P. (2019). *FNFNES Final Report for Eight Assembly of First Nations Regions: Draft Comprehensive Technical Report*. Ottawa, ON: Assembly of First Nations, University of Ottawa, et Université de Montréal.
- Charlebois, S., McGuinty, E., Keselj, V., Music, J., Guisto, A., Kevany, K., ... Moksyakov, A. (2020). Rapport annuel sur les prix alimentaires canadiens 2020 (10^{ème} ed.). Dalhousie University, et University of Guelph. Consulté sur le site : <<https://cdn.dal.ca/content/dam/dalhousie/pdf/sites/agri-food/Canada%20Food%20Price%20Report%20FRE%202020.pdf>>
- Charlebois, S., et Summan, A. (2015). A risk communication model for food regulatory agencies in modern society. *Trends in Food Science and Technology*, 45(1), 153–165. <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.05.004>>
- Charron, D., Fleury, M., Lindsay, L. R., Ogden, N., et Schuster, C. J. (2008). Répercussions des changements climatiques sur les maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs. Dans J. Sèguin (éd.), *Santé et changements climatiques: évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada* (pages 171 à 210). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.635906/publication.html>>



- Chukmasov, P., Aksenov, A., Sorokina, T., Varakina, Y., Sobolev, N., et Nieboer, E. (2019). North Pacific Baleen Whales as a Potential Source of Persistent Organic Pollutants (POPs) in the Diet of the Indigenous Peoples of the Eastern Arctic Coasts. *Toxics*, 7(4), 65. <<https://doi.org/10.3390/toxics7040065>>
- Cidro, J., Martens, T. R., Zahayko, L., et Lawrence, H. P. (2018). First foods as Indigenous food sovereignty: Country foods and breastfeeding practices in a Manitoban First Nations community. *Canadian Food Studies/La Revue Canadienne Des Études Sur l'alimentation*, 5(2), 25–43.
- Cisneros-Montemayor, A. M., Pauly, D., Weatherdon, L. V., et Ota, Y. (2016). A global estimate of seafood consumption by coastal indigenous peoples. *PLoS One*, 11(12), e0166681.
- Clarke, K. L., et Berry, P. (2012). From theory to practice: A Canadian case study of the utility of climate change adaptation frameworks to address health impacts. *International Journal of Public Health*, 57, 167–174. <<https://doi.org/10.1007/s00038-011-0292-2>>
- Coalition sur la Sécurité Alimentaire du Nunavut (CSAN). (2014). *Stratégie et Plan d'Action sur la Sécurité Alimentaire du Nunavut 2014-16*. Consulté sur le site : <https://www.nunavutfoodsecurity.ca/sites/default/files/files/Resources/Strategy/NunavutFoodSecurityStrategy_FRENCH.pdf>
- Collings, P., Marten, M. G., Pearce, T., et Young, A. G. (2016). Country food sharing networks, household structure, and implications for understanding food insecurity in Arctic Canada. *Ecology of Food and Nutrition*, 55(1), 30–49. <<https://doi.org/10.1080/03670244.2015.1072812>>
- Comeau, A. M., et Suttle, C. A. (2007). Distribution, genetic richness and phage sensitivity of *Vibrio spp.* from coastal British Columbia. *Environmental Microbiology*, 9(7), 1790–1800. <<https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2007.01299.x>>
- Confalonieri, U., Menne, B., Akhtar, R., Ebi, K. L., Hauengue, M., Kovats, R., ... Woodward, A. (2007). Human Health. In M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, et C. E. Hanson (Eds.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 391–431). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Costello, A., Abbas, M., Allen, A., Ball, S., Bell, S., Bellamy, R., ... Patterson, C. (2009). Managing the health effects of climate change. *The Lancet*, 373, 1693. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60935-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60935-1)>
- Coulombe, G., Catford, A., Martinez-Perez, A., et Buenaventura, E. (2020). Outbreaks of *Escherichia coli* O157:H7 infections linked to romaine lettuce in Canada from 2008 to 2018: An analysis of food safety context. *Journal of Food Protection*, 83(8), 1444–1462. <<https://doi.org/10.4315/JFP-20-029>>
- Conseil des académies canadiennes (CAC). (2014). *La sécurité alimentaire des populations autochtones dans le Nord du Canada-Évaluation de l'état des connaissances*. Ottawa (Ontario).
- Conseil des académies canadiennes (CAC). (2019). *Les principaux risques des changements climatiques pour le Canada : Comité d'experts sur les risques posés par les changements climatiques et les possibilités d'adaptation*. Ottawa (Ontario).
- Cousins, M., Sargeant, J. M., Fisman, D., et Greer, A. L. (2019). Modelling the transmission dynamics of *Campylobacter* in Ontario, Canada, assuming houseflies, *Musca domestica*, are a mechanical vector of disease transmission. *Royal Society Open Science*, 6(2), 181394. <<https://doi.org/10.1098/rsos.181394>>
- David, J. M., Pollari, F., Pintar, K. D. M., Nesbitt, A., Butler, A. J., et Ravel, A. (2017). Do contamination of and exposure to chicken meat and water drive the temporal dynamics of *Campylobacter* cases? *Epidemiology and Infection*, 145(15), 3191–3203. <<https://doi.org/10.1017/S0950268817002199>>
- de Coninck, H., Revi, A., Babiker, M., Bertoldi, P., Buckeridge, M., Cartwright, A., ... Sugiyama, T. (2018). Strengthening and Implementing the Global Response. In V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, ... T. Waterfield (Eds.), *Global warming of 1.5°C. An GIEC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change*, (p. 132). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Delcour, I., Spanoghe, P., et Uyttendaele, M. (2015). Literature review: Impact of climate change on pesticide use. *Food Research International*, 68, 7–15. <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.09.030>>
- Delormier, T., Horn-Miller, K., McComber, A. M., et Marquis, K. (2017). Reclaiming food security in the Mohawk community of Kahnawà:ke through Haudenosaunee responsibilities. *Maternal et Child Nutrition*, 13(S3), e12556. <<https://doi.org/10.1111/mcn.12556>>
- Desmarais, A. A., et Wittman, H. (2014). Farmers, foodies and First Nations: getting to food sovereignty in Canada. *Journal of Peasant Studies*, 41(6), 1153–1173. <<https://doi.org/10.1080/03066150.2013.876623>>
- Dewailly, É., Ayotte, P., Bruneau, S., Lebel, G., Levallois, P., et Weber, J. P. (2000). Exposure of the Inuit population of Nunavik (Arctic Québec) to lead and mercury. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, 56(4), 350–357. <<https://doi.org/10.1080/00039890109604467>>
- Dodd, W., Scott, P., Howard, C., Scott, C., Rose, C., Cunsolo, A., et Orbinski, J. (2018). Lived experience of a record wildfire season in the Northwest Territories, Canada. *Canadian Journal of Public Health*, 109(3), 327–337. <<https://doi.org/10.17269/s41997-018-0070-5>>



- Dorward, C., Smukler, S. M., et Mullinix, K. (2017). A novel methodology to assess land-based food self-reliance in the Southwest British Columbia bioregion. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 32(2), 112–130. <<https://doi.org/10.1017/S1742170516000053>>
- Duarte, S. C., Pena, A., et Lino, C. M. (2010). A review on ochratoxin A occurrence and effects of processing of cereal and cereal derived food products. *Food Microbiology*, 27(2), 187–198. <<https://doi.org/10.1016/j.fm.2009.11.016>>
- Dupuis, J., et Biesbroek, R. (2013). Comparing apples and oranges: The dependent variable problem in comparing and evaluating climate change adaptation policies. *Global Environmental Change*, 23(6), 1476–1487. <<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.07.022>>
- Eagles-Smith, C. A., Wiener, J. G., Eckley, C. S., Willacker, J. J., Evers, D. C., Marvin-dipasquale, M., ... Ackerman, J. T. (2016). Mercury in western North America: A synthesis of environmental contamination, fluxes, bioaccumulation, and risk to fish and wildlife. *Science of the Total Environment*, 568, 1213–1226. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.094>>
- Easterling, W., Aggarwal, P., Batima, P., Brander, K., Erda, L., Howden, S., ... Tubiello, F. (2007). Food, fibre and forest products. In M. Parry, O. Canziani, J. Palutikof, P. van der Linden, et C. Hanson (Eds.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 273–313). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Ebi, K. L. (2009). Public health responses to the risks of climate variability and change in the United States. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 51(1), 4–12. <<https://doi.org/10.1097/JOM.0b013e31816fd67b>>
- Ebi, K. L., Berry, P., Hayes, K., Boyer, C., Sellers, S., Enright, P. M., et Hess, J. J. (2018). Stress testing the capacity of health systems to manage climate change-related shocks and stresses. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(11), 2370. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15112370>>
- Ebi, K. L., et Hess, J. J. (2017). The past and future in understanding the health risks of and responses to climate variability and change. *International Journal of Biometeorology*, 61(S1), 71–80. <<https://doi.org/10.1007/s00484-017-1406-1>>
- Ebi, K. L., Ogden, N. H., Semenza, J. C., et Woodward, A. (2017). Detecting and attributing health burdens to climate change. *Environmental Health Perspectives*, 125(8), 085004. <<https://doi.org/10.1289/EHP1509>>
- Ebi, K. L., et Semenza, J. C. (2008). Community-based adaptation to the health impacts of climate change. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(5), 501–507. <<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2008.08.018>>
- Edwards, F., Dixon, J., Friel, S., Hall, G., Larsen, K., Lockie, S., ... Hattersley, L. (2011). Climate change adaptation at the intersection of food and health. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 23(2), 91S–104S. <<https://doi.org/10.1177/1010539510392361>>
- Egeland, G. M. (2010). *Inuit Health Survey 2007-2008*. Montreal, QC. Consulté sur le site : <https://www.mcgill.ca/cine/files/cine/adult_report_nunavut.pdf>
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). (2017). *L'Est au régime sec*.
- Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). (2018). *Centre canadien de la modélisation et de l'analyse climatique*. Consulté sur le site : <<https://modelisation-climatique.canada.ca/donneesmodeleclimatique/data.shtml>>
- Ericksen, P. J. (2008). Conceptualizing food systems for global environmental change research. *Global Environmental Change*, 18(1), 234–245. <<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.09.002>>
- European Food Safety Authority (EFSA), Maggiore, A., Afonso, A., Barrucci, F., et Sanctis, G. D. (2020). Climate change as a driver of emerging risks for food and feed safety, plant, animal health and nutritional quality. *EFSA Supporting Publications*, 17(6), 1881E. doi:10.2903/sp.efsa.2020.EN-1881
- Fanzo, J., Davis, C., McLaren, R., et Choufani, J. (2018). The effect of climate change across food systems: Implications for nutrition outcomes. *Global Food Security*, 18, 12–19. <<https://doi.org/10.1016/J.GFS.2018.06.001>>
- Ferguson, A., Penney, R., et Solo-Gabriele, H. (2017). A review of the field on children's exposure to environmental contaminants: a risk assessment approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(3), 265. <<https://doi.org/10.3390/ijerph14030265>>
- Fillion, M., Laird, B., Douglas, V., Van Pelt, L., Archie, D., et Chan, H. M. (2014). Development of a strategic plan for food security and safety in the Inuvialuit settlement region, Canada. *International Journal of Circumpolar Health*, 73(1), 25091. <<https://doi.org/10.3402/ijch.v73.25091>>
- Fleury, M., Charron, D. F., Holt, J. D., Allen, O. B., et Maarouf, A. R. (2006). A time series analysis of the relationship of ambient temperature and common bacterial enteric infections in two Canadian provinces. *International Journal of Biometeorology*, 50(6), 385–391. <<https://doi.org/10.1007/s00484-006-0028-9>>
- Flynn, M., Ford, J. D., Pearce, T., Harper, S. L., et Team, I. R. (2018). Participatory scenario planning and climate change impacts, adaptation and vulnerability research in the Arctic. *Environmental Science et Policy*, 79, 45–53. <<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.10.012>>



- Food and Drug Administration (FDA). (2005). *Quantitative risk assessment on the public health impact of pathogenic Vibrio parahaemolyticus in raw oysters*. Consulté sur le site : <<https://www.fda.gov/food/cfsan-risk-safety-assessments/quantitative-risk-assessment-public-health-impact-pathogenic-vibrio-para-haemolyticus-raw-oysters>>
- Ford, J. D. (2008). Vulnerability of Inuit food systems to food insecurity as a consequence of climate change: a case study from Igloodik, Nunavut. *Regional Environmental Change*, 9, 83–100. <<https://doi.org/10.1007/s10113-008-0060-x>>
- Ford, J. D. (2009). Dangerous climate change and the importance of adaptation for the Arctic's Inuit population. *Environmental Research Letters*, 4(2), 024006. <<https://doi.org/10.1088/1748-9326/4/2/024006>>
- Ford, J. D., et Beaumier, M. (2011). Feeding the family during times of stress: experience and determinants of food insecurity in an Inuit community. *The Geographical Journal*, 177(1), 44–61. <<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-4959.2010.00374.x>>
- Ford, J. D., Berrang-Ford, L., King, M., et Furgal, C. (2010). Vulnerability of Aboriginal health systems in Canada to climate change. *Global Environmental Change*, 20(4), 668–680. <<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.05.003>>
- Ford, J. D., Clark, D. G., et Naylor, A. W. (2019). Food insecurity in Nunavut: Are we going from bad to worse? *Canadian Medical Association Journal*, 191(20), E550–E551. <<https://doi.org/10.1503/cmaj.190497>>
- Ford, J. D., Falk, K., Tesar, C., et Jacobsen, R. B. (2018). Adaptation and resilience. In *Adaptation Actions for a Changing Arctic: Perspectives from the Baffin Bay/Davis Strait region* (pp. 307–328). Oslo, Norway: Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP).
- Ford, J. D., et King, D. (2015). A framework for examining adaptation readiness. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 20, 505–526. 10.1007/s11027-013-9505-8
- Ford, J. D., Lardeau, M.-P., Blackett, H., Chatwood, S., et Kurszewski, D. (2013). Community food program use in Inuvik, Northwest Territories. *BMC Public Health*, 13(1), 970. <<https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-970>>
- Ford, J. D., Tilleard, S., Berrang-Ford, L., Araos, M., Biesbroek, R., Lesnikowski, A., ... Bizikova, L. (2016). Opinion: Big data has big potential for applications to climate change adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(39), 10729–10732. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1614023113>>
- Ford, J. D., Willox, A. C., Chatwood, S., Furgal, C., Harper, S., Mauro, I., et Pearce, T. (2014). Adapting to the effects of climate change on Inuit health. *American Journal of Public Health*, 104(S3), e9–e17. <<https://doi.org/10.2105/AJPH.2013.301724>>
- Friel, S. (2019). It's a consumptagenic world. In N. Krieger (Ed.), *Climate Change and People's Health* (pp. 57–112). New York, NY: Oxford University Press. <<https://doi.org/doi:10.1093/oso/9780190492731.001.0001>>
- Friel, S., Bowen, K., Campbell-Lendrum, D., Frumkin, H., McMichael, A. J. J., et Rasanathan, K. (2011). Climate change, noncommunicable diseases, and development: the relationships and common policy opportunities. *Annual Review of Public Health*, 32, 133–147. <<https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-071910-140612>>
- Friel, S., et Ford, L. (2015). Systems, food security and human health. *Food Security*, 7(2), 437–451. <<https://doi.org/10.1007/s12571-015-0433-1>>
- Gaden, A., Ferguson, S. H., Harwood, L., Melling, H., Alikamik, J., et Stern, G. A. (2012). Western Canadian Arctic ringed seal organic contaminant trends in relation to sea ice break-up. *Environmental Science et Technology*, 46(8), 4427–4433. <<https://doi.org/10.1021/es204127j>>
- Gagné, D., Blanchet, R., Lauziere, J., Vaissière, É., Vézina, C., Ayotte, P., ... Turgeon O'Brien, H. (2012). Traditional food consumption is associated with higher nutrient intakes in Inuit children attending childcare centres in Nunavik. *International Journal of Circumpolar Health*, 71(1), 18401. <<https://doi.org/10.3402/ijch.v71i0.18401>>
- Gibson, K., Kneen, C., et Houghton, J. (2004). *Making the connection: food security and public health*. The Community Nutritionists Council of BC. Consulté sur le site : <https://bcfoodsecuritygateway.ca/wp-content/uploads/sites/2/2015/11/Making_the_Connection.pdf>
- Golden, C. D., Allison, E. H., Cheung, W. W. L., Dey, M. M., Halpern, B. S., McCauley, D. J., ... Myers, S. S. (2016). Nutrition: fall in fish catch threatens human health. *Nature*, 534(7607), 317–320. <<https://doi.org/10.1038/534317a>>
- Gornall, J., Betts, R., Burke, E., Clark, R., Camp, J., Willett, K., et Wiltshire, A. (2010). Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 2973–2989. <<https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0158>>
- Goulson, D., Derwent, L. C., Hanley, M. E., Dunn, D. W., et Abolins, S. R. (2005). Predicting calyptrate fly populations from the weather, and probable consequences of climate change. *Journal of Applied Ecology*, 42(5), 795–804. <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01078.x>>
- Gouvernement du Canada. (2016). *Contaminants environnementaux*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/aliments-nutrition/salubrite-aliments/contaminants-chimiques/contaminants-environnementaux.html>>



- Gouvernement du Canada (2017). *Rapports sur l'évaluation des Contaminants dans l'Arctique canadien: Santé humaine 2017* (M. S. Curren, éd.). Ottawa, Ontario. Consulté sur le site : <https://science.gc.ca/eic/site/063.nsf/fra/h_97662.html>
- Gouvernement du Canada. (2019). *Maladies et affections*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies.html>>
- Gouvernement du Canada. (2020). *Traités et ententes*. Consulté sur le site : <<https://www.rcaanc-cirnac.gc.ca/fra/1100100028574/1529354437231>>
- Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest. (2018). *Cadre stratégique sur le changement climatique des TNO pour 2030*. Consulté sur le site : <<https://www.enr.gov.nt.ca/fr/services/climate-change/cadre-strategique-sur-le-changement-climatique-des-tno-pour-2030>>
- Gouvernement du Nunavut, Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, et Gouvernement du Yukon. (2011). *Stratégie d'adaptation panterritoriale : agir ensemble pour s'adapter au changement climatique dans le Nord canadien*. Consulté sur le site : <https://www.northernadaptation.ca/sites/default/files/Pan-Territorial_Adaptation_Strategy.pdf>
- Gouvernement du Yukon. (2014). *Climate Change et public health*. Whitehorse, YK.
- Greenwood, M., de Leeuw, S., et Lindsay, N. (2018). Challenges in health equity for Indigenous peoples in Canada. *The Lancet*, 391(10131), 1645–1648. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30177-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30177-6)>
- Greer, A., Ng, V., et Fisman, D. (2008). Climate change and infectious diseases in North America: the road ahead. *Canadian Medical Association Journal*, 178(6), 715. <<https://doi.org/10.1503/CMAJ.081325>>
- Gregory, P., Ingram, J., et Brklacich, M. (2005). Climate change and food security. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1463), 2139–2148. <<https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1745>>
- Grey Bruce Health Unit. (2017). *Climate change and public health in Grey Bruce Health Unit: current conditions and future projections*. Owen Sound, ON.
- Grey, S., et Patel, R. (2015). Food sovereignty as decolonization: Some contributions from Indigenous movements to food system and development politics. *Agriculture et Human Values*, 32(3), <<https://doi.org/431-444.10.1007/s10460-014-9548-9>>
- Grimes, D. J., Johnson, C. N., Dillon, K. S., Flowers, A. R., Noriega, N. F., 3rd, et Berutti, T. (2009). What genomic sequence information has revealed about *Vibrio* ecology in the ocean—a review. *Microbial ecology*, 58(3), 447–460. <<https://doi.org/10.1007/s00248-009-9578-9>>
- Grothmann, T., et Patt, A. (2005). Adaptive capacity and human cognition: The process of individual adaptation to climate change. *Global Environmental Change*, 15(3), 199–213. <<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2005.01.002>>
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2018). *Global Warming of 1.5°C. An GIEC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change* (V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, ... T. Waterfield, Eds.). Consulté sur le site : <<https://www.GIEC.ch/sr15/>>
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2019a). *Climate Change and Land: an GIEC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* (P. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. Roberts, ... J. Malley, Eds.). Consulté sur le site : <<https://www.GIEC.ch/srcc/>>
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2019b). *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* (H.-O. Pörtner, D. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, ... N. Weyer, Eds.). Consulté sur le site : <<https://www.GIEC.ch/srocc/>>
- Guyadeen, D., Thistlethwaite, J., et Henstra, D. (2019). Evaluating the quality of municipal climate change plans in Canada. *Climatic Change*, 152, 121–143. <<https://doi.org/10.1007/s10584-018-2312-1>>
- Hald, B., Skovgård, H., Pedersen, K., et Bunkenborg, H. (2008). Influxed insects as vectors for *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in Danish broiler houses. *Poultry Science*, 87(7), 1428–1434. <<https://doi.org/10.3382/ps.2007-00301>>
- Halifax Regional Municipality. (2010). *HRM climate SMART community action guide to climate change and emergency preparedness*.
- Halseth, R. (2015). *La santé nutritionnelle des Premières Nations et des Métis des Territoires du Nord-Ouest : un examen des connaissances et des lacunes actuelles*. Prince George, Colombie-Britannique. Consulté sur le site : <<https://www.nccah-ccnsa.ca/docs/emerging/RPT-NutritionalHealthFNsMetis-Halseth-FR.pdf>>
- Hansen, L. J., et Hoffman, J. R. (2011). Assessing vulnerability to climate change. In *Climate Savvy* (pp. 55–69). Island Press. <https://doi.org/10.5822/978-1-59726-988-9_5>
- Harper, S. L., Berrang-Ford, L., Carcamo, C., Cunsolo, A., Edge, V. L., Ford, J. D., ... Namanya, D. B. (2019). The Indigenous Climate–Food–Health Nexus. In L. R. Mason, et J. Rigg (Eds.), *People and Climate Change: Vulnerability, Adaptation, and Social Justice* (pp. 184–207). Oxford University Press.



- Harper, S. L., Edge, V. L., Ford, J., Cunsolo, A., Wood, M., Team, I. R., ... Namanya, D. B. (2015a). Climate-sensitive health priorities in Nunatsiavut, Canada. *BMC Public Health*, 15(1), 605. <<https://doi.org/10.1186/s12889-015-1874-3>>
- Harper, S. L., Edge, V. L., Ford, J., Thomas, M. K., Pearl, D. L., Shirley, J., ... McEwen, S. A. (2015b). Acute gastrointestinal illness in two Inuit communities: burden of illness in Rigolet and Iqaluit, Canada. *Epidemiology and Infection*, 143(14), 3048–3063. <<https://doi.org/10.1017/S0950268814003744>>
- Harper, S. L., Edge, V. L., Ford, J., Thomas, M. K., Pearl, D. L., Shirley, J., ... McEwen, S. A. (2015c). Healthcare use for acute gastrointestinal illness in two Inuit communities: Rigolet and Iqaluit, Canada. *International Journal of Circumpolar Health*, 74, 26290. <<https://doi.org/10.3402/ijch.v74.26290>>
- Harper, S. L., Edge, V. L., Schuster-Wallace, C. J., Ar-Rushdi, M., et McEwen, S. A. (2011). Improving Aboriginal health data capture: evidence from a health registry evaluation. *Epidemiology and Infection*, 139(11), 1774–1783. <<https://doi.org/10.1017/s095026881000275x>>
- Hedlund, C., Blomstedt, Y., et Schumann, B. (2014). Association of climatic factors with infectious diseases in the Arctic and subarctic region – a systematic review. *Global Health Action*, 7(1), 24161. <<https://doi.org/10.3402/gha.v7.24161>>
- Heiman, K. E., Mody, R. K., Johnson, S. D., Griffin, P. M., et Gould, L. H. (2015). *Escherichia coli* O157 outbreaks in the United States, 2003–2012. *Emerging Infectious Diseases*, 21(8), 1293. <<https://doi.org/10.3201/eid2108.141364>>
- Hellberg, R. S., et Chu, E. (2015). Effects of climate change on the persistence and dispersal of foodborne bacterial pathogens in the outdoor environment: A review. *Critical Reviews in Microbiology*, 42(4), 548–572. <<https://doi.org/10.3109/1040841X.2014.972335>>
- Henstra, D. (2017). Climate adaptation in Canada : Governing a complex policy regime. *Review of Policy Research*, 34(3), 378–399. <<https://doi.org/10.1111/ropr.12236>>
- Hess, J. J., McDowell, J. Z., et Luber, G. (2012). Integrating climate change adaptation into public health practice: using adaptive management to increase adaptive capacity and build resilience. *Environmental Health Perspectives*, 120(2), 171–179. <<https://doi.org/10.1289/ehp.1103515>>
- High Level Panel of Experts (HLPE). (2017). *Nutrition and food systems*. Rome, Italy. Consulté sur le site : <<http://www.UNUAA.org/3/i7846e/i7846e.pdf>>
- Huang, C., Vaneckova, P., Wang, X., FitzGerald, G., Guo, Y., et Tong, S. (2011). Constraints and barriers to public health adaptation to climate change: a review of the literature. *American Journal of Preventive Medicine*, 40(2), 183–190. <<https://doi.org/10.1016/J.AMEPRE.2010.10.025>>
- Huet, C., Rosol, R., et Egeland, G. M. (2012). The prevalence of food insecurity is high and the diet quality poor in Inuit communities. *The Journal of Nutrition*, 142(3), 541–547. <<https://doi.org/10.3945/jn.111.149278>>
- Ingram, J. (2009). Food system concepts. In R. Rabbinge et A. Linneman (Eds.), *European food systems in a changing world* (pp. 9–15). ESF-COST.
- Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). (2016). *Global burden of disease arrow diagram*.
- Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). (n.d.). *Mon Climat, Ma Santé*. Consulté sur le site : <<http://www.monclimatmasante.qc.ca/>>
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). (2018). *The regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for the Americas* (J. Rice, C. S. Seixas, M. E. Zaccagnini, M. Bedoya-Gaitán, N. Valderrama, C. B. Anderson, ... J. S. Farinaci, Eds.). Germany: Bonn.
- Inuit Tapiriit Kanatami (ITK). (2019). *Stratégie nationale inuite sur les changements climatiques*. Consulté sur le site : <https://www.itk.ca/wp-content/uploads/2019/05/ITK_Climate-Change-Strategy_French-Online.pdf>
- Jaykus, L., Woolridge, M., Frank, J., Miraglia, M., McQuatters-Gollop, A., Tirado, C., ... Friel, M. (2008). *Climate change: Implications for food safety*. Rome, Italy.
- Jenkins, E. J., Castrodale, L. J., de Rosemond, S. J. C., Dixon, B. R., Elmore, S. A., Gesy, K. M., ... Thompson, R. C. A. (2013). Tradition and transition: parasitic zoonoses of people and animals in Alaska, Northern Canada, and Greenland. *Advances in Parasitology*, 82, 33–204. <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407706-5.00002-2>>
- Jessiman-Perreault, G., et McIntyre, L. (2017). The household food insecurity gradient and potential reductions in adverse population mental health outcomes in Canadian adults. *SSM - Population Health*, 3, 464–472. <<https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2017.05.013>>
- Jiménez Cisneros, B. E., Oki, T., Arnell, N. W., Benito, G., Cogley, J. G., Doll, P., ... Mwakalila, S. S. (2014). Freshwater Resources. In C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, ... L. L. White (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 229–269). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Johnson-Down, L., et Egeland, G. M. (2010). Adequate nutrient intakes are associated with traditional food consumption in Nunavut Inuit children aged 3–5 years. *The Journal of Nutrition*, 140(7), 1311–1316. <<https://doi.org/10.3945/jn.109.117887>>

- Julie, D., Solen, L., Antoine, V., Jaufrey, C., Annick, D., et Dominique, H.-H. (2010). Ecology of pathogenic and non-pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* on the French Atlantic coast. Effects of temperature, salinity, turbidity and chlorophyll a. *Environmental Microbiology*, 12(4), 929–937. <<https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2009.02136.x>>
- Jung, J. K. H., et Skinner, K. (2017). Enteric Disease Outbreaks: Foodborne and waterborne illness among Canadian Indigenous populations: A scoping review. *Canada Communicable Disease Report*, 43(1), <<https://doi.org/7.10.14745/ccdr.v43i01a02>>
- Kapilashrami, A., et Hankivsky, O. (2018). Intersectionality and why it matters to global health. *The Lancet*, 391(10140), 2589–2591. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31431-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31431-4)>
- Keen, J. E., Laegreid, W. W., Chitko Mckown, C. G., Bono, J. L., Fox, J. M., Clawson, M., et Heaton, M. (2003). Effect of exogenous glucocorticoids and dietary change on winter and summer STEC O157 fecal shedding in naturally-infected beef cattle. In *Research Workers in Animal Diseases Conference Proceedings*.
- Kenny, T.-A., Fillion, M., Simpkin, S., Wesche, S. D., et Chan, H. M. (2018). Caribou (*Rangifer tarandus*) and Inuit nutrition security in Canada. *EcoHealth*, 15(3), 590–607. <<https://doi.org/10.1007/s10393-018-1348-z>>
- Kermaal, N., et Altamirano-Jiménez, I. (Eds.). (2016). *Living on the land: Indigenous women's understanding of place*. Athabasca University Press.
- Khan, S., Barhouni, R., Burghardt, R., Liu, S., Kim, K., et Safe, S. (2006). Molecular mechanism of inhibitory aryl hydrocarbon receptor-estrogen receptor/Sp1 cross talk in breast cancer cells. *Molecular Endocrinology*, 20(9), 2199–2214. <<https://doi.org/10.1210/me.2006-0100>>
- King, U., et Furgal, C. (2014). Is hunting still healthy? Understanding the interrelationships between indigenous participation in land-based practices and human-environmental health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(6), 5751–5782. <<https://doi.org/10.3390/ijerph110605751>>
- Kipp, A., Cunsolo, A., Vodden, K., King, N., Manners, S., et Harper, S. L. (2019). Climate change impacts on health and wellbeing in rural and remote regions across Canada: A synthesis of the literature. *Health Promotion and Chronic Disease Prevention in Canada*, 39(4). <<https://doi.org/10.24095/hpcdp.39.4.02>>
- Konrad, S., Paduraru, P., Romero-Barrios, P., Henderson, S. B., et Galanis, E. (2017). Remote sensing measurements of sea surface temperature as an indicator of *Vibrio parahaemolyticus* in oyster meat and human illnesses. *Environmental Health*, 16(1), 92. <<https://doi.org/10.1186/s12940-017-0301-x>>
- Kovats, R. S., Edwards, S. J., Hajat, S., Armstrong, B. G., Ebi, K. L., et Menne, B. (2004). The effect of temperature on food poisoning: a time-series analysis of salmonellosis in ten European countries. *Epidemiology et Infection*, 132(3), 443–453. <<https://doi.org/10.1017/s0950268804001992>>
- Kuhnlein, H. V., et Chan, H. M. (2000). Environment and contaminants in traditional food systems of Northern Indigenous peoples. *Annual Review of Nutrition*, 20(1), 595–626. <<https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.20.1.595>>
- Labbé, J., Ford, J. D., Araos, M., et Flynn, M. (2017). The government-led climate change adaptation landscape in Nunavut, Canada. *Environmental Reviews*, 25(1), 12–25. <<https://doi.org/10.1139/er-2016-0032>>
- Lafferty, K. D., Porter, J. W., et Ford, S. E. (2004). Are diseases increasing in the ocean? *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35, 31–54. <<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105704>>
- Laidler, G. J., Ford, J. D., Gough, W. A., Ikummaq, T., Gagnon, A. S., Kowal, S., ... Irngaut, C. (2009). Travelling and hunting in a changing Arctic: assessing Inuit vulnerability to sea ice change in Igloodik, Nunavut. *Climatic Change*, 94, 363–397. <<https://doi.org/10.1007/s10584-008-9512-z>>
- Lake, I. R. (2017). Food-borne disease and climate change in the United Kingdom. *Environmental Health*, 16(S1), 117. <<https://doi.org/10.1186/s12940-017-0327-0>>
- Lake, I. R., et Barker, G. C. (2018). Climate change, foodborne pathogens and illness in higher-income countries. *Current Environmental Health Reports*, 5(1), 187–196. <<https://doi.org/10.1007/s40572-018-0189-9>>
- Lake, I. R., Foxall, C. D., Fernandes, A., Lewis, M., Rose, M., White, O., ... Mortimer, D. (2015). The effects of flooding on dioxin and PCB levels in food produced on industrial river catchments. *Environment International*, 77, 106–115. <<https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2015.01.006>>
- Lake, I. R., Foxall, C. D., Lovett, A. A., Fernandes, A., Dowding, A., White, S., et Rose, M. (2005). Effects of river flooding on PCDD/F and PCB levels in cows' milk, soil, and grass. *Environmental Science et Technology*, 39(23), 9033–9038. <<https://doi.org/10.1021/es051433a>>
- Lake, I. R., Gillespie, I. A., Bentham, G., Nichols, G. L., Lane, C., Adak, G. K., et Threlfall, E. J. (2009). A re-evaluation of the impact of temperature and climate change on foodborne illness. *Epidemiology et Infection*, 137(11), 1538–1547. <<https://doi.org/10.1017/S0950268809002477>>
- Lake, I. R., Hooper, L., Abdelhamid, A., Bentham, G., Boxall, A. B. A., Draper, A., ... Waldron, K. W. (2012). Climate change and food security: health impacts in developed countries. *Environmental Health Perspectives*, 120(11), 1520–1526. <<https://doi.org/10.1289/ehp.1104424>>



- Lal, A., Hales, S., French, N., et Baker, M. G. (2012). Seasonality in human zoonotic enteric diseases: a systematic review. *PLoS One*, 7(4), e31883. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031883>>
- Lam, S., Dodd, W., Skinner, K., Papadopoulos, A., Zivot, C., Ford, J., ... Harper, S. L. (2019). Community-based monitoring of Indigenous food security in a changing climate: global trends and future directions. *Environmental Research Letters*, 14(7), 073002. <<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab13e4>>
- Landauer, M., et Juhola, S. (2019). Loss and damage in the rapidly changing Arctic. In R. Mechler, L. Bouwer, T. Schinko, S. Surminski, et J. Linnerooth-Bayer (Eds.), *Loss and Damage from Climate Change. Climate Risk Management, Policy and Governance* (pp. 425–447). Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-72026-5_18>
- Larsen, J. N., Anisimov, O. A., Constable, A., Hollowed, A. B., Maynard, N., Prestrud, P., ... Stone, J. M. R. (2014). Polar Regions. In V. R. Barros, C. B. Field, D. J. Dokken, M. B. Mastrandrea, K. J. Mach, T. E. Bilir, ... L. L. White (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1567–1612). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Le Centre de gouvernance de l'information des Premières Nations (CGIPN). (2018). *National Report of the First Nations Regional Health Survey Phase 3: Volume 2*. Ottawa, ON.
- Lemke, S., et Delormier, T. (2017). Indigenous Peoples' food systems, nutrition, and gender: Conceptual and methodological considerations. *Maternal et Child Nutrition*, 13, e12499. <<https://doi.org/10.1111/mcn.12499>>
- Lemmen, D. S., Warren, F. J., Lacroix, J., et Bush, E. (éd.). (2008). *Vivre avec les changements climatiques au Canada 2007*. Ottawa, Ontario: Ressources naturelles Canada.
- Lesnikowski, A., Belfer, E., Rodman, E., Smith, J., Biesbroek, R., Wilkerson, J., ... Berrang-Ford, L. (2019). Frontiers in data analytics for adaptation research: Topic modeling. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 10(3), e576. <<https://doi.org/10.1002/wcc.576>>
- Lesnikowski, A., Ford, J., Berrang-Ford, L., Paterson, J., Barrera, M., et Heymann, J. (2011). Adapting to health impacts of climate change: a study of UNFCCC Annex I parties. *Environmental Research Letters*, 6(4), 044009. <<https://doi.org/10.1088/1748-9326/6/4/044009>>
- Lesnikowski, A., Ford, J., Biesbroek, R., Berrang-Ford, L., et Heymann, J. (2016). National-level progress on adaptation. *Nature Climate Change*, 6(3), 261–264. <<https://doi.org/10.1038/nclimate2863>>
- Levison, M. M., Butler, A. J., Rebellato, S., Armstrong, B., Whelan, M., et Gardner, C. (2018). Development of a climate change vulnerability assessment using a public health lens to determine local health vulnerabilities: an Ontario health unit experience. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(10), 2237. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15102237>>
- Levison, M. M., Whelan, M., et Butler, A. (2017). *A changing climate: assessing health impacts and vulnerabilities due to climate change within Simcoe Muskoka*. Simcoe Muskoka District Health Unit.
- Li, N., Dachner, N., Tarasuk, V., Zhang, R., Kurrein, M., Harris, T., Gustin, S., et Rasal, D. (2016). *Priority Health Equity Indicators for British Columbia: Household Food Insecurity Indicator Report*. Vancouver, BC: Provincial Health Services Authority and PROOF.
- Liu, C., Hofstra, N., et Franz, E. (2013). Impacts of climate change on the microbial safety of pre-harvest leafy green vegetables as indicated by *Escherichia coli* O157 and *Salmonella* spp. *International Journal of Food Microbiology*, 163(2–3), 119–128. <<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.02.026>>
- Lock, K., Stuckler, D., Charlesworth, K., et McKee, M. (2009). Potential causes and health effects of rising global food prices. *BMJ (Clinical research ed.)*, 339, b2403. <<https://doi.org/10.1136/bmj.b2403>>
- Lopez, R., et Goldoftas, B. (2009). The urban elderly in the United States: health status and the environment. *Reviews on Environmental Health*, 24(1), 47–57. <<https://doi.org/10.1515/REVEH.2009.24.1.47>>
- Ma, J., Hung, H., Tian, C., et Kallenborn, R. (2011). Revolatilization of persistent organic pollutants in the Arctic induced by climate change. *Nature Climate Change*, 1(5), 255–260. <<https://doi.org/10.1038/nclimate1167>>
- Macdiarmid, J. I., et Whybrow, S. (2019). Nutrition from a climate change perspective. In A. Gallagher (Ed.), *Proceedings of the Nutrition Society* (pp. 1–8). Cambridge University Press. <<https://doi.org/10.1017/S0029665118002896>>
- MacFadden, D. R., McGough, S. F., Fisman, D., Santillana, M., et Brownstein, J. S. (2018). Antibiotic resistance increases with local temperature. *Nature Climate Change*, 8(6), 510–514. <<https://doi.org/10.1038/s41558-018-0161-6>>
- Magnan, A. K., Schipper, E. L. F., Burkett, M., Bharwani, S., Burton, I., et Eriksen, S. H. (2016). Addressing the risk of maladaptation to climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 7, 646–665. <<https://doi.org/10.1002/wcc.409>>
- Manciocco, A., Calamandrei, G., et Alleva, E. (2014). Global warming and environmental contaminants in aquatic organisms: the need of the etho-toxicology approach. *Chemosphere*, 100, 1–7. <<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.12.072>>



- Martens, T., Cidro, J., Hart, M. A., et McLachlan, S. (2016). Understanding Indigenous food sovereignty through an Indigenous research paradigm. *Journal of Indigenous Social Development*, 5(1), 18-37.
- Martinez-Urtaza, J., Bowers, J. C., Trinanes, J., et DePaola, A. (2010). Climate anomalies and the increasing risk of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* illnesses. *Food Research International*, 43(7), 1780–1790. <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.04.001>>
- Marushka, L., Batal, M., Sharp, D., Schwartz, H., Ing, A., Fediuk, K., ... Chan, H. M. (2017). Fish consumption is inversely associated with type 2 diabetes in Manitoba First Nations communities. *FACETS*, 2, 795–818. <<https://doi.org/10.1139/facets-2017-0023>>
- Marushka, L., Kenny, T.-A. A., Batal, M., Cheung, W. W. L., Fediuk, K., Golden, C. D., ... Chan, H. M. (2019). Potential impacts of climate-related decline of seafood harvest on nutritional status of coastal First Nations in British Columbia, Canada. *PLoS ONE*, 14(2). <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211473>>
- Marvin, H. J. P., Kleter, G. A., Noordam, M. Y., Franz, E., Willems, D. J. M., et Boxall, A. (2013). Proactive systems for early warning of potential impacts of natural disasters on food safety: climate-change-induced extreme events as case in point. *Food Control*, 34(2), 444–456. <<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.04.037>>
- Mbow, C., Rosenzweig, C., Barioni, L., Benton, T., Herrero, M., Krishnapillai, M., ... Xu, Y. (2019). Food security. In P. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, ... J. Malley (Eds.), *Climate Change and Land: an GIEC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Consulté sur le site : <<https://www.GIEC.ch/srccl/>>
- McLeod, L., et Veall, M. (2006). The dynamics of food insecurity and overall health: evidence from the Canadian National Population Health Survey. *Applied Economics*, 38(18), 2131–2146. <<https://doi.org/10.1080/00036840500427429>>
- Medical Officer of Health. (2013). *Exploring Health and Social Impacts of Climate Change in Toronto*. Toronto, ON.
- Metro Vancouver. (2016). *Regional food system action plan*. Vancouver, BC.
- Milazzo, A., Giles, L. C., Zhang, Y., Koehler, A. P., Hiller, J. E., et Bi, P. (2017). Factors Influencing Knowledge, Food Safety Practices and Food Preferences During Warm Weather of Salmonella and Campylobacter Cases in South Australia. *Foodborne Pathogens and Disease*, 14(3), 125–131. <<https://doi.org/10.1089/fpd.2016.2201>>
- Miraglia, M., Marvin, H. J. P., Kleter, G. A., Battilani, P., Brera, C., Coni, E., ... Vespermann, A. (2009). Climate change and food safety: an emerging issue with special focus on Europe. *Food and Chemical Toxicology*, 47(5), 1009–1021. <<https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.02.005>>
- Morrison, D. (2011). Indigenous food sovereignty: a model for social learning. In A. A. Desmarais, N. Wiebe, et H. Wittman (Eds.), *Food Sovereignty in Canada: Creating Just and Sustainable Food Systems* (pp. 97–113). Fernwood Publishing.
- Moser, S. C. (2014). Communicating adaptation to climate change: the art and science of public engagement when climate change comes home. *Climate Change*, 5(3), 337–358. <<https://doi.org/10.1002/wcc.276>>
- Moulton, A. D., et Schramm, P. J. (2017). Climate change and public health surveillance. *Journal of Public Health Management and Practice*, 23(6), 618–626. <<https://doi.org/10.1097/PHH.0000000000000550>>
- Muldoon, K. A., Duff, P. K., Fielden, S., et Anema, A. (2013). Food insufficiency is associated with psychiatric morbidity in a nationally representative study of mental illness among food insecure Canadians. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 48(5), 795–803. <<https://doi.org/10.1007/s00127-012-0597-3>>
- Muncke, J., Myers, J. P., Scheringer, M., et Porta, M. (2014). Food packaging and migration of food contact materials: will epidemiologists rise to the neotoxic challenge? *Journal of Epidemiology and Community Health*, 68(7), 592–594. <<https://doi.org/10.1136/jech-2013-202593>>
- Municipal Affairs and Environment. (2019). *The way forward on climate change in Newfoundland and Labrador*. St. John's, NL.
- Myers, S. S., Smith, M. R., Guth, S., Golden, C. D., Vaitla, B., Mueller, N. D., ... Huybers, P. (2017). Climate change and global food systems: potential impacts on food security and undernutrition. *Annual Review of Public Health*, 38, 259–277. <<https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031816-044356>>
- Myers, S. S., Zanobetti, A., Kloog, I., Huybers, P., Leakey, A. D. B., Bloom, A. J., ... Usui, Y. (2014). Increasing CO₂ threatens human nutrition. *Nature*, 510, 139–142. <<https://doi.org/10.1038/nature13179>>
- Nelson, M. C., Ingram, S. E., Dugmore, A. J., Streeter, R., Peoples, M. A., MCGovern, T. H., ... Smiarowski, K. (2016). Climate challenges, vulnerabilities, and food security. *PNAS*, 113(2), 298–303. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1506494113>>
- Neufeld, H. T. (2020). Socio-Historical Influences and Impacts on Indigenous Food Systems in Southwestern Ontario: The Experiences of Elder Women Living On-and Off-Reserve. In P. Settee, et S. Shukla (Eds.), *Indigenous Food Systems: Concepts, Cases, and Conversations* (pp. 251). Canadian Scholars' Press.
- Ngoen-Klan, R., Moophayak, K., Klong-Klaew, T., Irvine, K. N., Sukontason, K. L., Prangki, C., ... Sukontason, K. (2011). Do climatic and physical factors affect populations of the blow fly *Chrysomya megacephala* and house fly *Musca domestica*? *Parasitology Research*, 109(5), 1279–1292. <<https://doi.org/10.1007/s00436-011-2372-x>>

Nourish. (n.d.). *The Nourish Innovator Program*. Consulté sur le site : <<https://www.nourishhealthcare.ca/about-nourish>>

Nova Scotia Environment. (2014). *Agriculture*.

Olazabal, M., Galarraga, I., Ford, J., Murieta, E. S. De, et Lesnikowski, A. (2019). Are local climate adaptation policies credible? A conceptual and operational assessment framework. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 11(3), 1–15. <<https://doi.org/10.1080/19463138.2019.1583234>>

l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (ONUAA). (1996). Déclaration de Rome sur la sécurité alimentaire mondiale et Plan d'action du Sommet mondial de l'alimentation. Sommet mondial de l'alimentation. Consulté sur le site : <<https://www.ONUAA.org/3/w3613f/w3613f00.htm#:~:text=Nous%20%C3%A9affirmons%20qu'un%20environnement,l%C3%A9radication%20de%20la%20pauvret%C3%A9>>

l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (ONUAA). (2008). *Changement climatique et sécurité alimentaire: un document-cadre*. Rome, Italie.

l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (ONUAA). (2015). *Climate change and food systems: Global assessments and implications for food security and trade*. Rome, Italy.

l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (ONUAA). (2016). *Climate change and food security: Risks and responses*. Rome, Italy.

l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (ONUAA), Fonds international de développement agricole (FIDA), United Nations Children's Fund (UNICEF), Programme alimentaire mondial (PAM), et Organisation mondiale de la santé. (2018). *L'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde. Renforcer la résilience face aux changements climatiques pour la sécurité alimentaire et la nutrition*. Rome, Italie.

l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (ONUAA) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS). (2011). *Risk assessment of Vibrio parahaemolyticus in seafood: interpretive summary and technical report*. Rome, Italy.

Organisation mondiale de la santé (OMS). (2008). *Rapport sur la santé dans le monde 2008 : les soins de santé primaires - maintenant plus que jamais*. Genève, Suisse. Consulté sur le site : <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/43951>>

Organisation mondiale de la santé (OMS). (2014). *Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s*. Geneva, Switzerland. Consulté sur le site : <<https://www.who.int/globalchange/publications/quantitative-risk-assessment/en/>>

Organisation mondiale de la santé (OMS). (2017). *Lignes directrices de l'OMS pour l'utilisation chez les animaux de rente destinés à l'alimentation humaine des antimicrobiens importants pour la médecine humaine*. Consulté sur le site : <<http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259244/OMG-NMH-FOS-FZD-17.4-fre.pdf?sequence=1>>

Organ, J., Castleden, H., Furgal, C., Sheldon, T., et Hart, C. (2014). Contemporary programs in support of traditional ways: Inuit perspectives on community freezers as a mechanism to alleviate pressures of wild food access in Nain, Nunatsiavut. *Health and Place*, 30, 251–259. <<https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2014.09.012>>

O'Riordan, T., et Lenton, T. (2013). *Addressing tipping points for a precarious future*. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press. <<https://doi.org/10.5871/bacad/9780197265536.001.0001>>

Palko, K., et Lemmen, D. S. (éd.). (2017). *Risques climatiques et pratiques en matière d'adaptation pour le secteur canadien des transports 2016*. Ottawa, Ontario: Gouvernement du Canada.

Pangloli, P., Dje, Y., Ahmed, O., Doane, C. A., Oliver, S. P., et Draughon, F. A. (2008). Seasonal incidence and molecular characterization of Salmonella from dairy cows, calves, and farm environment. *Foodborne Pathogens and Disease*, 5(1), 87–96. <<https://doi.org/10.1089/fpd.2008.0048>>

Pardhan-Ali, A., Berke, O., Wilson, J., Edge, V. L., Furgal, C., Reid-Smith, R., ... McEwen, S. A. (2012a). A spatial and temporal analysis of notifiable gastrointestinal illness in the Northwest Territories, Canada, 1991-2008. *International Journal of Health Geographics*, 11(1), 17. <<https://doi.org/10.1186/1476-072X-11-17>>

Pardhan-Ali, A., Wilson, J., Edge, V. L., Furgal, C., Reid-Smith, R., Santos, M., et McEwen, S. A. (2012b). A descriptive analysis of notifiable gastrointestinal illness in the Northwest Territories, Canada, 1991-2008. *BMJ Open*, 2(4), e000732. <<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2011-000732>>

Pardhan-Ali, A., Wilson, J., Edge, V. L., Furgal, C., Reid-Smith, R., Santos, M., et McEwen, S. A. (2013). Community-level risk factors for notifiable gastrointestinal illness in the Northwest Territories, Canada, 1991-2008. *BMC Public Health*, 13(1), 63. <<https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-63>>

Pardue, J., Moe, W., McInnis, D., Thibodeaux, L., Valsaraj, K., Maciasz, E., ... Yuan, Q. (2005). Chemical and microbiological parameters in New Orleans floodwater following Hurricane Katrina. *Environmental Science et Technology*, 39(22), 8591–8599. <<https://doi.org/10.1021/es0518631>>

Park, M. S., Park, K. H., et Bahk, G. J. (2018). Interrelationships between multiple climatic factors and incidence of foodborne diseases. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(11), 2482. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15112482>>



- Parlee, B., et Berkes, F. (2005). Health of the land, health of the people: a case study on Gwich'in berry harvesting in northern Canada. *EcoHealth*, 2(2), 127–137. <<https://doi.org/10.1007/s10393-005-3870-z>>
- Parveen, S., Hettiarachchi, K. A., Bowers, J., Jones, J. L., Tamplin, M. L., McKay, R.,... DePaola, A. (2008). Seasonal distribution of total and pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* in Chesapeake Bay oysters and waters. *International Journal of Food Microbiology*, 128, 354–361. <<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.09.019>>
- Paterson, J. A., Ford, J., Berrang-Ford, L., Lesnikowski, A., Berry, P., Henderson, J., et Heymann, J. (2012). Adaptation to climate change in the Ontario public health sector. *BMC Public Health*, 12(1). <<https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-452>>
- Patriarca, A., et Fernández Pinto, V. (2017). Prevalence of mycotoxins in foods and decontamination. *Current Opinion in Food Science*, 14, 50–60. <<https://doi.org/10.1016/j.COFS.2017.01.011>>
- Pinstrup-Andersen, P. (2013). Contemporary food policy challenges and opportunities. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 58(4), 504–518. <<https://doi.org/10.1111/1467-8489.12019>>
- Planning and Development Department. (2013). *Agriculture protection and enhancement strategy in Surrey*. Surrey, BC.
- Porter, J. R., Xie, L., Challinor, A. J., Cochrane, K., Howden, M. S., Iqbal, M. M., ... Travasso, M. I. (2014). Food security and food production systems. In C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, ... L. L. White (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 485–533). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Pouillot, R., Hoelzer, K., Chen, Y., et Dennis, S. B. (2015). *Listeria monocytogenes* dose response revisited- incorporating adjustments for variability in strain virulence and host susceptibility. *Risk Analysis*, 35(1), 90–108. <<https://doi.org/10.1111/risa.12235>>
- Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord (PLCN). (2013). *Rapport d'évaluation des contaminants dans l'Arctique canadien III : Polluants organiques persistants dans le Nord Canadien* (D. Muir, P. Kurt-Karakus, J. Stow, éd.). Ottawa, Ontario: Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord, Affaires autochtones et du Nord Canada.
- PROOF. (2018). *Latest household food insecurity data now available*. Consulté sur le site : <<https://proof.utoronto.ca/new-data-available/>>
- Rahel, F. J., et Olden, J. D. (2008). Assessing the effects of climate change on aquatic invasive species. *Conservation Biology*, 22(3), 521–533. <<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00950.x>>
- Rangel, J. M., Sparling, P. H., Crowe, C., Griffin, P. M., et Swerdlow, D. L. (2005). Epidemiology of *Escherichia coli* O157:H7 outbreaks, United States, 1982–2002. *Emerging Infectious Diseases*, 11(4), 603. <<https://doi.org/10.3201/eid1104.040739>>
- Rapinski, M., Cuerrier, A., Harris, C., Elders of Iuvjivik, Elders of Kangiqsujuaq, et Lemire, M. (2018). Inuit perception of marine organisms: From folk classification to food harvest. *Journal of Ethnobiology*, 38(3), 333–355. <<https://doi.org/10.2993/0278-0771-38.3.333>>
- Ratelle, M., Skinner, K., Laird, M. J., Majowicz, S., Brandow, D., Packull-McCormick, S., ... Laird, B. D. (2018). Implementation of human biomonitoring in the Dehcho region of the Northwest Territories, Canada (2016–2017). *Archives of Public Health*, 76(1), 73. <<https://doi.org/10.1186/s13690-018-0318-9>>
- Ravel, A., Smolina, E., Sargeant, J. M., Cook, A., Marshall, B., Fleury, M. D., et Pollari, F. (2010). Seasonality in human salmonellosis: assessment of human activities and chicken contamination as driving factors. *Foodborne Pathogens and Disease*, 7(7), 785–794. <<https://doi.org/10.1089/fpd.2009.0460>>
- Ready, E. (2016). Challenges in the Assessment of Inuit Food Security. *ARCTIC*, 69(3), 266–280. <<https://doi.org/10.14430/arctic4579>>
- Relations Couronne-Autochtones et affaires du Nord Canada (RCAANC). (2018). *Programme : Se préparer aux changements climatiques dans le Nord*. Consulté sur le site : <<https://www.rcaanc-cirnac.gc.ca/fra/1481305554936/1594738066665>>
- Relations Couronne-Autochtones et affaires du Nord Canada (RCAANC) (2019). *Programme d'adaptation aux changements climatiques des Premières Nations*. Consulté sur le site : <<https://www.rcaanc-cirnac.gc.ca/fra/1481305681144/1594738692193>>
- Richmond, C. A. M., et Ross, N. A. (2009). The determinants of First Nation and Inuit health: a critical population health approach. *Health et Place*, 15(2), 403–411. <<https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2008.07.004>>
- Rigét, F., Vorkamp, K., Bossi, R., Sonne, C., Letcher, R. J., et Dietz, R. (2016). Twenty years of monitoring of persistent organic pollutants in Greenland biota. A review. *Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987)*, 217, 114–123. <<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.11.006>>
- Roberts, M., et Cooke, R. (2020). Low on food, blizzard-weary St. John's shoppers head straight to supermarkets. *CBC News*. Consulté sur le site : <<https://www.cbc.ca/news/canada/newfoundland-labrador/grocery-stores-open-st-john-s-1.5433593>>

- Romero-Lankao, P., Smith, J., Davidson, D., Diffenbaugh, N., Kinney, P., Kirshen, P., ... Villers Ruiz, L. (2014). North America. In V. R. Barros, C. B. Field, D. J. Dokken, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, T. E. Bilir, ... L. L. White (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1439–1498). Cambridge, UK and New York, USA: Cambridge University Press.
- Rose, J., Epstein, P., Lipp, E., Sherman, B., Bernard, S., et Patz, J. (2001). Climate variability and change in the United States: potential impacts on water and foodborne diseases caused by microbiologic agents. *Environmental Health Perspectives*, 109(S2), 211–221. <<https://doi.org/10.1289/ehp.01109s2211>>
- Rose, N., Lunazzi, A., Dorenlor, V., Merbah, T., Eono, F., Eloit, M., ... Pavo, N. (2011). High prevalence of Hepatitis E virus in French domestic pigs. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 34(5), 419–427. <<https://doi.org/10.1016/j.cimid.2011.07.003>>
- Roser-Renouf, C., Maibach, E. W., et Li, J. (2016). Adapting to the changing climate: An assessment of local health department preparations for climate change-related health threats, 2008–2012. *PLoS ONE*, 11(3). <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151558>>
- Rosol, R., Huet, C., Wood, M., Lennie, C., Osborne, G., et Egeland, G. M. (2011). Prevalence of affirmative responses to questions of food insecurity: International Polar Year Inuit Health Survey, 2007–2008. *International Journal of Circumpolar Health*, 70(5), 488–497. <<https://doi.org/10.3402/ijch.v70i5.17862>>
- Rosol, R., Powell-Hellyer, S., et Chan, H. M. (2016). Impacts of decline harvest of country food on nutrient intake among Inuit in Arctic Canada: impact of climate change and possible adaptation plan. *International Journal of Circumpolar Health*, 75(1), 31127. <<https://doi.org/10.3402/ijch.v75.31127>>
- Rudolph, K. R., et McLachlan, S. M. (2013). Seeking Indigenous food sovereignty: origins of and responses to the food crisis in northern Manitoba, Canada. *Local Environment*, 18(9), 1079–1098. <<https://doi.org/10.1080/13549839.2012.754741>>
- Santé Canada. (2019). *Programme de contribution au renforcement des capacités d'adaptation aux changements climatiques sur le plan de la santé (ADAPTATIONSanté)*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/nouvelles/2019/04/document-dinformation-programme-de-contribution-au-renforcement-des-capacites-dadaptation-aux-changements-climatiques-sur-le-plan-de-la-sante-adapt.html>>
- Santé Canada. (2020). Évaluation de la situation de sécurité alimentaire. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/aliments-nutrition/surveillance-aliments-nutrition/sondages-sante-nutrition/enquete-sante-collectivites-canadiennes-escc/insecurite-alimentaire-menages-canada-survol/evaluation-situation-securite-alimentaire-surveillance-aliments-nutrition-sante-canada.html>>
- Sauchyn, D., Davidson, D., et Johnston, M. (2020). Provinces des Prairies. In F.J. Warren, N. Lulham, et D.S. Lemmen (éd.), *Le Canada dans un climat en changement : Le rapport sur les Perspectives régionales*. Ottawa, Ontario: Ressources naturelles Canada.
- Sauchyn, D., Kulshreshtha, S., Barrow, E., Lemmen, D. S., Warren, F. J., Lacroix, J., et Bush, E. (2008). Prairies. Dans D. S. Lemmen, F. J. Warren, J. Lacroix, et E. Bush (éd.), *Vivre avec les changements climatiques au Canada: édition 2007* (pp. 275–328). Ottawa, Ontario: Ressources naturelles Canada.
- Sawatzky, A., Cunsolo, A., Jones-Bitton, A., Middleton, J., et Harper, S. L. (2018). Responding to climate and environmental change impacts on human health via integrated surveillance in the Circumpolar North: A systematic realist review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2706. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15122706>>
- Schechter, A., et Gasiewicz, T. A. (Eds.). (2003). *Dioxins and health*. New York, NY: John Wiley et Sons, Inc. <<https://doi.org/10.1002/0471722014>>
- Schmidhuber, J., et Tubiello, F. N. (2007). Global food security under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(50), 19703–19708. <<https://doi.org/10.1073/pnas.0701976104>>
- Schnitter, R., et Berry, P. (2019). The climate change, food security and human health nexus in Canada: A framework to protect population health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(14), 1–2531. <<https://doi.org/10.3390/ijerph16142531>>
- Séguin, J. (éd.). (2008). *Santé et changements climatiques: évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada*. Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.635906/publication.html>>
- Semenza, J. C., Herbst, S., Rechenburg, A., Suk, J. E., Höser, C., Schreiber, C., et Kistemann, T. (2012a). Climate change impact assessment of food-and waterborne diseases. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 42(8), 857–890. <<https://doi.org/10.1080/10643389.2010.534706>>
- Semenza, J. C., Hoese, C., Herbst, S., Rechenburg, A., Suk, J. E., Frechen, T., et Kistemann, T. (2012b). Knowledge mapping for climate change and food-and waterborne diseases. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 42(4), 378–411. <<https://doi.org/10.1080/10643389.2010.518520>>
- Semenza, J. C., Suk, J. E., Estevez, V., Ebi, K. L., et Lindgren, E. (2012c). Mapping climate change vulnerabilities to infectious diseases in Europe. *Environmental Health Perspectives*, 120(3), 385–392. <<https://doi.org/10.1289/ehp.1103805>>



- Skinner, K., Hanning, R. M., Desjardins, E., et Tsuji, L. J. (2013). Giving voice to food insecurity in a remote indigenous community in subarctic Ontario, Canada: traditional ways, ways to cope, ways forward. *BMC Public Health*, 13, 427. <<https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-427>>
- Smith, B. A., et Fazil, A. (2019). How will climate change impact microbial foodborne disease in Canada? *Canada Communicable Disease Report*, 45(4), 108–113. <<https://doi.org/10.14745/ccdr.v45i04a05>>
- Smith, B. A., Meadows, S., Meyers, R., Parmley, E. J., et Fazil, A. (2019). Seasonality and zoonotic foodborne pathogens in Canada: relationships between climate and *Campylobacter*, *E. coli* and *Salmonella* in meat products. *Epidemiology and Infection*, 147, e190. <<https://doi.org/10.1017/S0950268819000797>>
- Smith, B. A., Ruthman, T., Sparling, E., Auld, H., Comer, N., Young, I., ... Fazil, A. (2015). A risk modeling framework to evaluate the impacts of climate change and adaptation on food and water safety. *Food Research International*, 68, 78–85. <<https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2014.07.006>>
- Smith, K. R., Woodward, A., Campbell-Lendrum, D., Chadee, D., Honda, Y., Liu, Q., ... Sauerborn, R. (2014). Human health: impacts, adaptation, and co-benefits. In C. B. Field, V. Barros, D. Dokken, K. Mach, M. Mastrandrea, T. Bilir, ... and L. L. W. B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 709–754). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Sonnino, R. (2016). The new geography of food security: Exploring the potential of urban food strategies. *Geographical Journal*, 182(2), 190–200. <<https://doi.org/10.1111/geoj.12129>>
- Springmann, M., Mason-D'Croz, D., Robinson, S., Garnett, T., Godfray, C. J., Gollin, D., ... Scarborough, P. (2016). Global and regional health effects of future food production under climate change: a modelling study. *The Lancet*, 387(10031), 1937–1946. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)01156-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)01156-3)>
- Statistique Canada. (2009). Les aliments au Canada. Dans *L'activité humaine et l'environnement: statistiques détaillées* (p. 166). Consulté sur le site : <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/16-201-x/2009000/part-partie1-fra.htm>>
- Statistique Canada. (2012). *Insécurité alimentaire des ménages, 2011-2012. Données de 2011-2012 Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site : <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/82-625-x/2013001/article/11889-fra.htm>>
- Statistique Canada. (2015). *Food Security in Canada*. Ottawa, ON.
- Statistique Canada. (2018). *Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes, 2017-2018*. Ottawa, ON.
- Statistique Canada. (2020). *Population projetée, selon le scénario de projection, l'âge et le sexe, au 1er juillet (x 1 000)*. <<https://doi.org/10.25318/1710005701-fra>>
- Steiner, L., et Neathway, C. (2019). *Sécurité Sanitaire Des Aliments Et Sécurité Alimentaire Dans Les Communautés Autochtones : Mesure D'adaptation Face Aux Pressions Climatiques Émergentes*. Vancouver, Colombie-Britannique.
- Sugimura, T., Wakabayashi, K., Nakagama, H., et Nagao, M. (2004). Heterocyclic amines: Mutagens/carcinogens produced during cooking of meat and fish. *Cancer Science*, 95(4), 290–299. <<https://doi.org/10.1111/j.1349-7006.2004.tb03205.x>>
- Tarasuk, V., Cheng, J., de Oliveira, C., Dachner, N., Gundersen, C., et Kurdyak, P. (2015). Association between household food insecurity and annual health care costs. *CMAJ*, 187(14), E-429-E436. <<https://doi.org/10.1503/cmaj.150234/-/DC1>>
- Tarasuk, V., et Mitchell, A. (2020). *Insécurité alimentaire des ménages au Canada, 2017-18*. Toronto, ON: Research to identify policy options to reduce food insecurity (PROOF). Consulté sur le site <https://proof.utoronto.ca/wp-content/uploads/2020/04/REPORT-1_FR.pdf>
- Tarasuk, V., Mitchell, A., et Dachner, N. (2016). *L'insécurité alimentaire des ménages au Canada, 2014. Recherche sur des interventions efficaces en matière de politique pour lutter contre l'insécurité alimentaire (PROOF)*. Toronto, Ontario. Consulté sur le site : <<https://proof.utoronto.ca/wp-content/uploads/2016/05/Ins%C3%A9curit%C3%A9-alimentaire-des-m%C3%A9nages-au-Canada-2014.pdf>>
- The Royal Society. (2009). *Reaping the benefits: Science and the sustainable intensification of global agriculture*. Consulté sur le site : <<https://royalsociety.org/topics-policy/publications/2009/reaping-benefits/>>
- Thomas, M. K., Murray, R., Flockhart, L., Pintar, K., Fazil, A., Nesbitt, A., ... Pollari, F. (2015). Estimates of foodborne illness-related hospitalizations and deaths in Canada for 30 specified pathogens and unspecified agents. *Foodborne Pathogens and Disease*, 12(10), 820–827. <<https://doi.org/10.1089/fpd.2015.1966>>
- Thomas, M. K., Murray, R., Flockhart, L., Pintar, K., Pollari, F., Fazil, A., ... Marshall, B. (2013). Estimates of the burden of foodborne illness in Canada for 30 specified pathogens and unspecified agents, circa 2006. *Foodborne Pathogens and Disease*, 10(7), 639–648.
- Thomson, B., et Rose, M. (2011). Environmental contaminants in foods and feeds in the light of climate change. *Quality Assurance and Safety of Crops et Foods*, 3(1), 2–11. <<https://doi.org/10.1111/j.1757-837X.2010.00086.x>>



- Tirado, M. C., Clarke, R., Jaykus, L. A., McQuatters-Gollop, A., et Frank, J. M. (2010). Climate change and food safety: A review. *Food Research International*, 43(7), 1745–1765. <<https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2010.07.003>>
- Toronto Public Health (TPH). (2015). *A climate of concern: climate change and health strategy for Toronto 2015*. Toronto, ON.
- Umlauf, G., Bidoglio, G., Christoph, E., Kampheusb, J., Krüger, F., Landmann, D., ... Stehr, D. (2005). The situation of PCDD/Fs and Dioxin-like PCBs after the flooding of River Elbe and Mulde in 2002. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica*, 33(5), 543–554. <<https://doi.org/10.1002/ahch.200400597>>
- Umlauf, G., Christoph, E., Lanzini, L., Savolainen, R., Skejo, H., Bidoglio, G., ... Scherer, H. (2011). PCDD/F and dioxin-like PCB profiles in soils amended with sewage sludge, compost, farmyard manure, and mineral fertilizer since 1962. *Environmental Science and Pollution Research International*, 18(3), 461–470. <<https://doi.org/10.1007/s11356-010-0389-9>>
- Undeman, E., Brown, T. N., Wania, F., et McLachlan, M. S. (2010). Susceptibility of human populations to environmental exposure to organic contaminants. *Environmental Science et Technology*, 44(16), 6249–6255. <<https://doi.org/10.1021/es1009339>>
- US Environmental Protection Agency (USEPA). (2021). *Health Effects of Exposures to Mercury*. Consulté sur le site : <<https://www.epa.gov/mercury/health-effects-exposures-mercury>>
- U.S. Global Change Research Program (USGCRP). (2016). *The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment* (A. Crimmins, J. Balbus, J. Gamble, C. Beard, J. Bell, D. Dodgen, ... L. Ziska, Eds.). Washington, DC. Consulté sur le site : <https://health2016.globalchange.gov/low/ClimateHealth2016_FullReport_small.pdf >
- Valcour, J. E., Charron, D. F., Berke, O., Wilson, J. B., Edge, T., et Waltner-Toews, D. (2016). A descriptive analysis of the spatio-temporal distribution of enteric diseases in New Brunswick, Canada. *BMC Public Health*, 16, 204. <<https://doi.org/10.1186/s12889-016-2779-5>>
- Venegas-Vargas, C., Henderson, S., Khare, A., Mosci, R. E., Lehnert, J. D., Singh, P., ... Rust, S. (2016). Factors associated with Shiga toxin-producing *Escherichia coli* shedding by dairy and beef cattle. *Applied and Environmental Microbiology*, 82(16), 5049–5056. <<https://doi.org/10.1128/AEM.00829-16>>
- Verner, G., Schütte, S., Knop, J., Sankoh, O., et Sauerborn, R. (2016). Health in climate change research from 1990 to 2014: positive trend, but still underperforming. *Global Health Action*, 9(1), 1–9. <<https://doi.org/10.3402/g.ha.v9.30723>>
- Ville de Calgary. (2012). *Calgary Eats! A Food System Assessment and Action Plan for Calgary*. Calgary, AB.
- Ville de Castlegar. (2010). *Adapting to climate change project summary report et action plan*. Castlegar, BC.
- Ville de Montréal. (2018). *Stratégie montréalaise pour une ville résiliente*. Montréal, Québec. Consulté sur le site : <<https://resilient.montreal.ca/assets/doc/strategie-montreal-ville-resiliente-fr.pdf>>
- Ville de Montréal. (2015). *Plan d'adaptation aux changements climatiques de l'agglomération de Montréal 2015-2020 : Les constats*. Montréal, Québec.
- Ville de Surrey. (2013). *Community Climate Action Strategy*. Surrey, BC.
- Ville de Toronto. (2019). *Toronto's first resilience strategy*. Toronto, ON.
- Ville de Toronto Environment Office. (2008). *Ahead of the storm: Preparing Toronto for climate change*. Toronto, ON.
- Ville de Windsor. (2012). *Ville de Windsor Climate Change Adaptation Plan*. Windsor, ON.
- Wang, H., et Horton, R. (2015). Tackling climate change: The greatest opportunity for global health. *The Lancet*, 386(10006), 1798–1799. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60931-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60931-X)>
- Warren, F. J., et Lemmen, D. S. (Éd.). (2014). *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*. Ottawa, Ontario: Gouvernement du Canada.
- Watts, N., Adger, W. N., Agnolucci, P., Blackstock, J., Byass, P., Cai, W., ... Executive. (2015). Health and climate change: policy responses to protect public health. *The Lancet*, 386(386), 1861–1914. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60854-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60854-6)>
- Watts, N., Adger, W. N., Ayeb-Karlsson, S., Bai, Y., Byass, P., Campbell-Lendrum, D., ... Costello, A. (2017). The Lancet Countdown: tracking progress on health and climate change. *The Lancet*, 389(10074), 1151–1164. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)32124-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32124-9)>
- Weihe, P., Debes, F., Halling, J., Petersen, M. S., Muckle, G., Odland, J. Ø., Dudarev, A., Ayotte, P., Dewailly, É., Grandjean, P., et Bonefeld-Jørgensen, E. (2016). Health effects associated with measured levels of contaminants in the Arctic. *International Journal of Circumpolar Health*, 75, 33805. <<https://doi.org/10.3402/ijc.h.v75.33805>>
- Wesche, S. D., et Chan, H. M. (2010). Adapting to the impacts of climate change on food security among Inuit in the Western Canadian Arctic. *EcoHealth*, 7(3), 361–373. <<https://doi.org/10.1007/s10393-010-0344-8>>
- Wesche, S. D., O'Hare-Gordon, M. A. F., Robidoux, M. A., et Mason, C. W. (2016). Land-based programs in the Northwest Territories: Building Indigenous food security and well-being from the ground up. *Canadian Food Studies/La Revue Canadienne Des Études Sur l'alimentation*, 3(2), 23–48. <<https://doi.org/10.15353/cfs-rcea.v3i2.161>>

Wheeler, T., et Von Braun, J. (2013). Climate change impacts on global food security. *Science*, 341(6145), 508–513. <<https://doi.org/10.1126/science.1239402>>

Whyte, K. (2016). Indigenous food sovereignty, renewal and US settler colonialism. In M. Rawlinson, et C. Ward (Eds.), *The Routledge Handbook of Food Ethics*. Routledge.

Wong, J., et Schuchard, R. (2011). *Adapting to climate change: a guide for food, beverage, and agriculture companies*. San Francisco, California. Consulté sur le site : <https://www.bsr.org/reports/BSR_Climate_Adaptation_Issue_Brief_Food_Bev_Ag2.pdf>

Wu, X., Lu, Y., Zhou, S., Chen, L., et Xu, B. (2016). Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation. *Environment International*, 86, 14–23. <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.09.007>>

Yan, C., Liang, L. J., Zheng, K. Y., et Zhu, X. Q. (2016). Impact of environmental factors on the emergence, transmission and distribution of *Toxoplasma gondii*. *Parasites et vectors*, 9, 137. <<https://doi.org/10.1186/s13071-016-1432-6>>

Young, I., Gropp, K., Fazil, A., et Smith, B. A. (2015). Knowledge synthesis to support risk assessment of climate change impacts on food and water safety: A case study of the effects of water temperature and salinity on *Vibrio parahaemolyticus* in raw oysters and harvest waters. *Food Research International*, 68, 86–93. <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.035>>

Yusa, A., Berry, P., Cheng, J. J., Ogden, N., Bonsal, B., Stewart, R., et Waldick, R. (2015). Climate change, drought and human health in Canada. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(7), 8359–8412. <<https://doi.org/10.3390/ijerph120708359>>

Zelinkova, Z., et Wenzl, T. (2015). The occurrence of 16 EPA PAHs in food - a review. *Polycyclic Aromatic Compounds*, 35(2–4), 248–284. <<https://doi.org/10.1080/10406638.2014.918550>>

Zeuli, K., Nijhuis, A., et Gerson-Nieder, Z. (2018a). *Resilient food systems, resilient cities: a high-level vulnerability assessment of Toronto's food system*. Toronto, ON. Consulté sur le site : <<https://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2018/hl/bgrd/backgroundfile-118076.pdf>>

Zeuli, K., Nijhuis, A., Macfarlane, R., et Ridsdale, T. (2018b). The impact of climate change on the food system in Toronto. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(11), 2344. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15112344>>

Ziska, L., Crimmins, A., Auclair, A., Garofalo, J. F., Khan, A. S., Showler, A., et Thurston, J. (2016). Food safety, nutrition and distribution. In A. Crimmins, J. Balbus, J. Gamble, C. Beard, J. Bell, D. Dodgen, ... L. Ziska (Eds.), *The impacts of climate change on human health in the United States: A scientific assessment* (pp. 189–216). Washington, DC: U.S. Global Change Research Program.



CHAPITRE 9

Changements climatiques et équité en santé

LA SANTÉ DES CANADIENS ET DES CANADIENNES DANS
UN CLIMAT EN CHANGEMENT : FAIRE PROGRESSER NOS
CONNAISSANCES POUR AGIR



Santé
Canada

Health
Canada

Canada



Auteure principale

Rebekka Schnitter, Santé Canada

Auteurs collaborateurs

Ericha Moores, Ressources naturelles Canada

Peter Berry, Santé Canada

Marielle Verret, Santé Canada

Chris Buse, Université de la Colombie-Britannique et Université du Nord de la Colombie-Britannique

Catherine Macdonald, Alliance pour des communautés en santé

Melissa Perri, Alliance pour des communautés en santé et l'Université de Toronto

Daniel Jubas-Malz, Réseau universitaire de santé

Suggestion de citation

Schnitter, R., Moores, E., Berry, P., Verret, M., Buse, C., Macdonald, C., Perri, M. et Jubas-Malz, D. (2022). Changements climatiques et équité en santé. Dans P. Berry et R. Schnitter (éd.), [*La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir*](#). Ottawa (Ontario) : gouvernement du Canada.

Table des matières

Résumé	703
Messages clés	703
9.1 Introduction	706
9.2 Méthodes et approche	708
9.3 Déterminants de la santé et de l'équité en santé	708
9.4 Impacts des changements climatiques sur l'équité en santé	710
9.4.1 Dimensions de l'équité en matière de changements climatiques et de vulnérabilité en matière de santé	714
Encadré 9.1 Discours problématiques sur les « populations vulnérables »	714
9.4.2 Une approche intersectionnelle pour comprendre les changements climatiques et la vulnérabilité en matière de santé	718
Encadré 9.2 Analyse comparative entre les sexes plus (ACS+) au sein du gouvernement du Canada	720
9.4.3 Facteurs de vulnérabilité : Déterminants de la santé et iniquités en santé	720
Encadré 9.3 Nature hétérogène des changements climatiques et de la vulnérabilité en matière de santé	722
9.4.3.1 Environnements naturels et bâtis	723
9.4.3.2 Stabilité économique	723
9.4.3.3 Services de soins de santé et accessibilité	724
9.4.3.4 Contexte social et communautaire	725
9.4.3.5 Éducation et développement de l'enfant	726
Encadré 9.4 Santé humaine, genre et changements climatiques au Canada	727
9.4.4 Évaluation de la vulnérabilité aux impacts sanitaires des changements climatiques	728
9.4.5 Intégrer l'équité en santé aux mesures liées aux changements climatiques et à la santé	729
9.4.5.1 Résilience et cartographie des actifs	732
9.4.5.2 Cartographie des vulnérabilités	733
Encadré 9.5 Surveillance et prévention des impacts des événements météorologiques extrêmes sur le système de santé publique	735
9.4.5.3 Projections sur les changements climatiques et la santé	736
9.4.5.4 Engagement communautaire inclusif	736
9.5 Adaptation	737
9.5.1 Mesures d'adaptation et résultats équitables	737



9.5.2 Mesures d'adaptation pour améliorer l'équité en santé	738
9.5.3 Planifier des mesures d'adaptation en tenant compte de l'équité	740
Encadré 9.6 Approche d'adaptation communautaire dirigée par les Inuits	743
9.5.4 Évaluation des mesures d'adaptation pour l'équité en santé	745
9.6 Lacunes sur le plan des connaissances	747
9.7 Conclusion	748
9.8 Références	750

Résumé

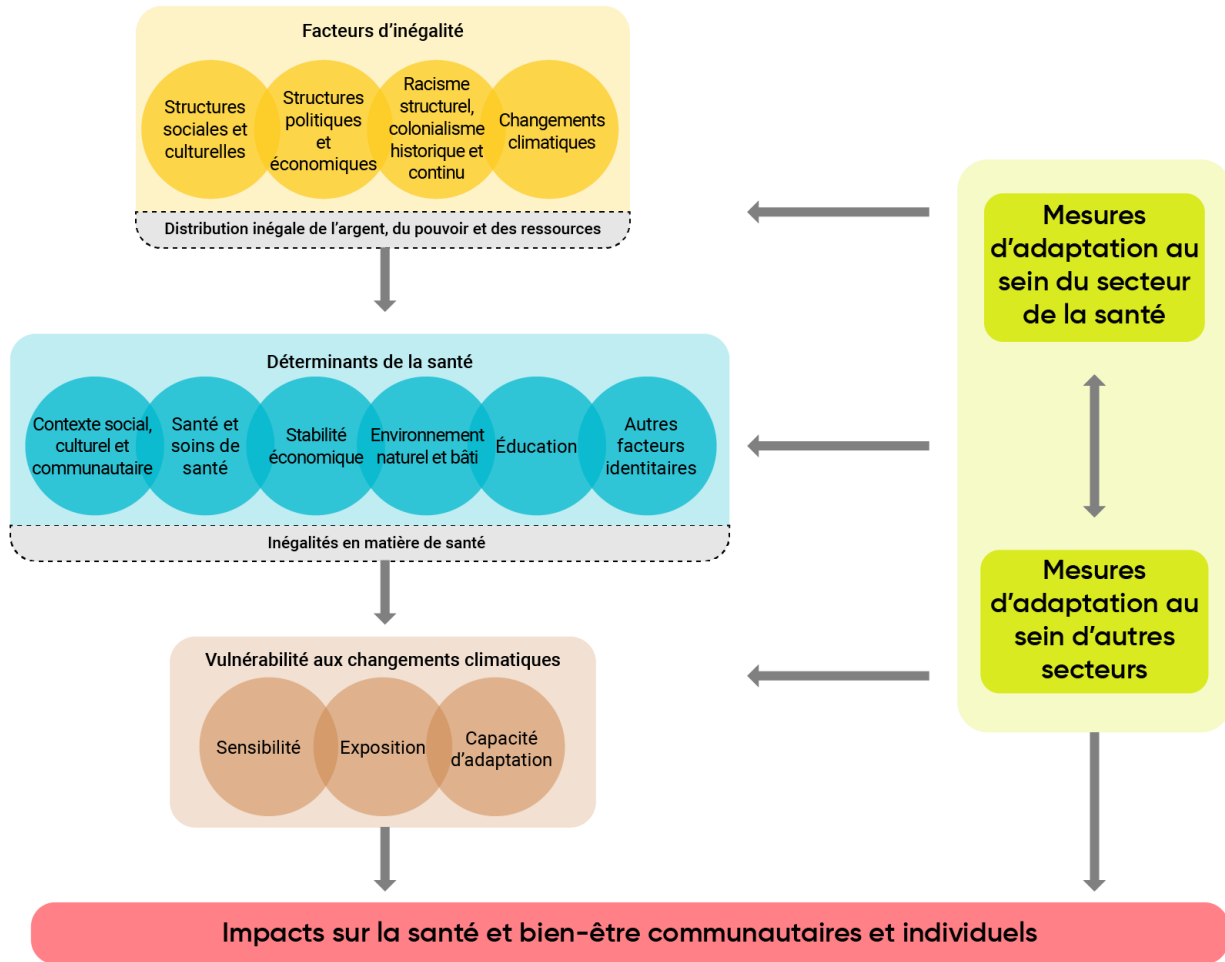
Les changements climatiques exacerbent les iniquités existantes en santé et créent les conditions propices à l'émergence de nouvelles iniquités. Les effets sanitaires associés aux changements climatiques ne seront pas ressentis uniformément. La vulnérabilité aux impacts sanitaires des changements climatiques est déterminée par l'exposition aux aléas des changements climatiques, la sensibilité aux impacts possibles et la capacité d'intervenir ou de faire face aux impacts des changements climatiques. À l'échelle individuelle, ces trois facteurs sont influencés par les déterminants de la santé, comme le statut socioéconomique, la qualité du logement et l'éducation. La complexité des interactions entre les déterminants de la santé et les iniquités rend uniques les expériences des divers groupes et individus. Les systèmes structurels d'oppression, tels que le racisme et le colonialisme, influencent également la vulnérabilité d'un individu aux risques sanitaires liés au climat. Par conséquent, pour être efficaces, les mesures d'adaptation doivent être intersectionnelles et fondées sur l'équité. Si les efforts d'adaptation ne sont pas soigneusement planifiés, les efforts d'adaptation peuvent ne profiter qu'à une partie de la population et aggraver par inadvertance les iniquités existantes. La résilience et la cartographie des actifs, la cartographie de la vulnérabilité, les évaluations de l'impact sur l'équité ainsi que l'engagement et les communications communautaires significatifs et inclusifs peuvent tous contribuer à des mesures d'adaptation axées sur l'équité.

Messages clés

- Les changements climatiques peuvent exacerber les iniquités existantes en santé, définies comme des différences évitables et injustes en matière de santé. Ces iniquités, par exemple les impacts disproportionnés de la chaleur extrême sur la santé, peuvent accroître la vulnérabilité de certaines personnes et populations aux risques sanitaires associés aux changements climatiques. Il est difficile d'évaluer et de quantifier la mesure dans laquelle les changements climatiques ont déjà eu et continueront d'avoir une incidence sur l'équité en santé au Canada en raison des lacunes dans les connaissances et des limites dans les données.
- Les voies par lesquelles les changements climatiques ont une incidence sur les iniquités en santé sont complexes et dynamiques. Ces voies font souvent intervenir les conditions et les facteurs qui influent sur la santé d'une personne, appelés déterminants de la santé (comme le revenu, l'éducation, l'emploi et les conditions de travail et de vie), qui peuvent augmenter ou diminuer l'exposition ou la sensibilité d'une personne aux dangers sanitaires liés au climat et peuvent créer des obstacles qui limitent sa capacité à prendre des mesures de protection.
- Les systèmes structurels d'oppression (tels que le racisme, l'hétéronormativité et le capacitisme) qui entraînent des iniquités en santé sont des facteurs sous-jacents de la vulnérabilité aux changements climatiques.



- L'équité en santé devrait être un élément important des évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation en matière de changements climatiques et de santé ainsi que des activités connexes de développement des connaissances. Les outils de cartographie (cartographie des actifs, cartographie de la vulnérabilité), l'amélioration de la collecte de données et l'engagement communautaire inclusif aideront à cerner les populations et les régions à risque accru et à mieux orienter les mesures d'adaptation.
 - Les mesures d'adaptation aux changements climatiques visant à protéger la santé humaine ne sont pas ressenties de la même façon dans l'ensemble des populations et des collectivités. Faute de planification minutieuse, les efforts d'adaptation peuvent ne profiter qu'à une partie de la population et, par inadvertance, aggraver les iniquités existantes.
 - L'équité en santé peut être accrue et les déterminants d'une bonne santé renforcés par l'adaptation. Les autorités de santé publique devraient s'assurer que les mesures d'adaptation sont prévues et mises en œuvre afin que les personnes touchées de manière disproportionnée par le réchauffement climatique en bénéficient.
 - Il est essentiel d'assurer une participation communautaire inclusive et équitable au processus d'adaptation pour concevoir et mettre en œuvre des mesures d'adaptation efficaces qui protègent la santé de tous les Canadiens. La participation des personnes et des communautés racialisées et marginalisées qui sont déjà victimes d'un fardeau disproportionné de maladies et d'iniquités en santé est nécessaire.
 - Les mesures d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques mises en œuvre en dehors du secteur de la santé peuvent avoir une incidence positive ou négative sur les déterminants de la santé et les résultats en matière de santé. La collaboration entre les administrations, les secteurs et les disciplines peut permettre aux autorités de santé publique de s'assurer que l'action climatique favorise l'équité en santé et les résultats positifs connexes en matière de santé au Canada.
-



Cadre sur les changements climatiques et l'équité en santé.

9.1 Introduction

Les impacts des changements climatiques et les risques sanitaires connexes sont ressentis dans toutes les régions du monde, y compris au Canada. Toutefois, ces impacts ne sont pas répartis uniformément (Friel, 2019; Ebi, 2020). Actuellement, à l'échelle mondiale, ce sont les régions qui font déjà face à des fardeaux disproportionnés de maladies et d'iniquités en santé et les populations qui ont le moins contribué au changement climatique qui font face aux plus grands risques pour la santé, et l'on prévoit que cette situation perdurera (Islam et Winkel, 2017; Friel, 2019). Au Canada, il existe de grandes disparités liées aux impacts actuels et prévus des changements climatiques. Par exemple, les collectivités du Nunavut connaissent un réchauffement moyen deux fois plus rapide que le reste du Canada et observent certains des impacts les plus graves (Bush et Lemmen, 2019), malgré le fait qu'elles ont les émissions de gaz à effet de serre (GES) par habitant les plus faibles (Statistique Canada, 2016).

Il existe une relation dynamique et complexe entre les changements climatiques et l'équité en santé. Les facteurs d'iniquité en amont — comme les structures et les systèmes sociaux, culturels, économiques et politiques, le racisme structurel et le colonialisme historique et continu, et les changements climatiques eux-mêmes — entraînent une répartition inégale du pouvoir et des ressources dans la société. Cela façonne l'état des déterminants de la santé (p. ex., situation socioéconomique, exposition aux aléas environnementaux, accès aux soins de santé), qui varient selon les personnes, les collectivités et les régions. Les désavantages relatifs qui en découlent créent de nouvelles iniquités en santé, lesquelles sont considérées comme des disparités évitables et injustes en matière de santé, ou exacerbent celles qui existent.

Les effets des changements climatiques peuvent miner l'état des déterminants de la santé, par exemple, en entravant l'accès à l'air pur, aux moyens de subsistance, à un abri sûr et à une quantité suffisante d'aliments et d'eau potable salubre (OMS, 2018). L'état des déterminants de la santé peut à son tour augmenter ou réduire l'exposition d'une personne aux aléas climatiques ou sa sensibilité à de tels aléas et peut créer des obstacles qui limitent la capacité d'adaptation (Santé Canada, 2005). Les iniquités existantes en santé peuvent faire en sorte qu'il est plus difficile pour certaines personnes de se préparer aux impacts des changements climatiques, de composer avec ces impacts et de s'y adapter.

De plus, les résultats des mesures d'adaptation aux changements climatiques visant à protéger la santé humaine ne sont pas ressentis de la même façon dans l'ensemble des populations et des collectivités. Ces mesures peuvent être prises par des décideurs de l'extérieur du secteur de la santé, par exemple dans les secteurs de l'eau, de l'énergie ou des transports. Faute de planification adéquate, les résultats des mesures d'adaptation peuvent profiter à certaines personnes, tout en augmentant par inadvertance les iniquités pour d'autres. Les processus de planification de l'adaptation, de la conception à la mise en œuvre et à l'évaluation, devraient inclure divers points de vue, en particulier celui de personnes qui sont touchées de façon disproportionnée par les impacts sanitaires des changements climatiques. Dans de nombreux cas, il est possible d'améliorer la participation significative et équitable aux processus d'adaptation au Canada.

Il est important de tenir compte de l'équité en santé dans toutes les activités liées aux changements climatiques et à la santé, comme la réalisation d'évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation (ÉVA) et la mise en place de systèmes de santé résilients face au climat (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé). L'absence de telles considérations peut entraîner des résultats négatifs,

comme l'aggravation involontaire des iniquités existantes en santé et l'omission de facteurs critiques de la vulnérabilité aux changements climatiques sous-jacents. Les décideurs en santé publique peuvent utiliser divers outils, cadres et activités pour améliorer les activités liées aux changements climatiques et à la santé en tenant explicitement compte de l'équité en santé lors de la planification, de la mise en œuvre et de l'évaluation des mesures. Les avantages d'une telle approche comprennent des processus de planification équitables, des interventions ayant des résultats plus équitables et une capacité d'adaptation accrue pour les collectivités (Deas et coll., 2017; Rudolph et coll., 2018; Cleveland et coll., 2020). Les mesures d'adaptation offrent la possibilité non seulement de protéger la santé contre les risques posés par les changements climatiques, mais aussi de renforcer les déterminants de la santé, de soutenir l'équité en santé et de bâtir des collectivités et des systèmes de santé plus sains et plus résilients face au climat.

Le renforcement des déterminants de la santé et la correction des iniquités existantes en matière de santé peuvent aider à réduire la vulnérabilité aux risques sanitaires liés aux changements climatiques et à renforcer la capacité d'adaptation (OMS, 2015; Friel, 2019; Ebi et Hess, 2020). Bien que les mesures en aval, comme celles prises par les acteurs de la santé publique, puissent contribuer à corriger les iniquités en santé, la suppression des facteurs d'iniquité en amont est nécessaire pour atteindre et maintenir l'équité sociale et en santé (Rudolph et coll., 2018). Pour ce faire, il faudra prendre d'autres mesures que celles du secteur de la santé publique. Les chefs de file en matière de politiques au Canada et à l'étranger reconnaissent de plus en plus que la réponse aux iniquités sociales et sanitaires de même qu'aux enjeux environnementaux connexes exige une action stratégique multisectorielle concertée (Friel, 2019). Toutefois, il n'entre pas dans le cadre du présent chapitre de fournir une analyse détaillée des interventions stratégiques et des options en amont.

Ce chapitre traite des déterminants de la santé et de l'équité en santé, et de leurs liens avec les changements climatiques, en portant une attention particulière à la vulnérabilité et à l'adaptation. Il présente un nouveau cadre pour illustrer la dynamique qui sous-tend les relations entre les changements climatiques et l'équité en santé de façon à mieux comprendre pourquoi les impacts sanitaires des changements climatiques que subissent certaines populations et collectivités canadiennes sont disproportionnés et pourraient continuer de l'être faute d'interventions efficaces. Ensuite, on présente des outils et des ressources qui appuient l'intégration des considérations d'équité en santé dans les activités liées aux changements climatiques et à la santé, comme les ÉVA. Ce chapitre examine également le lien entre l'équité en santé et l'adaptation aux changements climatiques, en mettant l'accent sur les effets positifs ou négatifs que pourraient avoir les mesures d'adaptation et sur la façon dont ces mesures peuvent être conçues pour améliorer l'équité en santé. Nous présentons ensuite des exemples de mesures pratiques qui peuvent être prises pour mieux intégrer les considérations d'équité en santé dans les activités d'adaptation en matière de changements climatiques et de santé. Le chapitre se termine par une analyse des lacunes dans les connaissances et des travaux de recherche qui doivent être réalisés afin que les responsables de la santé publique puissent prendre des mesures efficaces pour protéger tous les gens du pays contre les effets des changements climatiques.

9.2 Méthodes et approche

Une approche rigoureuse et souple a été utilisée pour faire un recensement des publications et des données probantes pertinentes aux changements climatiques et à l'équité en santé. Deux bases de données, MEDLINE et Embase via Ovid, ont été consultées pour trouver des articles publiés entre 2008 et 2020. La recherche a inclus les publications de langue anglaise et française. Les bibliographies de tous les documents pertinents ont également été examinées pour relever les articles qui n'ont pas été saisis dans la recherche dans la base de données. Les sites web des principaux organismes gouvernementaux, non gouvernementaux et internationaux ont été examinés pour trouver de la littérature grise (p. ex., Agence de la santé publique du Canada, Santé Canada, Organisation mondiale de la Santé, sites web des gouvernements provinciaux et territoriaux, Centers for Disease Control and Prevention des États-Unis, National Collaborating Centre for Determinants of Health).

Bien que la priorité ait été accordée à la recherche canadienne, la recherche internationale dont les résultats étaient pertinents au contexte canadien a également été incluse. Les groupes de population ne sont pas tous représentés de façon égale dans les publications sur les changements climatiques et la santé; les expériences propres aux personnes handicapées, aux nouveaux arrivants au Canada et aux personnes bispirituelles, lesbiennes, gaies, bisexuelles, transgenres, queer, en questionnement, intersexuelles et asexuelles (2ELGBTQQIA+) sont moins souvent abordées. Bien qu'il y ait beaucoup de documentation sur les impacts des changements climatiques sur les peuples autochtones qui vivent dans les réserves ou dans les collectivités rurales, éloignées ou nordiques, il y a très peu de travaux empiriques sur les vulnérabilités propres aux peuples autochtones qui vivent en milieu urbain. De plus, il y a beaucoup plus de recherche sur les collectivités des Inuits et des Premières nations que sur les collectivités des Métis (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada).

9.3 Déterminants de la santé et de l'équité en santé

L'iniquité en santé désigne les iniquités sur le plan de la santé qui sont évitables, injustes et systématiques (CSDH, 2008; CCNDS, 2013). À l'opposé, l'équité en santé est l'absence de système ou de politique inéquitable qui cause des iniquités en santé, donnant lieu à des possibilités et à des conditions justes qui favorisent la santé de tous (gouvernement du Canada, 2019a). Au Canada, les iniquités en santé existent, y compris la répartition inéquitable du fardeau de la maladie et de la mauvaise santé. Par exemple, les données probantes indiquent un gradient social de la santé, dans lequel les personnes qui se situent au bas de l'échelle socioéconomique sont généralement en moins bonne santé que les personnes qui se trouvent au haut de l'échelle socioéconomique (CSDH, 2008).

Les iniquités en santé découlent de facteurs en amont, généralement de nature structurelle, qui entraînent une répartition inégale du pouvoir et des ressources (National Academies of Science, Engineering, and Medicine, 2017). Ces facteurs comprennent les structures sociales, culturelles, économiques et politiques (Commission of the Pan American Health Organization on Equity and Health Inequities in the Americas, 2019), comme des institutions et des systèmes puissants (p. ex., gouvernements, marchés financiers) ainsi que des systèmes d'oppression de nature sociale (p. ex., capacitisme, sexisme, capitalisme, cisnormativité, hétéronormativité, classisme, xénophobie) qui jouent un rôle important dans la définition des normes sociales et influencent la façon dont la société est organisée et fonctionne (Rudolph et Gould, 2014; Rudolph et coll., 2018; Cleveland et coll., 2020).

Le racisme structurel, qui comprend le colonialisme historique et continu, les traumatismes historiques et culturels, la discrimination et l'exclusion sociale, est également un facteur important des iniquités en santé (Reading et Wien, 2009; Greenwood et coll., 2018; ASPC, 2019; Commission of the Pan American Health Organization on Equity and Health Inequities in the Americas, 2019). La négation des droits et la marginalisation ont créé une répartition inéquitable du pouvoir et des ressources et ont façonné des normes et des systèmes sociaux, économiques, politiques et culturels qui profitent à certains segments de la population, tout en excluant d'autres (Shi et coll., 2016), en particulier les peuples autochtones et les communautés racialisées. Prenons, par exemple, l'histoire de la colonisation et l'impact que les programmes, les politiques et les lois discriminatoires ont eu et continuent d'avoir sur les peuples autochtones (Halseth et Murdock, 2020). Les Premières Nations, les Inuits et les Métis sont aux prises avec un fardeau disproportionné de problèmes de santé, y compris des taux plus élevés de mortalité infantile, de tuberculose, de blessures et de décès chez les enfants et les adolescents, d'obésité et de diabète, de suicide chez les jeunes et d'exposition à des contaminants environnementaux (Greenwood et coll., 2018). L'espérance de vie moyenne à la naissance est plus faible dans les collectivités autochtones que dans les collectivités non autochtones, soit 12 ans de moins pour les collectivités inuites, 11,2 ans de moins pour les Premières Nations et 6,9 ans de moins pour les collectivités métisses (ASPC, 2018).

Les Noirs¹ sont également victimes d'iniquités en santé liées à des processus de racisme et de discrimination, qui prennent racine dans la colonisation européenne en Afrique et l'héritage de la traite négrière transatlantique (ASPC, 2020). Par exemple, entre 2010 et 2013 au Canada, 14,2 % des Noirs de 18 ans et plus ont déclaré que leur santé était passable ou mauvaise, comparativement à 11,3 % des Blancs (Outil pancanadien de données sur les iniquités en santé, 2017; ASPC, 2020). L'histoire de la colonisation et ses effets durables démontrent que les iniquités sont systémiques, intergénérationnelles et susceptibles d'aggraver les désavantages et la marginalisation (Shi et coll., 2016; Moser et coll., 2017; Resurrección et coll., 2019).

Les facteurs en amont qui façonnent les facteurs et les conditions économiques, politiques, environnementaux et sociaux sont connus sous le nom de déterminants de la santé, qui interagissent pour façonner la capacité d'une personne à atteindre et à conserver une bonne santé (ASPC, 2018; gouvernement du Canada, 2019a). Les désavantages relatifs qui découlent d'une répartition inégale du pouvoir et des ressources entraînent des variations de l'état des déterminants de la santé d'une personne à l'autre. De nombreux déterminants de la santé ont trait à la position des personnes dans la hiérarchie sociale et aux conditions dans lesquelles elles vivent, travaillent et vieillissent (p. ex., revenu, éducation, emploi) (gouvernement du Canada, 2019a).

1 Les Noirs comprennent généralement des personnes, des populations et des collectivités diverses au Canada qui s'identifient comme étant d'origine africaine ou antillaise (ASPC, 2020).

Il est important de reconnaître que, bien que de nombreux déterminants communs des cadres de la santé soient pertinents pour les Premières Nations, les Inuits et les Métis, il existe des déterminants de la santé propres aux Autochtones qui jouent un rôle important dans la santé et le bien-être (Greenwood et de Leeuw, 2012; Commission of the Pan American Health Organization on Equity and Health Inequities in the Americas, 2019) (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). L'autodétermination, par exemple, est considérée comme un déterminant important de la santé qui peut influencer tous les autres déterminants (Reading et Wien, 2009). Au chapitre 2, Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada, les auteurs soulignent que les points de vue sur la santé et le bien-être varient au sein des peuples des Premières nations, des Inuits et des Métis, et présentent une sélection de cadres applicables aux déterminants de la santé qui articulent ces points de vue.

Les changements climatiques peuvent aussi être considérés comme un facteur d'iniquité en santé (Commission of the Pan American Health Organization on Equity and Health Inequities in the Americas, 2019), étant donné que les impacts actuels et futurs des changements climatiques sur la santé ne sont pas et ne seront pas uniformément ressentis. Ceux qui disposent de plus de ressources (p. ex., financières, information, réseaux sociaux) seront mieux placés pour s'adapter aux changements climatiques et prendre des mesures pour protéger leur santé. Les changements climatiques sont considérés comme un « multiplicateur de menace » et peuvent exacerber les iniquités existantes en matière de santé et créer des conditions propices à l'émergence de nouvelles iniquités.

Il est nécessaire de remédier à ces iniquités en santé pour garantir que toutes les personnes au Canada aient des chances égales d'atteindre leur plein potentiel en matière de santé, malgré leur situation socioéconomique ou d'autres facteurs d'origine sociale (CCNDS, 2013). Cela est particulièrement important à mesure que le climat continue de se réchauffer et que les impacts augmentent. De telles mesures peuvent aussi renforcer les systèmes de santé, car les iniquités en santé entraînent des coûts importants en soins de santé. Par exemple, entre 2003 et 2006, les États-Unis ont dépensé environ 230 milliards de dollars américains en soins médicaux directs et plus de 1 billion de dollars américains en coûts indirects associés aux disparités en santé vécues par les minorités (Rudolph et coll., 2015).

9.4 Impacts des changements climatiques sur l'équité en santé

On sait peu de choses sur l'impact des changements climatiques actuels et futurs sur l'équité en santé au Canada. Les données probantes indiquent que les changements climatiques exacerbent les iniquités en santé (Ebi et coll., 2016; Rudolph et coll., 2018; Commission of the Pan American Health Organization on Equity and Health Inequities in the Americas, 2019; Friel, 2019), mais l'ampleur des impacts sur l'équité en santé et la mesure dans laquelle les changements climatiques et les mesures de santé (p. ex., les mesures d'adaptation) renforceront ou affaibliront l'équité en santé sont difficiles à quantifier. La présente section porte sur



l'établissement des liens entre les changements climatiques et l'équité en santé et fournit des exemples pertinents pour le secteur canadien de la santé publique.

Les voies par lesquelles les impacts des changements climatiques interagissent avec les facteurs en amont des iniquités en santé et des déterminants de la santé sont complexes. Bon nombre de ces voies et de ces relations sont interreliées et dynamiques et ont des répercussions sur la vulnérabilité d'une personne aux impacts des changements climatiques sur la santé. Les activités d'adaptation aux changements climatiques ajoutent à cette complexité. Les mesures d'adaptation prises au sein du système de santé pour protéger la santé humaine contre les risques liés aux changements climatiques, et celles prises à l'extérieur du système de santé pour traiter d'autres impacts des changements climatiques sur la société, peuvent avoir divers effets sur l'équité en santé. La figure 9.1 présente un cadre qui illustre les relations entre les impacts des changements climatiques, les facteurs d'iniquité en santé, les déterminants de la santé et les activités d'adaptation aux changements climatiques.

L'élaboration de ce cadre a été éclairée par plusieurs cadres bien établis sur les déterminants de la santé (Dahlgren et Whitehead, 1991; Queensland Health, 2001; OMS, 2007), ainsi que par plusieurs cadres conceptuels qui illustrent le lien entre les changements climatiques et l'équité en santé (Rudolph et coll., 2015; Commission of the Pan American Health Organization on Equity and Health Inequities in the Americas, 2019). Le cadre présenté dans le présent chapitre simplifie ces relations complexes et les situe dans un contexte pertinent pour la santé publique canadienne.

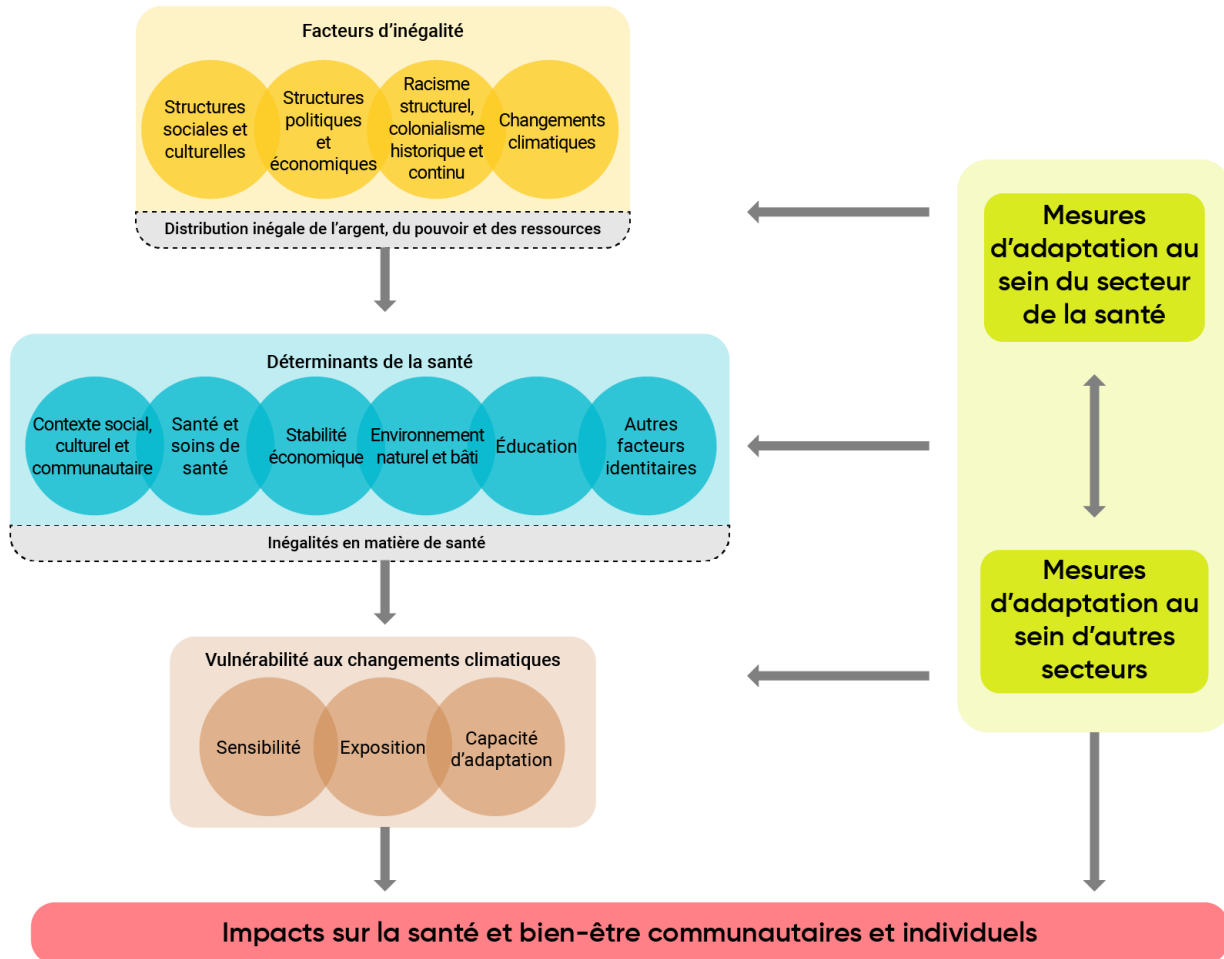


Figure 9.1 Cadre sur les changements climatiques et l'équité en santé.

Les facteurs d'iniquité en amont entraînent une répartition inégale du pouvoir et des ressources, ce qui façonne et influence les déterminants de la santé. Comme il a été mentionné précédemment, les facteurs en amont comprennent les structures et les systèmes sociaux et culturels (p. ex., patriarcat, capacitisme, cisnormativité et hétéronormativité), les systèmes politiques et économiques et les structures (p. ex., capitalisme, institutions politiques et éducatives), le racisme structurel et le colonialisme historique et continu. Les changements climatiques sont aussi un moteur de l'iniquité qui peut interagir avec d'autres facteurs pour aggraver et amplifier les iniquités, tout en influençant directement l'état des déterminants de la santé. Par exemple, les impacts des changements climatiques peuvent causer « des perturbations des moyens de subsistance, une réduction des ressources matérielles et la perte d'un sentiment de contrôle sur sa vie » (Friel, 2019, p. 55). L'état différentiel des déterminants de la santé dans une société (p. ex., revenu élevé par rapport à faible revenu, logement de qualité par rapport à un logement de piètre qualité) et les désavantages relatifs qui peuvent en découler donnent lieu à des iniquités en santé.

Dans de nombreux cas, les déterminants de la santé peuvent entraîner la vulnérabilité aux risques pour la santé liés au climat. Par exemple, l'exposition aux risques pour la santé, comme les blessures subies lors d'événements météorologiques extrêmes, est accrue chez les personnes qui vivent dans des logements insalubres (Santé Canada, 2005; Gamble et coll., 2016; Munro et coll., 2020; Raker et coll., 2020). En même temps, les effets des changements climatiques peuvent également aggraver la vulnérabilité à des risques particuliers pour la santé, par leur impact sur les déterminants de la santé et les iniquités en santé existantes. Par exemple, les ménages à faible revenu consacrent habituellement une plus grande partie de leur revenu aux coûts de l'énergie et ont de la difficulté à investir dans des mesures d'efficacité énergétique pour leur maison (REC, 2020). La nécessité d'adopter des mesures de protection (p. ex., climatisation, visites de centres de rafraîchissement, achat de vêtements légers) contre l'augmentation des températures et les événements de chaleur extrême peut constituer un fardeau financier pour les ménages à faible revenu, ce qui crée des obstacles à l'adaptation à la chaleur.

Les dimensions de l'équité en santé sont également associées aux changements climatiques et à l'adaptation en matière de santé. Dans la plupart des cas, les collectivités disposant de plus de ressources ont une capacité d'adaptation supérieure (PNUE, 2018; OMS, 2018). Pour cette raison, elles seront probablement en mesure de mettre en œuvre des mesures d'adaptation avant les communautés défavorisées, et de façon plus importante, ce qui accentuera les disparités en matière de santé (Walpole et coll., 2009). De nombreuses personnes et collectivités sont confrontées à de multiples risques et facteurs qui aggravent leur vulnérabilité aux changements climatiques. Par exemple, un certain nombre de collectivités des Premières Nations n'ont pas accès à de l'eau potable salubre au Canada. En février 2020, 61 avis à long terme concernant la qualité de l'eau potable étaient en vigueur pour les réseaux publics d'approvisionnement en eau dans les réserves (gouvernement du Canada, 2020). Cette iniquité recoupe d'autres défis et iniquités, comme un fardeau disproportionné de problèmes de santé (CCNSA, 2013) et des taux élevés d'insécurité alimentaire (EANEPN, 2019), qui peuvent aggraver la vulnérabilité aux risques sanitaires liés aux changements climatiques dans ces collectivités. Il est important de noter que de nombreuses collectivités marginalisées ont, et continuent de démontrer, une importante capacité d'adaptation et une résilience aux changements climatiques, malgré les défis et les obstacles que posent les facteurs d'iniquité existants (p. ex., racisme structurel) et la répartition inégale du pouvoir et des ressources.

Les résultats des mesures d'adaptation ne sont pas toujours ressentis de la même façon dans l'ensemble des populations et des collectivités et, faute de planification minutieuse, peuvent profiter à certains groupes, tout en causant par inadvertance des effets nocifs pour d'autres. Toutefois, les mesures d'adaptation offrent l'occasion de s'attaquer aux facteurs sous-jacents de la vulnérabilité aux changements climatiques et de promouvoir l'équité en santé (voir la section 9.5.2 Mesures d'adaptation pour améliorer l'équité en santé). Les mesures d'adaptation aux changements climatiques mises en œuvre à l'extérieur du secteur de la santé peuvent également avoir une incidence sur les déterminants de la santé et les résultats pour la santé, ce qui souligne le besoin de collaboration et de partenariats entre les secteurs pour veiller à ce que l'action climatique favorise des résultats positifs en matière de santé et l'équité en santé au Canada.

9.4.1 Dimensions de l'équité en matière de changements climatiques et de vulnérabilité en matière de santé

Dans le contexte des changements climatiques, la vulnérabilité désigne « la mesure dans laquelle un système est sensible – ou incapable de faire face – aux effets défavorables des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes climatiques extrêmes » (GIEC, 2007). La vulnérabilité des personnes ou des groupes aux impacts des changements climatiques sur la santé est déterminée par l'exposition aux aléas liés aux changements climatiques, la sensibilité aux impacts possibles et la capacité d'y réagir ou d'y faire face (Berry et coll., 2008; Gamble et coll., 2016).

Encadré 9.1 Discours problématiques sur les « populations vulnérables »

Certaines recherches portant sur la vulnérabilité accrue de certaines populations et collectivités ont perpétué un récit de victimisation dans lequel certains groupes et collectivités sont dépeints comme étant passifs et incapables de prendre des mesures de protection ou de réagir aux aléas climatiques. Ce discours peut nuire aux populations et aux collectivités auxquelles il fait référence, car il y a un risque accru de renforcer les idées socialement construites et les stéréotypes existants (Arora-Jonsson, 2011; Kaijser et Kronsell, 2014). De nombreuses collectivités et populations qui sont aux premières lignes du changement climatique ont été et continuent d'être des moteurs actifs du changement, démontrant une capacité d'adaptation et une résilience importantes malgré une répartition inégale des ressources et des capacités.

En outre, certains documents ont perpétué un autre récit qui indique que les communautés en première ligne, en particulier les peuples autochtones et les femmes, ont « un lien spécial, presque divin, avec la nature » (Kaijser et Kronsell, 2014). Ce discours impose et renforce un rôle problématique de gardien de l'environnement. Cela peut entraîner une augmentation du travail et des responsabilités pour les personnes et les communautés qui sont déjà mises à rude épreuve sur le plan des ressources et des capacités (Arora-Jonsson, 2011). Le fait de délaissé un discours qui stéréotype les gens comme étant des victimes ou des gardiens de la terre au profit d'un discours axé sur les atouts et les forces de la collectivité pourrait aider à motiver la lutte contre les changements climatiques et à la soutenir. Les activités de recherche doivent également devenir plus inclusives. En définissant l'adaptation aux changements climatiques comme un moyen de renforcer les déterminants de la santé et de s'attaquer aux facteurs de l'iniquité en santé, les solutions peuvent être élaborées et dirigées conjointement par les collectivités en utilisant les connaissances, la culture, les compétences et les ressources locales et traditionnelles pour planifier l'adaptation, la mettre en œuvre et en faire rapport.

Les acteurs et les décideurs de la santé publique doivent comprendre le concept de la vulnérabilité et ses principales composantes pour mieux comprendre les conséquences sanitaires des changements climatiques et déterminer là où on a le plus besoin de ressources et de mesures d'adaptation. Cependant, il est reconnu que le terme « vulnérabilité » peut être très stigmatisant lorsqu'il s'applique à des personnes ou à des groupes

de population, et a souvent perpétué un récit de victimisation (voir l'encadré 9.1). Le but de l'analyse dans cette section n'est pas d'étiqueter les populations vulnérables, mais plutôt d'explorer comment l'équité en santé recoupe l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation afin de façonner la vulnérabilité aux changements climatiques. Bien que cette discussion porte sur les déterminants de la santé et l'équité en santé dans le contexte de la vulnérabilité aux changements climatiques, il est important de reconnaître la nature systémique des iniquités en santé qui créent les conditions qui, en fin de compte, façonnent la vulnérabilité.

Tous les individus présentent des facteurs de vulnérabilité aux impacts sanitaires des changements climatiques; cependant, cette vulnérabilité n'est pas uniforme. Des impacts disproportionnés et diverses expériences d'adaptation et de résilience ont été observés partout au Canada (Wandel et coll., 2010; Berry et coll., 2014a; Sellers, 2018; Gouvernement du Québec, 2019). Dans de nombreux cas, l'état des déterminants de la santé joue un rôle important dans la vulnérabilité (Kumar, 2018), peut accroître le risque d'exposition ou la sensibilité aux risques pour la santé liés au climat, et créer des obstacles qui limitent la capacité d'adaptation (voir la figure 9.2). Par exemple, même si les processus physiologiques (p. ex., maladies chroniques, diminution de la sensation de soif, diminution de la sudation) peuvent accroître la vulnérabilité des aînés aux risques sanitaires liés à la chaleur, le degré de vulnérabilité varie à travers l'ensemble de la population de personnes âgées. Certaines personnes peuvent disposer d'appareils de climatisation ou avoir accès à des lieux permettant de se rafraîchir, dont on a constaté qu'ils atténuent les risques pour la santé pendant les événements de chaleur extrême, alors que l'accès à ces mesures d'adaptation peut s'avérer difficile pour certains aînés pour des raisons financières ou de mobilité (Santé Canada, 2012).

L'**exposition** désigne la mesure dans laquelle des personnes ou des populations peuvent être en contact avec des dangers pour la santé liés au climat (McMichael et coll., 2003). L'exposition inéquitable à des aléas climatiques particuliers peut entraîner, chez certains groupes de population, une vulnérabilité accrue et des effets nocifs sur leur santé. Par exemple, les îlots de chaleur urbains présentent des températures plus élevées que les régions environnantes et peuvent amplifier les impacts des vagues de chaleur sur la santé (Santé Canada, 2020). Une étude des 175 plus grandes zones urbanisées du territoire continental des États-Unis a révélé que dans 97 % des villes, les populations racialisées sont exposées de manière disproportionnée à l'intensité élevée des îlots de chaleur urbains de surface, par rapport aux résidents blancs. Ce sont les résidents noirs, suivis des résidents hispaniques, qui ont l'exposition moyenne la plus élevée à l'intensité des îlots de chaleur urbains de surface. En termes de revenu, dans 70 % des villes, les personnes vivant sous le seuil de pauvreté étaient nettement plus exposées que celles dont le revenu correspond à deux fois le seuil de pauvreté (Hsu et coll., 2021). Une autre étude menée aux États-Unis a révélé que sur 108 zones urbaines analysées, 94 % affichaient, à l'échelle de la ville, des tendances constantes de températures au sol plus élevées dans les quartiers anciennement visés par des pratiques de « redlining »² que dans les quartiers qui ne l'étaient pas, la différence de température pouvant atteindre 7 °C (Hoffman et coll., 2020).

2 Le « redlining » est une pratique du passé selon laquelle les quartiers étaient classés de « meilleur » à « risqué » pour l'investissement immobilier. La catégorisation des quartiers était largement fondée sur leur composition raciale. Cette pratique a entraîné le refus de prêts et d'assurances, puis le désinvestissement dans les communautés racialisées. Les résidents des quartiers visés par le « redlining » ont subi une ségrégation accrue, une diminution de la valeur des logements et de l'accès à la propriété ainsi que des cotes de crédit personnelles plus faibles. Bien que la pratique ait été interdite en 1968, la majorité des quartiers précédemment classés comme « dangereux » aux États-Unis restent des communautés racialisées ayant un revenu faible à modéré. La majorité des quartiers classés comme favorables à l'investissement restent principalement blancs et ont un revenu supérieur à la moyenne (Hoffman et coll., 2020).

Au Canada, lors d'une vague de chaleur à Montréal (Québec) en 2018, 66 % des personnes décédées se trouvaient dans des îlots de chaleur urbains. Le faible revenu et l'isolement social ont également été considérés comme des facteurs de risque importants (Gouvernement du Québec, 2019). À Toronto, en Ontario, les communautés à faible revenu et racialisées ont moins accès au couvert d'arbres et aux espaces verts publics qui peuvent atténuer l'effet des îlots de chaleur urbains et offrir d'autres avantages accessoires sur le plan de la santé (Greene et coll., 2018; Conway et Scott, 2020).

La **sensibilité** désigne la mesure dans laquelle les personnes sont touchées par un risque sanitaire lié au climat (Adger et coll., 2004). La sensibilité aux impacts sanitaires des changements climatiques peut être façonnée par des caractéristiques biologiques, comme l'âge, la génétique et les problèmes de santé chroniques (Gamble et coll., 2016), et peut être influencée par des déterminants de la santé, comme le statut socioéconomique et la disponibilité et l'accès aux services de santé (Berry et coll., 2008). Les impacts des changements climatiques peuvent modifier l'état de ces déterminants et accroître la sensibilité de certaines personnes aux risques sanitaires liés aux changements climatiques. Par exemple, la sécurité alimentaire est un déterminant clé de la santé et contribue à des résultats positifs en matière de santé. Au Canada, une prévalence plus élevée de l'insécurité alimentaire des ménages a été signalée chez les ménages ayant des enfants de moins de 18 ans, les ménages dirigés par une femme seule étant les plus durement touchés (Statistique Canada, 2012). La prévalence de l'insécurité alimentaire est également plus élevée dans le Nord canadien que dans le reste du pays. Les changements climatiques peuvent compromettre la disponibilité, l'accessibilité et l'utilisation des aliments pour les particuliers (voir le chapitre 8 : Salubrité et sécurité des aliments). De tels effets peuvent accroître la prévalence de l'insécurité alimentaire et contribuer aux impacts néfastes sur la santé. Un état de santé compromis, en raison de l'insécurité alimentaire, pourrait accroître la sensibilité aux autres risques pour la santé liés aux changements climatiques, en particulier chez les groupes de population qui subissent déjà de façon disproportionnée les effets nocifs du réchauffement climatique sur la santé.

La **capacité d'adaptation** fait référence à la capacité d'un système à s'adapter et à gérer efficacement les changements climatiques, à les atténuer ou à faire face aux impacts nocifs (GIEC, 2007). Les facteurs qui contribuent à la capacité d'adaptation comprennent l'accès aux ressources économiques, à la technologie, à l'information et aux compétences, l'infrastructure de santé publique, les arrangements institutionnels et le fardeau actuel de la maladie (Grambsch et Menne, 2003; Berry et coll., 2008). Les iniquités sociales et sanitaires existantes contribuent à la variation de la capacité d'adaptation entre les personnes et les collectivités au Canada. Par exemple, il est bien établi que les personnes ayant un accès limité aux ressources et une utilisation limitée des ressources (p. ex., financières, information, réseaux sociaux) sont celles qui éprouveront le plus de difficultés à s'adapter aux changements climatiques (PNUE, 2018; OMS, 2018; Friel, 2019). Par exemple, il est possible que les ménages à faible revenu qui habitent dans des zones inondables n'aient pas la possibilité de déménager, ce qui augmente le risque d'exposition aux inondations. Faute d'une assurance contre les inondations, les pertes non assurées de biens et d'effets personnels ne peuvent être recouvrées, ce qui peut aggraver le désavantage économique et limiter encore plus la capacité d'adaptation individuelle aux événements futurs (Islam et Winkel, 2017; Paavola, 2017).

Les impacts des changements climatiques sur les déterminants de la santé peuvent aggraver les obstacles à la capacité d'adaptation des personnes et des collectivités, ce qui pourrait accroître leur vulnérabilité aux résultats nocifs en matière de santé du réchauffement climatique. La disponibilité, l'accessibilité et

l'acceptabilité³ des services et de l'infrastructure de santé publique et de gestion des urgences ne sont pas seulement un déterminant de la santé, mais peuvent aussi appuyer la résilience des collectivités face aux impacts sanitaires des changements climatiques (Séguin, 2008) et varient d'une collectivité à l'autre au Canada. Par exemple, des expériences d'iniquité dans la disponibilité, l'accessibilité et l'acceptabilité des services de soins de santé ont été notées chez les Premières Nations, les Inuits et les Métis en raison de facteurs intersectoriels complexes comme le colonialisme, la géographie, les systèmes de santé, les ressources humaines, les questions de compétence, la sécurité culturelle, les communications ainsi que l'importance et l'utilisation des remèdes traditionnels (CCNSA, 2019). Par conséquent, les iniquités existantes liées aux services de soins de santé peuvent limiter la capacité d'adaptation de certaines personnes, ce qui pourrait accroître leur vulnérabilité aux impacts des changements climatiques.

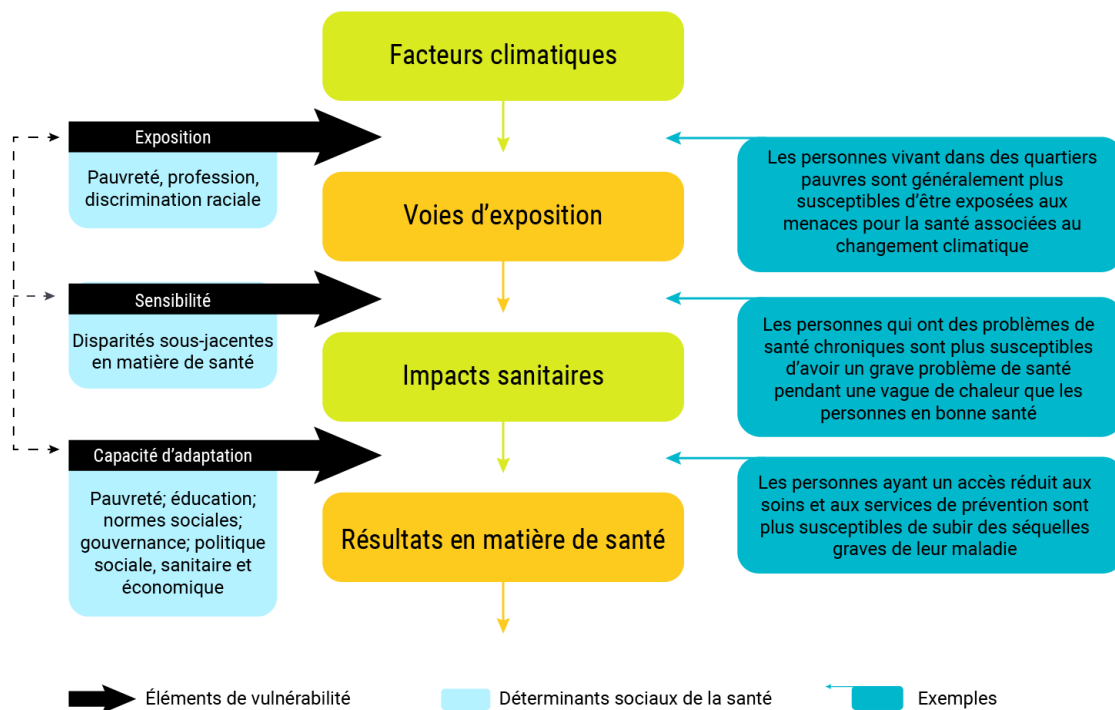


Figure 9.2 Intersection des déterminants sociaux de la santé avec les trois éléments de la vulnérabilité. Source : Gamble et coll., 2016.

3 L'acceptabilité des services de santé est liée à la volonté des personnes d'obtenir des services parce qu'elles considèrent que ces services sont efficaces et que les fournisseurs de services sont réceptifs et « exempts de préjugés sociaux et culturels » (CCNCS, 2019).

9.4.2 Une approche intersectionnelle pour comprendre les changements climatiques et la vulnérabilité en matière de santé

Dans le but d'éclairer l'élaboration de mesures d'adaptation pour se préparer aux changements climatiques, les évaluations antérieures des changements climatiques et de la santé au Canada ont permis de cerner des catégories générales de « populations vulnérables » comme les aînés et les enfants, les femmes enceintes, les Autochtones, les personnes à faible revenu et les personnes immunodéprimées ou souffrant de maladies chroniques. Des généralisations sont souvent faites concernant les caractéristiques, les conditions et les circonstances de ces populations; ces généralisations peuvent accroître la vulnérabilité à des risques sanitaires particuliers liés aux changements climatiques. Toutefois, ces généralisations ne reconnaissent souvent pas l'hétérogénéité importante de ces groupes de population et peuvent ne pas refléter adéquatement la façon dont une personne ou un groupe se perçoit lui-même (Dhamoon et Hankivsky, 2011). Elles négligent aussi souvent le fait que les différences entre les populations et au sein des populations peuvent changer au fil du temps face aux changements climatiques (Kaijser et Kronsell, 2014). Cette « universalisation » de divers groupes de population ne tient pas compte de la nature multidimensionnelle de la vulnérabilité et peut faire en sorte que les besoins uniques des personnes soient négligés, ce qui crée des obstacles à une adaptation efficace. De plus, il est courant que la recherche sur la vulnérabilité aux changements climatiques se concentre sur un nombre limité de variables distinctes ou même sur une variable unique, comme la situation économique ou le sexe (Kaijser et Kronsell, 2014; Bunce et Ford, 2015). À mesure que la compréhension de la vulnérabilité aux changements climatiques évolue, il y a de plus en plus de données probantes indiquant que la caractérisation de la vulnérabilité aux impacts des changements climatiques sur la santé doit inclure des considérations sur la façon dont de multiples iniquités existantes peuvent interagir, façonner et étoffer les expériences et les réponses aux changements climatiques (Gamble et coll., 2016). L'utilisation d'une approche intersectionnelle peut contribuer à cette analyse et améliorer la compréhension de la vulnérabilité aux changements climatiques.

L'intersectionnalité s'entend de l'interaction complexe et interdépendante entre divers facteurs identitaires individuels (p. ex., sexe, genre, âge, langue, capacité) (figure 9.3), les normes sociales et les pratiques culturelles, ainsi que les processus institutionnels et les systèmes de pouvoir et d'oppression (Dhamoon et Hankivsky, 2011; Kaijser et Kronsell, 2014; Hankivsky et Mussell, 2018). Cette notion peut aider à comprendre et à cerner la dynamique du pouvoir existant dans la société (Kaijser et Kronsell, 2014) et « encourage une analyse contextuelle qui sonde au-delà des identités, des expériences et des lieux sociaux uniques pour tenir compte d'un éventail d'axes de différence afin de mieux comprendre toute situation de désavantage » (Dhamoon et Hankivsky, 2011, page 38). La pertinence d'appliquer une approche intersectionnelle aux mesures de santé publique pour améliorer l'équité en santé a été établie, bien que l'adoption semble faible dans la pratique au Canada (CCNDS et CCNPP, 2016).

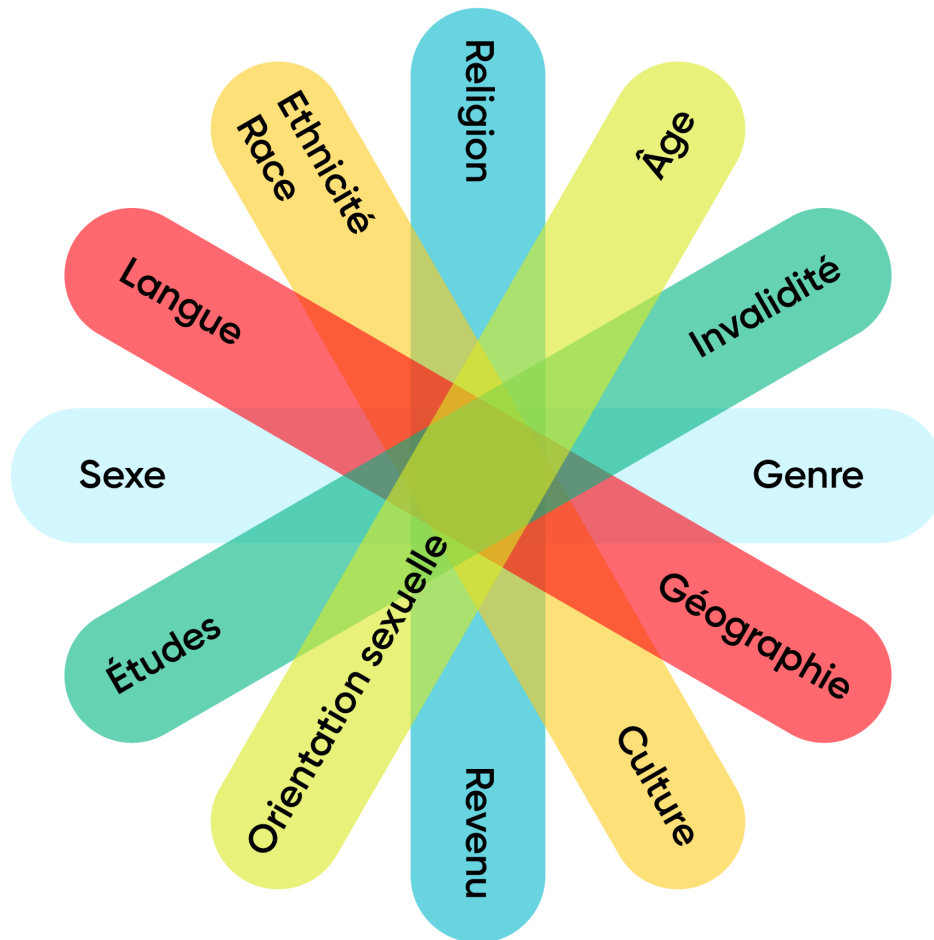


Figure 9.3 Exemples de facteurs identitaires croisés. Source : Adapté de Gouvernement du Canada, 2019b.

L'application d'une approche intersectionnelle aux ÉVA ainsi qu'à d'autres activités liées aux changements climatiques et à la santé peut améliorer la compréhension des modèles de pouvoir, des conditions sociales et des caractéristiques individuelles qui contribuent aux iniquités en santé et influent sur la vulnérabilité aux changements climatiques. L'élargissement de cette perspective de vulnérabilité éclaire également la détermination de réponses efficaces aux changements climatiques qui peuvent à la fois s'attaquer aux facteurs sous-jacents de l'iniquité et aux enjeux sociaux plus vastes (Buse et Patrick, 2020). L'application de cadres d'analyse intersectionnelle et les données démontrant l'efficacité de leur application pratique dans le contexte des changements climatiques sont limitées. Néanmoins, des outils fondés sur une approche intersectionnelle, destinés à être appliqués aux politiques, à la recherche et aux programmes, dans tous les secteurs, commencent à émerger au Canada (encadré 9.2). La section 9.4.5 (Intégrer l'équité en santé aux mesures liées aux changements climatiques et à la santé) présente une exploration des outils et des ressources qui améliorent l'intégration des considérations d'équité en santé dans les évaluations des changements climatiques et de la vulnérabilité en matière de santé, ainsi qu'une application de l'approche intersectionnelle.

Encadré 9.2 Analyse comparative entre les sexes plus (ACS+) au sein du gouvernement du Canada

Le gouvernement du Canada reconnaît qu'une approche intersectionnelle est essentielle à l'élaboration et à la mise en œuvre de politiques, de services et d'initiatives inclusifs dans tous les secteurs, y compris la santé. L'analyse comparative entre les sexes plus (ACS+) est un processus analytique fondé sur une approche intersectionnelle qui sert à évaluer la façon dont divers groupes d'hommes, de femmes et de personnes de diverses identités de genre peuvent percevoir différemment les programmes, les politiques, la recherche et les initiatives du gouvernement (Gouvernement du Canada, 2019b). L'ACS+ va au-delà des différences de sexe et de genre pour tenir compte de la façon dont le genre recoupe d'autres facteurs identitaires comme la race, l'origine ethnique, le statut socioéconomique et d'autres conditions structurelles. Le gouvernement du Canada s'est engagé à appliquer l'ACS+ aux politiques, aux programmes et aux initiatives actuels et futurs, et elle est requise pour les processus gouvernementaux et budgétaires clés.

Lorsque des données sont disponibles, l'application de l'outil d'ACS+ aux activités d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques peut permettre de déterminer les répercussions positives et négatives des activités sur divers groupes de la population. Des mesures visant à réduire au minimum les impacts négatifs et à améliorer les effets positifs peuvent ensuite être mises en œuvre. Cela peut être particulièrement efficace pour les ÉVA ainsi que pour l'élaboration et la mise en œuvre de mesures et de stratégies d'adaptation.

9.4.3 Facteurs de vulnérabilité : Déterminants de la santé et iniquités en santé

Comme il a été mentionné précédemment, les facteurs d'iniquité en santé en amont, y compris les structures sociales, culturelles, économiques et politiques, ainsi que le racisme structurel, le colonialisme continu et les changements climatiques, entraînent une répartition inégale du pouvoir et des ressources. Cela influence les conditions dans lesquelles les personnes vivent et travaillent, façonnant les déterminants de la santé et donnant lieu à des iniquités en santé. De plus en plus, les déterminants de la santé sont reconnus comme d'importants facteurs de vulnérabilité aux changements climatiques (Watts et coll., 2015; Gamble et coll., 2016; Commission of the Pan American Health Organization on Equity and Health Inequities in the Americas, 2019). Les déterminants de la santé liés aux changements climatiques peuvent être regroupés en six grandes catégories (tableau 9.1). Bien qu'il ne s'agisse pas d'une liste exhaustive, ces déterminants sont couramment mentionnés dans la documentation sur les changements climatiques et la santé publique. Même si on les examine habituellement comme facteurs distincts, les déterminants de la santé interagissent et s'influencent mutuellement. Par exemple, le revenu peut déterminer l'état de nombreux autres déterminants de la santé, y compris un logement stable et sécuritaire et l'accès économique à des aliments nutritifs (Mikkonen et Raphael, 2010; ICIS, 2018).

Tableau 9.1 Exemples de déterminants de la santé liés aux changements climatiques

Contexte social et communautaire	<ul style="list-style-type: none">• Soutien social et filet de sécurité• Inclusion sociale• Culture
Santé et soins de santé	<ul style="list-style-type: none">• Accès aux soins primaires, y compris les services de soins de santé• Comportements sains• Biologie et patrimoine génétique
Stabilité économique	<ul style="list-style-type: none">• Revenu• Stabilité en matière de logement• Sécurité alimentaire• Emploi et sécurité d'emploi
Environnement naturel et physique	<ul style="list-style-type: none">• Conditions de travail• Logement• Collectivité et quartier• Environnement naturel
Éducation	<ul style="list-style-type: none">• Éducation et développement de la petite enfance• Langue et alphabétisation
Facteurs d'identité ou de stratification supplémentaires	<ul style="list-style-type: none">• Genre et sexe• Mobilité• Race• Âge• Capacité ou incapacité• Statut d'Autochtone

Source : Adapté d'ASPC, 2008; Mikkonen et Raphael, 2010; Gamble et coll., 2016; Ebi et coll., 2017; Commission of the Pan American Health Organization on Equity and Health Inequities in the Americas, 2019; Gouvernement du Canada, 2019a; USDHHS, 2020

À l'échelle individuelle, il est probable que la vulnérabilité aux risques sanitaires liés aux changements climatiques augmente parallèlement au nombre de déterminants d'une mauvaise santé (p. ex., faible revenu, mauvaise qualité du logement, insécurité alimentaire). Il est important de noter que les personnes et les populations qui subissent des iniquités en santé et dont les déterminants de la santé sont défavorables ne sont pas homogènes, et qu'il existe de grandes variations sur le plan des impacts sanitaires et du degré de vulnérabilité entre les groupes de population et en leur sein (voir l'encadré 9.3). Ces combinaisons varient pour chaque personne et pour chaque risque pour la santé. L'amélioration des déterminants de la santé et la correction des iniquités en santé peuvent donc aider à réduire la vulnérabilité aux impacts sanitaires des changements climatiques. Une sélection de déterminants de la santé sont analysés ci-dessous, établissant les liens avec la vulnérabilité aux changements climatiques.

Encadré 9.3 Nature hétérogène des changements climatiques et de la vulnérabilité en matière de santé

En plus des différentes expériences de vulnérabilité, les perceptions de la vulnérabilité et de l'efficacité des interventions peuvent également être différentes selon les populations touchées de façon disproportionnée par les changements climatiques et en leur sein. Benmarhnia et ses collègues (2017) ont mené une étude qualitative visant à comprendre les perceptions de la vulnérabilité au sein des populations habituellement classées comme « vulnérables » et leurs expériences des mesures d'intervention en santé liées au plan d'action en cas de chaleur extrême de la ville de Montréal.

Deux groupes de discussion ont été formés; le premier était formé de personnes ayant reçu un diagnostic de schizophrénie et le deuxième était composé de personnes ayant une dépendance à l'alcool ou aux drogues. Les participants ont discuté de leurs expériences au cours de la dernière vague de chaleur à Montréal, de la perception de la vulnérabilité aux risques sanitaires liés à la chaleur ainsi que de la compréhension, de l'expérience et de la pertinence des interventions du plan d'action en cas de chaleur extrême de la ville.

L'étude a révélé des différences importantes dans les perceptions de la vulnérabilité aux risques liés à la chaleur entre les deux groupes de discussion. Il y avait également des opinions divergentes entre les deux groupes en ce qui concerne la pertinence des interventions ciblées dans le cadre du plan d'action en cas de chaleur extrême. Un groupe a soutenu l'idée que les interventions en santé publique devraient cibler des populations précises, tandis que l'autre a suggéré que les politiques de santé publique devraient se concentrer sur les causes profondes de la vulnérabilité, comme l'exclusion sociale et la privation matérielle. Les différences entre les personnes de chaque groupe étaient liées aux perceptions de la vulnérabilité individuelle à la chaleur extrême, et elles étaient particulièrement prononcées chez les participants ayant des dépendances.

L'hétérogénéité de la vulnérabilité entre les groupes de discussion et au sein de ceux-ci indique que « la vulnérabilité n'est pas perçue ni vécue de façon homogène par toutes les populations définies comme "vulnérables" dans les politiques de santé publique » (Benmarhnia et coll., 2017, page 6). Les auteurs recommandent que la mise en œuvre des politiques, après l'identification des populations touchées de façon disproportionnée, comprenne une prise en compte significative d'un éventail d'expériences et de besoins différents en matière d'aide à la santé publique afin de maximiser l'efficacité des interventions visant à protéger la santé (Benmarhnia et coll., 2017).

9.4.3.1 Environnements naturels et bâtis

La santé humaine dépend des conditions établies au sein des systèmes sociaux, mais aussi de l'environnement naturel et des écosystèmes (Hancock, 2015). L'état des écosystèmes dans lesquels nous vivons et leur capacité de fournir les services écosystémiques sur lesquels nous comptons, appelés déterminants écologiques de la santé, sont fondamentaux pour la santé humaine. Les changements dans l'environnement qui compromettent la capacité des écosystèmes de fonctionner de façon optimale et de fournir des ressources et des approvisionnements essentiels au maintien de la vie (p. ex., nourriture, eau et oxygène), comme ceux qui sont associés aux changements climatiques, peuvent avoir une incidence négative sur la santé et le bien-être humains (ASPC, 2015). Reconnaisant les interactions importantes entre les déterminants écologiques de la santé et les déterminants sociaux de la santé, l'Association canadienne de santé publique (ASPC) indique qu'une approche écosociale de la promotion de la santé de la population est nécessaire. Une telle approche favorise la santé et offre d'autres avantages accessoires d'une société plus juste et durable (ASPC, 2015).

La conception et l'état de l'environnement bâti sont un déterminant important de la santé et englobent l'environnement bâti externe où les personnes vivent, travaillent, jouent et étudient. Cela comprend les routes, les réseaux de transport en commun, les bâtiments, les parcs et d'autres infrastructures (MSSLDO, 2012; ASPC, 2017). Les conditions de travail peuvent être une source de risques physiques et de stress psychosocial, qui ont tous deux des répercussions sur la santé et le bien-être (Mikkonen et Raphael, 2010). Certaines professions peuvent accroître l'exposition aux aléas naturels qui sont aggravés par les changements climatiques. Par exemple, les travailleurs à l'extérieur (p. ex., les travailleurs de l'agriculture, de l'aménagement paysager et de la construction) peuvent être plus à risque de subir les impacts sanitaires de la chaleur extrême, tandis que les intervenants d'urgence sont plus exposés aux événements météorologiques extrêmes comme les incendies de forêt, les inondations et les ouragans (Berry et coll., 2014a; Gamble et coll., 2016).

Des logements sécuritaires et adéquats, des quartiers et des villes bien planifiés peuvent promouvoir des comportements sains et contribuer à des résultats positifs en matière de santé (Mikkonen et Raphael, 2010), même si le climat se réchauffe. Les collectivités dont l'infrastructure vieillit peuvent avoir plus de difficulté à faire face aux impacts climatiques, par exemple, le vieillissement de l'infrastructure d'approvisionnement en eau et d'évacuation des eaux usées peut contribuer à accroître le risque d'inondation et de contamination de l'eau (Rudolph et coll., 2018). Par contre, des logements, tandis que des logements robustes et durables peuvent réduire l'exposition aux événements météorologiques extrêmes.

9.4.3.2 Stabilité économique

La stabilité économique, et plus particulièrement le revenu et sa répartition, figure parmi les déterminants de la santé les plus importants (Commission of the Pan American Health Organization on Equity and Health Inequities in the Americas, 2019). La stabilité économique est étroitement liée à d'autres déterminants de la santé et fonctionne de concert avec eux (ICIS, 2018). Le revenu peut déterminer la qualité d'autres déterminants de la santé, façonnant les conditions de vie globales d'une personne (Mikkonen et Raphael,

2010; ICIS, 2018). Par exemple, un revenu stable et adéquat peut garantir un logement stable et sécuritaire et l'accès à la nourriture, ce qui a d'importantes répercussions sur la santé humaine.

Au Canada, en moyenne, les personnes à faible revenu présentent des taux plus élevés de maladies chroniques, de crises cardiaques, d'accidents vasculaires cérébraux, d'automutilation et de santé physique et mentale perçue comme moins bonne (ICIS, 2018). Les personnes et les familles à faible revenu peuvent avoir de plus en plus de difficulté à accéder aux services de soins de santé en raison, par exemple, des coûts de transport prohibitifs, des coûts exorbitants des médicaments ou des traitements médicaux, et de l'incapacité de s'absenter du travail pour aller à des rendez-vous (AMC, non daté). La capacité de payer les frais directs associés aux soins de santé peut constituer un obstacle majeur à l'accès aux services de santé (Whitehead et Dahlgren, 2007). Les 33 % de Canadiens les plus pauvres, en ce qui concerne le revenu gagné, sont 50 % moins susceptibles de consulter un spécialiste au besoin, 50 % plus susceptibles d'avoir de la difficulté à accéder à des services de santé les fins de semaine ou le soir, et 40 % plus susceptibles d'attendre cinq jours ou plus pour voir un médecin (Mikkonen et Raphael, 2010). Les données probantes indiquent que les personnes ayant un faible statut socioéconomique obtiennent également des soins de moins bonne qualité, et des cas de discrimination associée à un faible statut socioéconomique par les travailleurs de la santé ont été consignés (ICIS, 2018).

La situation de faible revenu est généralement associée à la privation matérielle et sociale (Mikkonen et Raphael, 2010). Cela est particulièrement important dans le contexte des changements climatiques. Les données probantes indiquent que les personnes qui disposent de moins de ressources sont moins en mesure de se protéger et de s'adapter aux changements climatiques (OMS, 2003; GIEC, 2014; Gamble et coll., 2016; Friel, 2019). Les impacts des aléas naturels liés au climat peuvent déclencher des difficultés financières pour les ménages (Banque du Canada, 2021) et mener les gens à la pauvreté (Hallegatte et coll., 2016). On a estimé que s'il n'y avait eu aucune catastrophe naturelle en 2018, 26 millions de personnes de moins se seraient retrouvées en situation de pauvreté extrême (Banque mondiale, 2017). À l'échelle mondiale, on estime qu'entre 3 et 16 millions de personnes pourraient sombrer dans l'extrême pauvreté, principalement en raison des impacts des changements climatiques sur l'agriculture et les prix des aliments (Hallegatte, 2016; Hallegatte et Rozenberg, 2017).

9.4.3.3 Services de soins de santé et accessibilité

L'accessibilité, l'acceptabilité et la disponibilité des soins de santé sont aussi d'importants déterminants de la santé. L'accès aux soins de santé varie dans l'ensemble de la population en raison de divers facteurs socioéconomiques, géographiques et culturels (OMS, 2008). Au Canada, l'accès géographique aux établissements et aux services de santé diffère d'une région à l'autre. Par exemple, les personnes qui vivent dans des régions rurales et éloignées peuvent avoir de la difficulté à accéder aux soins de santé en raison de l'éloignement géographique, des longues distances à parcourir pour se rendre aux établissements, des longs temps d'attente et de l'accès limité aux services spécialisés et d'urgence (ICIS, 2018).

Les personnes et les populations qui sont victimes de discrimination et de stigmatisation ont souvent de la difficulté à obtenir les ressources nécessaires à une bonne santé et se heurtent à des obstacles pour accéder aux services de santé (ASPC, 2019). La discrimination fondée sur la race, la religion, l'origine ethnique, le

sexe ou l'orientation sexuelle est courante, et plus d'une personne sur quatre au Canada a subi au moins une forme de discrimination au cours de sa vie (Godley, 2018; ASPC, 2019). Les personnes 2ELGBTQQIA+, celles qui viennent de l'Afrique ou des Caraïbes ou qui sont Noirs ainsi que les peuples autochtones étaient plus susceptibles que la population générale du Canada de déclarer avoir été traités injustement lors de l'accès aux services de santé (ASPC, 2019).

Comme il a été mentionné ci-dessus, l'acceptabilité culturelle des soins de santé peut également présenter des défis en matière d'accessibilité. Pour certaines personnes, comme les nouveaux arrivants au Canada et les peuples autochtones, l'accès aux soins de santé et leur acceptation peuvent s'avérer difficiles en raison des obstacles linguistiques et des pratiques culturelles (Whitehead et Dahlgren, 2007). Les Premières Nations, les Inuits et les Métis du Canada ont un accès inéquitable aux soins de santé, ce qui contribue au renforcement des disparités existantes en matière de santé. Pour de nombreuses collectivités autochtones des régions rurales et éloignées, l'accès aux soins de santé exige de parcourir de longues distances et donne lieu à de longues périodes de séparation des réseaux familiaux et sociaux, ce qui peut entraîner un stress émotionnel et décourager les Autochtones de demander des soins (CCNSA, 2019). Les expériences de racisme et de discrimination que vivent les peuples autochtones représentent également un obstacle important aux soins de santé, donnant lieu à des soins dangereux, de la méfiance et, en fin de compte, de moins bons résultats en matière de santé (Goodman, 2017; CCNCI, 2019).

L'accès aux soins de santé peut également être plus difficile pour les personnes handicapées. Une étude menée auprès de Canadiennes handicapées a révélé de nombreux obstacles à l'accès aux services de santé, notamment des attitudes négatives et des pratiques discriminatoires de la part de certains fournisseurs de soins de santé (Gibson et Mykitiuk, 2012). L'accès rapide à des services de santé de qualité peut jouer un rôle important dans la réduction de la morbidité et de la mortalité associées aux risques pour la santé liés au climat.

Les impacts des changements climatiques sur les systèmes de santé au Canada sont déjà observés (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé). Par exemple, la fonte du pergélisol dans le Nord peut endommager les infrastructures de santé et de transport importantes pour les voies d'approvisionnement et l'accès aux services de santé (Séguin, 2008). Étant donné que les Premières Nations, les Inuits et les Métis font face à des défis uniques en matière d'accès aux services de santé, les impacts des changements climatiques sur les systèmes de santé sont particulièrement préoccupants (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada).

9.4.3.4 Contexte social et communautaire

On parle d'exclusion sociale dans le cas des personnes et des groupes qui ne peuvent pas participer pleinement à la société. Cette situation découle généralement de la marginalisation des populations, comme les groupes racialisés; dans les faits, cette marginalisation limite l'accès aux ressources économiques, sociales et culturelles (Mikkonen et Raphael, 2010; ASPC, 2019). Les personnes victimes d'exclusion sociale sont plus susceptibles d'être sans emploi et à faible revenu, d'avoir de la difficulté à accéder aux services de soins de santé et d'avoir des possibilités limitées de poursuivre leurs études (Mikkonen et Raphael, 2010).

À l'échelle individuelle, les réseaux de soutien social, c'est-à-dire les relations solides avec la famille, les amis et la collectivité et le soutien de ces derniers, ont été associés à des résultats positifs sur la santé

(ASPC, 2008). Le contexte social plus large peut aussi avoir une incidence sur la santé humaine. Une société solidaire, qui comprend la stabilité sociale, la reconnaissance de la diversité, la sécurité, les bonnes relations de travail et des collectivités qui se tiennent, peut aider à réduire les risques potentiels et les impacts nocifs sur la santé (MSSLDO, 2012), y compris la santé mentale (voir le chapitre 4 : Santé mentale et bien-être). De tels réseaux peuvent être très importants pour faire face aux impacts des changements climatiques et s'y adapter. Par exemple, bien que les collectivités autochtones de l'Arctique soient touchées de façon disproportionnée par les changements climatiques, un solide capital social a contribué à la capacité d'adaptation et à la résilience aux changements climatiques (Ratelle et Paquette, 2019). Des mesures comme la coupe de bois pour les aînés et le partage de la viande avec les membres de la collectivité renforcent le capital social (Ratelle et Paquette, 2019) et contribuent à des résultats positifs en matière de santé.

9.4.3.5 Éducation et développement de l'enfant

L'éducation est un déterminant important de la santé et peut accroître les possibilités d'emploi et de sécurité du revenu (ASPC, 2008; MSSLDO, 2012), influençant ainsi d'autres déterminants importants de la santé (OMS, 2008; ICIS, 2008; Mikkonen et Raphael, 2010). Des niveaux d'éducation moins élevés sont associés à la difficulté d'accéder aux services de soins de santé, à la diminution de la capacité d'interpréter et de comprendre les messages et les étiquettes au sujet de la santé, à un recours accru aux soins d'urgence et à des comportements malsains, comme le tabagisme (ICIS, 2018).

Les données probantes indiquent que le développement et les expériences de la petite enfance ont des effets biologiques, psychologiques et sociaux importants sur la santé; la qualité du développement de la petite enfance est fortement associée à des gradients sociaux et économiques d'avantage et de désavantage (ASPC, 2008; Mikkonen et Raphael, 2010; MSSLDO, 2012; Bennett et Friel, 2014). Les iniquités existantes en résultats en matière de santé des enfants peuvent être exacerbées par les changements climatiques, ce qui peut limiter la capacité d'adaptation. Par exemple, la capacité des familles de déménager en toute sécurité au besoin, de se protéger contre les risques sanitaires liés au climat et de se rétablir des impacts des changements climatiques est améliorée à mesure que les ressources, le pouvoir et le statut socioéconomique augmentent (Bennett et Friel, 2014).

Les effets directs et indirects des changements climatiques peuvent avoir une incidence sur la santé des enfants (Helldén et coll., 2021). Par exemple, une étude menée dans le Sud-Ouest de l'Ontario a révélé une association entre la chaleur extrême et l'augmentation des visites aux services d'urgence chez les enfants (Wilk et coll., 2020). Les impacts des changements climatiques peuvent également avoir une incidence sur la santé maternelle, fœtale et infantile (Kuehn et McCormick, 2017; Bekkar et coll., 2020). Des recherches canadiennes ont établi un lien positif entre l'exposition à la chaleur et le diabète gestationnel, le syndrome de mort subite du nourrisson, le décollement placentaire et les naissances prématurées (Auger et coll., 2014; Auger et coll., 2015; Booth et coll., 2017; He et coll., 2018). Il est important de noter que les iniquités existantes, la variation de la région géographique et les conditions socioéconomiques plus larges influencent l'impact des changements climatiques sur la santé des enfants (Helldén et coll., 2021).

Encadré 9.4 Santé humaine, genre et changements climatiques au Canada

Le genre est un déterminant important de la santé; c'est également un facteur qui influence la vulnérabilité aux changements climatiques. Le genre est perçu comme étant les rôles, les normes et les valeurs construits socialement attribués aux femmes et aux hommes (Preet et coll., 2010). La relation entre les changements climatiques et l'égalité entre les sexes fait l'objet d'une attention accrue dans la documentation sur les changements climatiques, appuyée par des efforts mondiaux visant à promouvoir l'égalité entre les sexes, les droits de la personne et l'équité sociale (Sellers, 2018). Toutefois, les études existantes font souvent appel à une compréhension étroite du genre et examinent les expériences « binaires » des femmes et des hommes (Bunce et Ford, 2015) sans tenir compte des autres identités de genre.

Les personnes dont le genre ou l'expression de genre ne font pas partie des catégories normatives sont souvent marginalisées, victimes de discrimination et exposées à un risque accru de violence, ce qui peut aggraver leur vulnérabilité aux changements climatiques. Par exemple, des recherches internationales révèlent que, à la suite d'événements météorologiques extrêmes, les personnes 2ELGBTQQIA+ se heurtent souvent à des obstacles pour accéder aux secours et aux efforts de rétablissement en cas de catastrophe. Ces obstacles, souvent attribuables à la stigmatisation sociale et religieuse, peuvent accroître la vulnérabilité de ces personnes aux impacts sanitaires parce qu'elles n'ont pas d'abri sûr et sécuritaire, n'ont pas accès à des soins médicaux et à de la nourriture et ont d'autres besoins non satisfaits (Dominey-Howes et coll., 2014; Gorman-Murray et coll., 2018; Resurrección et coll., 2019). Il est important de noter que les personnes 2ELGBTQQIA+, malgré leur exclusion des efforts d'intervention, ont trouvé des stratégies d'adaptation communautaires uniques et des mesures d'adaptation pendant et après des événements extrêmes, comme les ouragans (Dominey-Howes et coll., 2014). Les lacunes dans les connaissances sur l'impact actuel des changements climatiques sur les personnes 2ELGBTQQIA+ sont considérables, tant dans la littérature internationale que dans la recherche canadienne.

Le fait de comprendre comment les rôles axés sur le genre peuvent induire des impacts sanitaires au sein d'une population peut aider à évaluer avec précision les vulnérabilités en matière de santé et à élaborer des mesures d'adaptation efficaces. Bien qu'il y ait eu peu de recherches sur les impacts sanitaires différentiels des changements climatiques selon le sexe au Canada, voici quelques exemples :

- Les femmes inuites participent souvent à des activités de subsistance traditionnelles, comme la cueillette de baies et la couture de vêtements en peau de phoque. Cependant, on a observé une diminution des possibilités et de la qualité des espèces traditionnellement récoltées, imputable en partie aux effets des changements climatiques; cette diminution a entraîné une baisse des revenus potentiels et changé les activités de subsistance, ce qui pourrait avoir des répercussions sur la santé et le bien-être (Dowsley et coll., 2010; Bunce et coll., 2016).
- Les hommes inuits sont traditionnellement responsables des activités de chasse. Compte tenu des conditions de glace changeantes et d'autres aléas liés aux changements climatiques (p. ex., augmentation des vents violents et des inondations), le risque de blessures pour les chasseurs augmente (Ford et coll., 2008).

- Au Canada, les hommes sont plus susceptibles d'occuper des emplois dans les secteurs des ressources (p. ex., agriculture et construction), où l'exposition à la chaleur extrême à l'extérieur peut être élevée (Statistique Canada, 2018) (voir le chapitre 3 : Aléas naturels).
- On a observé des impacts axés sur le genre associés aux aléas naturels, en particulier sur la santé mentale et la violence sexuelle. Par exemple, à la suite des inondations de 2013 à High River, en Alberta, on a signalé une augmentation des ordonnances de médicaments contre l'anxiété et de somnifères chez les femmes. Au cours de la même période, une augmentation des agressions sexuelles contre les femmes a également été signalée (Sahni et coll., 2016).

9.4.4 Évaluation de la vulnérabilité aux impacts sanitaires des changements climatiques

Les autorités sanitaires du Canada et du monde entier utilisent de plus en plus les ÉVA comme outil pour aider les personnes, les collectivités et les systèmes de santé à se préparer aux changements climatiques (Berry et coll., 2018). Au Canada, 35 % des autorités de santé publique ont déjà mené ou sont en train de mener une ÉVA (Centre de recherche de l'Université de Waterloo, 2019). Elles peuvent être menées à l'échelle locale, régionale ou nationale.

Les principaux objectifs d'une ÉVA sont de comprendre le lien entre le climat et les résultats en matière de santé, de déterminer les impacts actuels et futurs sur la santé, de comprendre les conditions actuelles de vulnérabilité aux impacts du climat sur la santé et d'explorer des options d'adaptation qui réduisent efficacement les répercussions négatives actuelles et futures des changements climatiques sur la santé et contribuent au renforcement des capacités des organismes de santé pour réagir aux changements climatiques (OMS, 2013; Ebi et coll., 2016; Berry et coll., 2018).

Les résultats des ÉVA, appuyés par les constatations tirées de la littérature, aident les autorités de santé publique à repérer les personnes et les collectivités qui subissent des impacts sanitaires disproportionnés en fonction de caractéristiques individuelles et contextuelles précises et distinctes (p. ex., sexe, genre, âge, isolement géographique, faible revenu) (Benmarhnia et coll., 2017; Buse, 2018). Lorsque les ÉVA sont réalisées dans une perspective d'équité en santé, il est possible d'éclairer les conditions qui contribuent à la vulnérabilité propre à la région géographique évaluée et de déterminer comment les iniquités en santé existantes peuvent être exacerbées par les changements climatiques. Dans le domaine de la santé publique, le fait de comprendre quelles personnes et quels groupes peuvent être touchés de façon disproportionnée par les changements climatiques permet d'établir les priorités dans les mesures et les ressources d'adaptation sanitaire (Benmarhnia et coll., 2017; Berry et coll., 2018). De plus, le recensement des iniquités en santé existantes et d'autres conditions locales qui favorisent la vulnérabilité dans une ÉVA peuvent promouvoir l'affectation de ressources pour s'attaquer aux facteurs en amont des résultats négatifs en matière de santé afin de renforcer l'équité en santé dans une collectivité (Buse, 2018).

Selon un sondage mené auprès des unités de santé de l'Ontario en 2016, seulement 42 % des répondants appliquaient une optique d'équité en santé pour cerner, hiérarchiser et aborder les changements climatiques

et les risques sanitaires dans leur région (Doyle, 2017). Les résultats d'un sondage mené en 2019 auprès des unités de santé canadiennes indiquent que 85,1 % des répondants tiennent compte, dans leurs mesures d'adaptation en matière de changements climatiques et de santé, des répercussions sur les populations considérées comme étant plus susceptibles de subir les impacts des changements climatiques; toutefois, seulement 37,3 % tiennent compte des répercussions sur les peuples autochtones tandis que 17,9 % tiennent compte des répercussions fondées sur le sexe et le genre (Centre de recherche par sondage de l'Université de Waterloo, 2019).

Une approche intersectionnelle peut fournir de l'information sur les variables en interaction, tant au niveau individuel que structurel, qui façonnent la vie et l'état de santé des personnes (Dhamoon et Hankivsky, 2011) et qui influent sur les iniquités en santé. Lorsqu'on l'applique à un processus d'ÉVA, cela peut être utile pour déterminer quelles populations peuvent être plus à risque de subir les impacts sanitaires des changements climatiques. De nouvelles lignes directrices sur les ÉVA élaborées par l'OMS (OMS, 2021) et par Santé Canada (Santé Canada, 2022) tiennent compte explicitement des considérations relatives à l'équité en santé. Les outils existants peuvent compléter les activités d'ÉVA et les mesures d'adaptation. Par exemple, le *Guide de travail pour l'évaluation de l'impact sur l'équité en matière de santé* (EIES) du ministère de la Santé et des Soins de longue durée de l'Ontario peut être utilisé pour déterminer les impacts sanitaires imprévus – négatifs ou positifs – d'une politique, d'un programme ou d'une initiative prévue sur la santé des populations marginalisées (MSSLDO, 2012). Le guide de travail et les gabarits de l'EIES permettent aux utilisateurs de déterminer quels sont les impacts sanitaires indésirables et de formuler des recommandations concernant les ajustements à apporter afin d'atténuer les effets négatifs et de maximiser les impacts positifs chez les populations marginalisées. Ils peuvent également servir à accroître la capacité des organisations d'intégrer l'équité en santé dans les modèles de prise de décisions et la conception et la prestation des services (MSSLDO, 2012). Bien que l'EIES n'inclue pas explicitement les changements climatiques, l'outil pourrait être utile pour évaluer les résultats des politiques et des mesures d'adaptation concernant le changement climatique et la santé dans le cadre d'un processus d'ÉVA.

9.4.5 Intégrer l'équité en santé aux mesures liées aux changements climatiques et à la santé

Les changements climatiques et la santé sont un domaine d'intérêt et d'activité croissant pour les bureaux de santé publique locaux et régionaux (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé). Bien que le concept et la promotion de l'équité en santé ne soient pas nouveaux pour les acteurs de la santé publique, il reste des défis à relever quant à la façon de les intégrer le plus efficacement possible dans les activités liées aux changements climatiques et à la santé. En s'appuyant sur les quatre rôles primaires définis dans le document *Public Health Roles for Health Equity Action Framework* (cadre d'action sur les rôles en santé publique pour l'équité en santé) (Région de Waterloo Public Health, 2009; CCNDS, 2013), le tableau 9.2 présente un éventail de mesures de santé publique visant à lutter contre les changements climatiques et à améliorer l'équité en santé. Ces actions doivent s'accompagner d'une reconnaissance et d'une compréhension de la façon dont le colonialisme et le racisme historiques et continus sont au cœur de la création d'iniquités.

Tableau 9.2 Mesures de lutte contre les changements climatiques par le biais des rôles établis en santé publique pour améliorer l'équité en santé

RÔLE 1 : ÉVALUER LES IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET LES INIQUITÉS EN SANTÉ CONNEXES ET EN FAIRE RAPPORT

- Effectuer une ÉVA sur les changements climatiques et la santé
 - » Consacrer du temps et des ressources pour définir l'équité en santé de façon réfléchie dans les évaluations, déterminer les causes profondes des iniquités en santé existantes et consigner les lacunes en matière de données et de connaissances
 - » Mener des consultations approfondies, respectueuses et significatives auprès des communautés autochtones et d'autres communautés racialisées et marginalisées en intégrant les connaissances, l'expertise et les solutions communautaires locales et traditionnelles tout au long du processus d'évaluation
 - » À l'interne, demander au personnel se consacrant à l'équité en santé d'orienter l'évaluation
 - » Communiquer les résultats aux partenaires, aux intervenants et à la collectivité au moyen de produits adaptés aux besoins de diverses populations (p. ex., en intégrant les considérations relatives à la langue et à l'accessibilité)
- Contribuer à la base de connaissances sur les mesures de santé publique afin d'aborder les changements climatiques et l'équité en santé
 - » Documenter des exemples de cas d'activités d'adaptation, de pratiques prometteuses et de leçons apprises à la suite de la réalisation des ÉVA
 - » Effectuer une cartographie des actifs communautaires afin de mieux comprendre les actifs communautaires existants qui contribuent à la résilience aux changements climatiques (Rudolph et coll., 2018; UCLA, non daté)
- Recueillir des données sur les impacts sanitaires des changements climatiques sous l'angle de l'équité
 - » Par exemple, faire le suivi des décès causés par la chaleur extrême chez les personnes racialisées vivant dans des collectivités à faible revenu, ou des impacts des changements climatiques sur la santé mentale des populations socialement défavorisées
 - » Dans la mesure du possible, améliorer les efforts de collecte de données pour saisir les données ventilées par sexe, par race et par genre, ainsi que d'autres données démographiques (p. ex., situation socioéconomique)
- Intégrer les considérations d'équité dans le suivi, la surveillance et la production de rapports réguliers



RÔLE 2 : MODIFIER ET ORIENTER LES ACTIVITÉS D'ATTÉNUATION DES GES ET D'ADAPTATION AFIN DE RÉDUIRE LES INÉQUITÉS EN SANTÉ

- Évaluer les répercussions des mesures en matière des changements climatiques sur l'équité en santé avant leur mise en œuvre afin de réduire au minimum les résultats négatifs et de maximiser les avantages
 - » Par exemple, utiliser l'outil d'*Évaluation de l'impact sur l'équité en matière de santé* (MSSLDO, 2012), organiser des entrevues des principaux intervenants avec les organismes communautaires qui travaillent auprès des populations à risque accru et mobiliser de façon significative les populations touchées de façon disproportionnée
 - Déterminer les possibilités d'améliorer les avantages accessoires des mesures d'atténuation des GES et d'adaptation, en portant une attention particulière au renforcement des déterminants de la bonne santé et à la lutte contre les causes profondes de la vulnérabilité
-

RÔLE 3 : ÉTABLIR DES PARTENARIATS ET DES COLLABORATIONS POUR BÂTIR DES COLLECTIVITÉS RÉSILIENTES FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

- Entreprendre une planification de l'adaptation équitable et axée sur la collectivité (Centre d'information sur l'adaptation, 2011; ITK, 2019)
 - Contribuer aux plans municipaux et régionaux pour des collectivités résilientes face au climat (PlanH, non daté)
 - » Favoriser une meilleure compréhension du concept de vulnérabilité inégale (Salas et coll., 2019)
 - » Déterminer les possibilités de s'attaquer aux causes profondes des inéquités en santé (Buse, 2018) et de promouvoir les déterminants de la bonne santé
 - Déterminer et établir des partenariats de collaboration à l'intérieur et à l'extérieur du secteur de la santé et à tous les paliers de gouvernement pour appuyer les réseaux multisectoriels axés sur les activités en lien avec les changements climatiques
 - Mobiliser les communautés autochtones et d'autres communautés racialisées en tant que partenaires et sources d'expertise
-

RÔLE 4 : PARTICIPER À L'ÉLABORATION DE POLITIQUES LIÉES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

- Intégrer l'équité en santé dans toutes les mesures stratégiques
 - » Par exemple, inclure explicitement l'équité en santé dans les énoncés de mission, de vision et de valeur (The Greenlining Institute, 2019)
 - » Reconnaître les systèmes interreliés qui favorisent les iniquités en santé et contribuent à la vulnérabilité aux changements climatiques (p. ex., racisme, colonialisme, structures économiques)
- Accroître la sensibilisation aux politiques nécessaires qui réduisent les émissions de carbone, contribuent à la résilience des collectivités face aux changements climatiques et réduisent les iniquités en santé
- Cerner les possibilités d'intégrer les considérations relatives aux changements climatiques dans toutes les politiques de santé proposées et évaluer régulièrement les impacts sur les populations aux prises avec des iniquités en santé (PlanH, s.d.; The Greenlining Institute, 2019)

Source : Adapté de Muzumdar, 2020; CCNDS, 2021

Pour de nombreuses unités de santé locales et régionales, la tenue d'une ÉVA est souvent la première étape pour protéger leurs collectivités des impacts sanitaires des changements climatiques futurs et s'y adapter. Ces unités peuvent mener des activités et des exercices pratiques pour mieux comprendre le contexte social de leur compétence respective et déterminer les facteurs de vulnérabilité en matière de changements climatiques et de santé. Les unités peuvent rendre les ÉVA plus robustes et appuyer l'élaboration d'options d'adaptation personnalisées pour les populations les plus susceptibles de subir des impacts. Ces activités, abordés ci-dessous, comprennent la cartographie de la résilience et des actifs, la cartographie des vulnérabilités, les projections en matière de changements climatiques et de santé, la mobilisation inclusive du public ainsi que les communications.

9.4.5.1 Résilience et cartographie des actifs

Les collectivités disposent déjà de nombreuses ressources qui jouent un rôle important dans le renforcement de la résilience climatique (p. ex., réseaux sociaux et cohésion). Toutefois, il peut être difficile de repérer ce type d'actifs et de ressources dans des sources de données bien connues. Les enquêtes communautaires et la cartographie participative des actifs dans la collectivité sont des exercices et des outils permettant de définir les personnes, les organisations, les espaces et d'autres « facteurs intangibles » qui contribuent à la résilience communautaire (Rudolph et coll., 2018; UCLA, non daté). Ces renseignements sont précieux pour orienter les ÉVA et élaborer des réponses adaptatives (Buse et Patrick, 2020).

Les initiatives locales qui établissent une approche fondée sur les actifs pour cartographier la résilience aux changements climatiques et à d'autres aléas à l'échelle communautaire sont de plus en plus nombreuses au Canada, et bon nombre d'entre elles suivent les directives énoncées par Colussi (2000). Par exemple, le projet

Building Resilient Neighbourhoods (BRN, non daté) a mené des projets appliqués dans le district régional de la capitale de la Colombie-Britannique, dans le cadre desquels les membres de la collectivité locale participent à l'évaluation de la résilience de leur propre quartier face à divers chocs. Le projet de BRN fournit une série de ressources en ligne pour aider les collectivités à entreprendre une telle évaluation, y compris des listes de vérification pour les quartiers résilients, des documents de planification d'ateliers et des outils connexes (p. ex., planification de scénarios, cartographie des actifs, évaluation de la résilience). Les initiatives du BRN guident les collectivités au moyen d'exercices tenant compte d'un éventail d'enjeux qui sont souvent négligés dans la planification traditionnelle, comme la prise en compte des déterminants de la santé et du bien-être (Wipond et coll., 2017).

La trousse sur les quartiers résilients de la Ville de Vancouver est utilisée dans le cadre d'une initiative semblable et comprend une série de modules pour les activités d'évaluation de la résilience climatique des quartiers, y compris la cartographie des actifs et l'élaboration de plans d'action sur la résilience (Ville de Vancouver, non daté). Ces activités offrent des occasions de renforcer les relations entre les gens dans différents quartiers et d'accroître la compréhension des risques qui pourraient toucher certains ménages ou rues. Ils examinent également la capacité de la collectivité à planifier les impacts des changements climatiques et à y réagir. Un autre exemple novateur comprend un jeu de rôle appelé Resilientville Canada (CREW, non daté) dans lequel les joueurs jouent le rôle d'un intervenant communautaire confronté à un scénario d'inondation, de tempête de vent ou de tremblement de terre. Le jeu amène les joueurs à réfléchir à leurs relations sociales au sein d'un quartier et aux actifs qui les aideront à renforcer leur capacité de réagir aux chocs ou aux stress liés au climat.

Ces exemples de résilience et de cartographie des actifs mettent l'accent de façon plus générale sur la compréhension des actifs disponibles dans les collectivités qui contribuent à la résilience face à un large éventail de chocs et de facteurs de stress, y compris les événements météorologiques extrêmes et les impacts des changements climatiques, et qui améliorent cette résilience. Les actifs qui contribuent à la résilience dans le secteur de la santé et qui atténuent les impacts sur la santé humaine sont généralement inclus dans ces exercices. Bien que ces activités puissent être modifiées pour mettre l'accent spécifiquement sur la résilience du système de santé, il y a aussi beaucoup d'avantages à se concentrer sur les activités de renforcement de la résilience et la cartographie des actifs d'un point de vue plus large. Cela facilite une collaboration multisectorielle sur les activités liées aux changements climatiques qui comprend des liens pertinents avec la santé humaine et le système de santé.

9.4.5.2 Cartographie des vulnérabilités

La cartographie de la vulnérabilité fournit de l'information sur les tendances des conditions sociales et de la vulnérabilité aux changements climatiques dans une région particulière (Gamble et coll., 2016; Foster et coll., 2019); elle peut également éclairer les ÉVA. La cartographie peut se faire, par exemple, en élaborant un indice de vulnérabilité sociale, qui utilise des indicateurs de vulnérabilité sociale (p. ex., statut socioéconomique, mode d'occupation du logement, éducation, âge, race, accès aux services médicaux) pour cerner les conditions sociales qui favorisent la vulnérabilité aux impacts sanitaires ou aux aléas liés aux changements climatiques (Rudolph et coll., 2018; Foster et coll., 2019). En général, les cartes de vulnérabilité sociale sont combinées à des cartes qui montrent l'exposition aux aléas biophysiques liés aux changements climatiques

(p. ex., feux de forêt, inondations, élévation du niveau de la mer, îlots de chaleur urbains). Les cartes obtenues aident à accroître notre compréhension des interactions entre les vulnérabilités sociales et biophysiques et à déterminer quels sont les quartiers et les régions qui présentent un risque disproportionné. Les cartes de vulnérabilité peuvent éclairer le processus d'ÉVA en cernant les populations et les quartiers susceptibles d'être touchés de façon disproportionnée par les aléas liés aux changements climatiques, comme les événements de chaleur extrême ou les inondations, et contribuer à éclairer les interventions en santé publique (Rinner et coll., 2010; Gamble et coll., 2016; Foster et coll., 2019).

L'élaboration d'indices et de cadres de vulnérabilité est habituellement la première étape de l'élaboration de cartes de vulnérabilité. Il existe diverses approches pour élaborer des indicateurs et des indices de vulnérabilité liés aux impacts des changements climatiques, et le Canada compte divers exemples (Rinner et coll., 2010; Chakraborty et coll., 2020; Yu et coll., 2021). Raval et coll. (2019) ont examiné plus de 40 cadres existants de vulnérabilité aux changements climatiques qui analysent la vulnérabilité des collectivités aux impacts climatiques en Californie. L'examen a révélé un manque de cadres qui reflètent adéquatement la nature intersectionnelle de la vulnérabilité au climat. Dans le rapport, les auteurs ont souligné quatre cadres reconnus pour leur capacité d'intégrer de façon exhaustive les expositions multiples, la sensibilité de la population et la capacité d'adaptation ainsi que leur étendue en termes de nombre d'indicateurs intégrés parmi les expositions et d'autres facteurs de vulnérabilité, et en termes de prise en compte de l'accessibilité des données (Raval et coll., 2019). Ces cadres étaient les suivants :

- *California Healthy Places Index* de la Public Health Alliance of Southern California (PHASC, 2018)
- *California Building Resilience Against Climate Effects: Climate Change and Health Vulnerability Indicators* de la California Department of Public Health (CalBRACE, 2018)
- *Social Vulnerability to Climate Change* de la California Energy Commission (Mazur et coll., 2010)
- *Climate Change Vulnerability Screening Index* (English et coll., 2013)

Ces cadres et indices peuvent être adaptés par les autorités de santé publique afin de mieux comprendre les caractéristiques et les conditions qui peuvent augmenter ou diminuer la vulnérabilité à divers risques pour la santé liés aux changements climatiques dans leur région. Ces connaissances peuvent être utilisées pour éclairer et améliorer les ÉVA.

Des outils fondés sur des systèmes d'information géographique (SIG) et des exercices de cartographie des vulnérabilités peuvent également être utiles pour élaborer et mettre en œuvre des mesures d'adaptation. Par exemple, les forêts urbaines offrent un certain nombre d'avantages environnementaux, sociaux et économiques qui appuient l'équité en santé, notamment : atténuer la pollution atmosphérique, atténuer les effets des îlots de chaleur urbains, contribuer à la gestion de la quantité et de la qualité des eaux de surface, maintenir et améliorer le patrimoine naturel, accroître la valeur économique, réaliser des économies directes, appuyer l'amélioration de la santé physique et du bien-être émotionnel, ainsi que renforcer les collectivités et améliorer l'équité sociale (Morrison, 2017). Reconnaisant ces avantages, la région de Peel, en Ontario, a mis au point l'outil *Peel Tree Planting Prioritization Tool* (outil de priorisation de la plantation d'arbres de la région de Peel), qui aide les décideurs à déterminer quels sont les sites où la plantation des arbres est particulièrement utile pour la collectivité (Richardson, non daté). Tenant compte de 12 avantages cibles, qui comprennent le soutien de l'amélioration de la santé physique et du bien-être émotionnel, le renforcement des

collectivités et l'amélioration de l'équité sociale, l'outil fondé sur le SIG génère des cartes à diverses échelles géographiques qui indiquent les zones dans la région de Peel où la plantation d'arbres apportera le plus d'avantages (Richardson, non daté).

Encadré 9.5 Surveillance et prévention des impacts des événements météorologiques extrêmes sur le système de santé publique

En 2010, l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) a élaboré le Programme de surveillance et de prévention des effets des événements météorologiques extrêmes sur le système de santé publique (SUPREME), en collaboration avec le ministère de la Sécurité publique (Québec) et le Service météorologique d'Environnement Canada (qui a changé son nom pour s'appeler Environnement et Changement climatique Canada). Le système SUPREME combine des éléments de systèmes d'alerte précoce, de cartographie des vulnérabilités, de suivi et de surveillance en un seul système intégré en temps réel et fournit aux responsables de la santé publique et aux intervenants d'urgence de l'information provinciale pendant les événements météorologiques extrêmes, éclairant ainsi la mise en œuvre des mesures préventives et des plans d'intervention (Toutant et coll., 2011; Gosselin et coll., 2018; INSPQ, 2020).

Le système SUPREME comporte trois composantes principales. Premièrement, lorsque les prévisions météorologiques font état d'un événement météorologique extrême possible, des avertissements sont envoyés par courriel pour alerter les autorités sanitaires en temps réel. Deuxièmement, le portail en ligne de SUPREME assure la surveillance et le suivi de six aléas météorologiques : la chaleur extrême, les inondations, le froid extrême, les chutes de neige abondantes, les feux de forêt et les tempêtes de verglas. Une estimation des impacts de ces aléas sur la santé humaine est également fournie, y compris les taux de mortalité, les hospitalisations, les visites aux urgences, le transport en ambulance et les appels à Info-Santé (INSPQ, 2020). Enfin, le portail en ligne comprend une application basée sur un SIG qui affiche des données géographiques liées aux risques sanitaires (p. ex., îlots de chaleur urbains), aux facteurs de protection (p. ex., services médicaux, infrastructure, espaces verts et bâtiments avec climatisation) et l'emplacement des régions vulnérables. Par exemple, les données sociodémographiques et d'autres indicateurs, y compris l'indice régional de privation, les conditions de logement et la langue, sont utilisés pour fournir des cartes indiquant les collectivités et les régions qui peuvent être plus vulnérables aux épisodes de chaleur extrême (Toutant et coll., 2011; INSPQ, 2021).

Depuis sa création, le portail SUPREME a fait l'objet de deux évaluations portant sur son niveau d'utilisation, son efficacité et la satisfaction globale des utilisateurs. Les résultats des évaluations indiquent que la satisfaction des utilisateurs est élevée et que le système est très utile aux autorités de la santé publique (Bustinza et coll., 2016; Gosselin et coll., 2018). De plus, lors de l'évaluation du portail SUPREME à la suite d'un événement de chaleur extrême en 2010, on a constaté que le système atténuait les effets de l'événement sur la santé de la population comparativement aux événements de chaleur précédents (Toutant et coll., 2011).

9.4.5.3 Projections sur les changements climatiques et la santé

Les projections sur les changements climatiques peuvent fournir des renseignements utiles sur la façon dont la mortalité, la morbidité et d'autres résultats en matière de santé liés au réchauffement climatique peuvent changer à l'avenir. Ces renseignements peuvent éclairer les plans d'adaptation et d'intervention et aider les décideurs à comprendre les impacts à long terme des changements climatiques et à déterminer les ressources nécessaires (Sellers et Ebi, 2017; Rudolph et coll., 2018).

Les changements des conditions démographiques et socioéconomiques, l'urbanisation, l'aménagement des terres, les investissements dans les nouvelles technologies, la gouvernance, la mesure dans laquelle les questions d'équité sont abordées et d'autres facteurs peuvent influencer sur la vulnérabilité aux impacts sanitaires futurs des changements climatiques (Ebi et coll., 2016). Par exemple, la connaissance de la façon dont les populations exposées à divers aléas climatiques peuvent changer (p. ex., vieillissement, état de santé, migration) peut aider les décideurs à planifier des mesures d'adaptation pour protéger les populations contre les risques sanitaires liés au climat (Rudolph et coll., 2018). De plus, lorsque les décideurs du secteur de la santé planifient les mesures d'adaptation aux changements climatiques, il est important qu'ils tiennent compte, dans les processus itératifs de planification, de l'évolution prévue de la prestation des services de soins de santé au cours des prochaines décennies et de la nécessité de les modifier pour s'adapter aux changements climatiques (Sellers et Ebi, 2017).

9.4.5.4 Engagement communautaire inclusif

L'équité en santé ne peut être réalisée sans une inclusion transparente et responsable et un engagement significatif qui donne aux personnes et aux groupes un organisme pour représenter leurs intérêts et leurs expériences (USDN, 2017; Rudolph et coll., 2018; Friel, 2019). Une façon efficace d'inclure divers groupes et points de vue est de mobiliser la collectivité au moment d'entreprendre une ÉVA. Les résidents et les organismes communautaires (OC) peuvent fournir des renseignements utiles sur l'histoire et le contexte social d'un quartier, les expériences passées liées aux événements climatiques, les actifs et ressources existants qui contribuent à la capacité d'adaptation et le succès ou les défis des adaptations antérieures en matière de santé publique (Rudolph et coll., 2018). Les résidents des collectivités, en particulier par l'intermédiaire des OC, peuvent fournir de l'aide pour la collecte de données et appuyer les activités de communication et de sensibilisation auprès des personnes et des populations dans leurs réseaux respectifs (USDN, 2017). Il existe plusieurs stratégies et cadres de mobilisation du public, et chacun a ses propres forces et avantages (CCNDS, 2013; Oickle, 2020). Les autorités de santé publique peuvent établir différentes stratégies de mobilisation tout au long d'un processus d'ÉVA, en choisissant des activités précises qui correspondent aux objectifs de chaque étape du processus.

9.5 Adaptation

L'adaptation désigne les mesures qu'une personne, une collectivité ou un système prend pour mieux faire face aux conditions changeantes, les gérer et s'y adapter (Smit et Wandel, 2006) (voir le chapitre 10 : Adaptation et résilience des systèmes de santé). Au cours de la dernière décennie, le domaine des changements climatiques et de l'adaptation sanitaire au Canada a connu une croissance importante avec une augmentation du nombre d'acteurs diversifiés, de ressources disponibles et de stratégies d'adaptation (Berry et coll., 2014a). De multiples dimensions de l'équité en santé sont associées à l'adaptation aux changements climatiques. Les personnes ont une capacité variable d'adaptation aux risques sanitaires liés au climat, compte tenu des différences dans les déterminants de la santé et les facteurs contextuels connexes, comme la répartition des ressources (Lynn et coll., 2011; Ebi et coll., 2016). Les résultats des mesures d'adaptation ne sont pas toujours uniformes ou vécus de la même façon, et le processus de planification et de conception des activités d'adaptation a parfois laissé de côté des voix et des partenaires importants, comme les communautés à faible revenu, les populations racialisées et les peuples autochtones (USDN, 2017; Foster et coll., 2019).

De plus en plus, les acteurs de la santé publique reconnaissent les dimensions de l'équité en santé associées aux mesures et aux stratégies d'adaptation. Toutefois, les efforts visant à tenir compte de l'équité en santé et à y remédier dans les interventions d'adaptation ont été limités, tant au Canada qu'à l'échelle mondiale. Les publications existantes sur les changements climatiques et l'équité en santé analysent généralement les dimensions de l'équité du point de vue de l'incidence inégale des impacts des changements climatiques et de la vulnérabilité à ces changements (Bennette et King, 2018). Il y a beaucoup moins d'information sur la façon de garantir que le processus de conception et de mise en œuvre des mesures d'adaptation est équitable, que les résultats sont justes, et qu'ils protègent et favorisent efficacement l'équité (Deas et coll., 2017; Schlosberg et coll., 2017). Malgré ce manque de connaissances, il existe des possibilités de mieux tenir compte de l'équité en santé et de l'intégrer dans l'adaptation aux changements climatiques. En outre, les politiques et les mesures d'adaptation offrent la possibilité de s'attaquer à de multiples enjeux simultanément, comme la protection de la santé face aux effets des changements climatiques, tout en renforçant les déterminants de la santé et en corrigeant les facteurs d'iniquité en santé.

9.5.1 Mesures d'adaptation et résultats équitables

Les mesures d'adaptation devraient procurer des avantages à ceux qui en ont le plus besoin, mais les résultats de ces mesures ne sont pas ressentis de la même façon dans l'ensemble des populations et des collectivités. À défaut d'une planification et d'une mise en œuvre minutieuses, les mesures d'adaptation peuvent avoir des résultats imprévus qui nuisent à certains groupes de population ou exacerbent les iniquités existantes (Levy et Patz, 2015; Boeckmann et Zeeb, 2016). Par exemple, bien que les climatiseurs puissent être des mesures d'adaptation efficaces contre la chaleur extrême, les factures d'énergie prohibitives peuvent empêcher certains ménages d'utiliser la climatisation, ce qui peut accroître leur risque de souffrir des impacts sanitaires liés à la chaleur (EPA, 2008). De plus, la climatisation peut générer beaucoup d'énergie résiduelle, augmentant ainsi davantage la température de l'air extérieur (Salamanca et coll., 2014), exacerbant

l'effet d'îlot thermique urbain et augmentant la demande de climatisation, ce qui peut accroître les risques pour la santé liés à la chaleur pour les personnes qui n'ont pas accès à des climatiseurs.

L'augmentation des espaces verts dans un centre urbain peut réduire les risques sanitaires associés aux îlots de chaleur urbains et présente un certain nombre d'avantages accessoires pour la santé (Friel, 2019; Santé Canada, 2020). Cependant, une augmentation des espaces verts pourrait aussi avoir des conséquences imprévues. Par exemple, de nouveaux espaces verts pourraient perpétuer l'embourgeoisement et augmenter la valeur des propriétés dans le quartier, ce qui pourrait entraîner le déplacement de résidents à faible revenu et de petites entreprises locales (USDN, 2017; Kreslake, 2019; Cleveland et coll., 2020). Une revue de la littérature sur la création d'espaces verts dans les centres urbains a permis de conclure que ce sont généralement les collectivités à revenu élevé et les Blancs qui profitent de ces espaces (Wolch et coll., 2014). Afin de répondre à ces préoccupations, les plans d'adaptation peuvent comprendre l'établissement de politiques de contrôle des loyers et d'autres stratégies pour maintenir l'abordabilité du logement lors de la création d'espaces verts (USDN, 2017).

Lorsque des programmes d'adaptation sont mis en place, il se peut que les particuliers et les groupes de population éprouvent des difficultés à avoir accès aux mesures et à les utiliser efficacement. Afin de réduire les risques de la chaleur extrême, il est possible de mettre sur pied des lieux permettant de se rafraîchir pour que les résidents puissent avoir un répit pendant les événements de chaleur extrême. Toutefois, une personne qui a des problèmes de mobilité (p. ex., découlant d'un faible revenu, d'un handicap ou de l'isolement sur le plan social) peut avoir de la difficulté à accéder à un centre à moins que des mesures de soutien appropriées ne soient mises en place (Santé Canada, 2012). La Ville du Grand Sudbury s'est associée à Greater Sudbury Transit pour que tous les déplacements en transport en commun soient gratuits pendant les événements de chaleur extrême afin de garantir un accès équitable aux lieux qui permettent de se rafraîchir (Evergreen, 2020). De telles considérations sont nécessaires pour veiller à ce que les mesures d'adaptation soient accessibles et utilisées par tous, en particulier ceux qui font face à un risque disproportionné d'impacts sanitaires liés aux changements climatiques. Les stratégies d'intervention devraient intégrer des considérations d'équité; les stratégies seront plus efficaces lorsqu'elles seront élaborées en partenariat avec la collectivité et les décideurs de divers secteurs.

9.5.2 Mesures d'adaptation pour améliorer l'équité en santé

Les responsables de la santé publique peuvent tirer parti des mesures d'adaptation et des efforts de renforcement de la résilience face aux changements climatiques pour améliorer l'équité en santé et renforcer les déterminants de la santé (Boeckmann et Zeeb, 2014; Gould et Rudolph, 2015; Deas et coll., 2017; Rudolph et coll., 2018). Cela est important étant donné qu'au Canada, certaines disparités en santé continuent d'augmenter (ASPC, 2018), tout comme l'inégalité des revenus, particulièrement dans les centres urbains (Hankivsky, 2014; CPA, 2017).

Le projet InosiKatigeKagiamik Illumi: Healthy Homes in Nunatsiavut à Nain, au Nunatsiavut (Terre-Neuve-et-Labrador) est un exemple de projet collaboratif d'adaptation aux changements climatiques qui a renforcé simultanément les déterminants de la santé. On estime que 38 % des enfants du Nunatsiavut vivent dans une maison qui a besoin de réparations majeures, et que 86 % des maisons présentent des signes de dommages

causés par la fonte du pergélisol et l'affaissement du sol (SAC, 2019). L'itinérance, le surpeuplement et les difficultés à garder les maisons chaudes en raison de la mauvaise qualité des structures et du manque de ressources économiques pour les besoins en chauffage ont été définis comme des facteurs qui minent la santé et le bien-être dans la collectivité (Bennett, 2015). De plus, plusieurs difficultés se posent pour répondre aux besoins en matière de logement dans des collectivités en expansion rapide, notamment le manque de terrains où la construction est possible, le coût élevé de l'aménagement et le besoin fréquent de réparer ou de remplacer les maisons existantes. L'objectif du projet était de développer une infrastructure de logement résiliente face au climat qui était également culturellement pertinente, abordable et éconergétique, et de réduire les impacts sanitaires des logements surpeuplés et de la moisissure. À la suite d'une évaluation approfondie des maisons existantes à Nain et dans les environs, les résidents ont participé à un processus de conception de logements axés sur la collectivité pendant lequel ils ont fait part des défis actuels en matière de logement et de leurs préférences en matière de conception, ce qui a permis de concevoir un prototype d'ensemble résidentiel à plusieurs unités adapté au climat et prenant en considération d'importantes valeurs culturelles (SAC, 2019). Les résidents ont proposé un espace pour entreposer l'équipement de chasse, un grand évier en acier pour nettoyer le poisson et préparer les peaux de phoque, ainsi que de grands espaces de vie ouverts pour permettre aux résidents de se rassembler; tous ces éléments ont été intégrés à la conception finale (Bennett, 2015).

Autre exemple, le projet Nunamin Illihakvia Learning from the Land (phase 1) et TUMIVUT: Tracks of Our Ancestors Towards a Healthy Future (phase 2) mis en œuvre à Ulukhaktok, dans la région désignée des Inuvialuit (Territoires du Nord-Ouest). Ce projet en deux phases visait à renforcer la santé communautaire et la sécurité alimentaire par la transmission accrue des connaissances traditionnelles inuites et la promotion de la langue inuinnaqtun (SAC, 2019). Le programme a rassemblé de jeunes Inuits, des chasseurs et des couturières expérimentés ainsi que des aînés qui ont participé à une série d'activités à travers lesquelles ils ont échangé des connaissances et développé des compétences autour de la chasse au caribou, des techniques de couture traditionnelles et de la langue. Ces compétences et ces valeurs sont importantes pour les Inuits d'Ulukhaktok, car elles contribuent à un mode de vie sain sur les plans physique, mental et culturel (SAC, 2019). De nombreux avantages ont été observés grâce au programme. Les jeunes Inuits ont acquis des compétences pratiques ayant une valeur économique et sociale, ce qui a été particulièrement bénéfique pour ceux qui n'avaient pas de membres de la famille qui pouvaient leur enseigner ces compétences traditionnelles, ou qui manquaient d'équipement ou de ressources économiques pour participer à de telles activités. Les participants ont également noté un sentiment accru de bien-être, une réduction du stress et un renforcement de l'identité culturelle (SAC, 2019). Le projet a soutenu des valeurs et des compétences qui sont importantes pour la santé individuelle et communautaire, tout en renforçant les déterminants de la santé (p. ex., la sécurité alimentaire) et en renforçant la capacité d'adaptation aux changements climatiques et sociétaux croissants.

Le programme BlueLA Carshare est un exemple d'initiative qui combine les objectifs d'équité en santé et la lutte contre les changements climatiques. Afin de réduire la pollution atmosphérique et d'atténuer les émissions de GES associées aux véhicules personnels, la Ville de Los Angeles (Californie) a collaboré avec des partenaires pour élaborer un projet pilote de partage de véhicules électriques (BlueLA), financé grâce à une subvention du California Air Resources Board. Lancé en 2018, BlueLA a accordé la priorité aux services aux collectivités défavorisées, en tenant compte des résidents à faible revenu dans les régions où l'exposition à la pollution atmosphérique est élevée, dans le but de remédier aux iniquités sociales et sanitaires

existantes. L'adhésion à Carshare a été offerte à un prix réduit aux résidents à faible revenu. Le parc de véhicules électriques a simultanément réduit la pollution atmosphérique locale causée par les véhicules alimentés à l'essence et atténué les émissions de GES (SUMC, 2019a).

Au cours de la première année du projet, 80 véhicules électriques ont été introduits dans la collectivité, 130 points de recharge et 26 bornes de recharge ont été installés, près de 2 000 résidents se sont inscrits comme membres de BlueLA et plus de 12 000 déplacements ont été effectués. La production d'environ 260 tonnes de CO₂ a ainsi été évitée (SUMC, 2019b). Compte tenu du succès du programme, BlueLA a reçu une subvention de 3 millions de dollars du California Air Resources Board pour lancer la phase 2, qui comprendra l'extension du projet à trois autres régions : South Los Angeles, East Los Angeles et East Hollywood (SUMC, 2019b).

9.5.3 Planifier des mesures d'adaptation en tenant compte de l'équité

Les mesures d'adaptation qui donnent des résultats équitables découlent de processus d'adaptation équitables. Assurer une participation équitable et l'inclusion de diverses voix à toutes les étapes du processus d'adaptation permet d'améliorer la planification et l'élaboration des politiques (Race Forward, 2018). Bien que les pratiques et stratégies de mobilisation courantes fassent intervenir de nombreux membres de la collectivité, des voix importantes peuvent manquer. Des efforts délibérés doivent être déployés pour assurer la participation des personnes les plus à risque de subir les impacts sanitaires des changements climatiques. Un engagement significatif peut fournir des renseignements précieux sur le contexte et les conditions sociales uniques de la collectivité cible, y compris la dynamique actuelle du pouvoir et les iniquités existantes. Ces renseignements sont nécessaires pour élaborer des mesures d'adaptation transformatrices, efficaces et équitables qui reflètent l'expertise et le point de vue des personnes les plus touchées (Drolet et Sampson, 2017; Schlosberg et coll., 2017; Race Forward, 2018).

La participation significative du public au processus d'adaptation présente des défis importants. Par exemple, les occasions de participation peuvent n'être offertes que de manière réactive et n'avoir lieu qu'après le début d'un processus de planification ou après que des décisions importantes ont déjà été prises. Les contraintes budgétaires et liées au calendrier peuvent également limiter l'efficacité des processus de mobilisation (USDN, 2017; Foster et coll., 2019; Evergreen, 2020). Les décideurs peuvent garantir une participation plus complète en veillant à ce qu'un échéancier et un budget appropriés pour la participation soient inclus dans le plan dès le départ, en faisant participer les membres de la collectivité dès le début du processus d'élaboration et de conception et en tenant compte des commentaires des membres de la collectivité dans la stratégie d'adaptation afin de mieux refléter les besoins et les vulnérabilités uniques de la collectivité (Foster et coll., 2019). Cela garantirait que les interventions tiennent compte des conditions, des risques pour la santé et des défis propres à la collectivité (Ebi, 2009). Parmi les autres avantages de l'engagement communautaire à grande échelle, mentionnons une meilleure acceptation des mesures d'adaptation finales, une plus grande portée des activités de diffusion de l'information et une plus grande capacité de participer aux futures activités de prise de décisions et de planification dans les quartiers (USDN, 2017).

Au Canada, il existe des exemples de mobilisation efficace et générale des membres de la collectivité et des intervenants pendant les processus de conception des mesures d'adaptation. Par exemple, dans le cadre du processus d'ÉVA de la Middlesex-London Health Unit, un atelier a été organisé avec plus de 100 personnes

de divers groupes communautaires, organismes gouvernementaux et secteur de la santé. En plus de valider les résultats préliminaires de l'évaluation de la vulnérabilité, les participants ont également eu l'occasion de discuter de leurs préoccupations au sujet des impacts sanitaires des changements climatiques déjà observés dans la collectivité et de déterminer les efforts de collaboration nécessaires pour une adaptation efficace. De plus, les participants à l'atelier ont donné leur point de vue sur les points suivants (Berry et coll., 2014b) :

- les options pour réduire les risques actuels et futurs pour la santé par l'adaptation;
- les défis quant aux efforts d'adaptation actuels et futurs visant à protéger la santé;
- la volonté des organisations de participer aux stratégies d'adaptation relatives aux changements climatiques et à la santé;
- des moyens efficaces de communiquer les résultats des ÉVA.

Les perceptions du public et des décideurs quant aux interventions relatives au climat qui sont nécessaires ou appropriées peuvent différer. Par exemple, Schlosberg et coll. (2017) ont examiné les plans d'adaptation aux changements climatiques des conseils locaux en Australie et les ont comparés aux préoccupations liées aux changements climatiques et aux efforts d'adaptation proposés affichés sur les sites web et les comptes de médias sociaux des groupes environnementaux locaux. L'analyse a révélé qu'il y avait souvent peu de corrélation entre les plans d'adaptation aux changements climatiques et les préoccupations du public et des groupes environnementaux au sujet des impacts et des mesures d'adaptation suggérées. Les plans des administrations locales suivaient en grande partie une approche fondée sur le risque ou la résilience, tandis que les groupes d'intérêt public se concentraient beaucoup plus sur les impacts des changements climatiques sur « les besoins fondamentaux et les capacités de la vie quotidienne » (p. ex., la santé, la sécurité alimentaire, le logement, etc.), qui sont nécessaires pour atteindre la justice sociale (Nussbaum, 2011; Schlosberg et coll., 2017) et appuyer l'équité en santé. Les approches de participation et d'engagement communautaire sont une occasion de réduire ce fossé entre les décideurs et les besoins et perceptions du public et, par conséquent, d'élaborer des mesures d'adaptation efficaces qui appuient l'équité en santé.

Une étude menée aux États-Unis en 2018 a mis en lumière l'importance de consulter les membres de la collectivité et de comprendre leurs opinions et manières de voir afin d'appuyer l'élaboration de mesures relatives aux changements climatiques (Kreslake, 2019). Des résidents de trois régions des États-Unis (Californie du Sud, Floride et Arizona) qui ont récemment été touchées par des événements météorologiques extrêmes ont été interrogés afin de mieux comprendre l'importance perçue des mesures d'adaptation et d'atténuation des émissions de GES. Les participants ont été classés en fonction d'indicateurs individuels de vulnérabilité aux impacts sanitaires des changements climatiques. L'étude a révélé que les perceptions variaient d'un groupe de population à l'autre, les différences dans les types d'adaptation et les interventions d'atténuation des GES étant considérées comme les plus importantes. Par exemple, l'importance perçue des systèmes d'alerte d'urgence améliorés chez les personnes atteintes d'une maladie chronique était plus grande (Kreslake, 2019). De plus, les groupes racialisés ont accordé la priorité aux activités de communication des gouvernements locaux concernant les impacts des changements climatiques et les efforts d'atténuation des GES. Les résidents à faible revenu ont été parmi ceux qui ont manifesté le plus d'appui aux mesures visant à renforcer les services sociaux en cas d'événements météorologiques extrêmes (Kreslake, 2019).

Les différences de perception entre ces groupes illustrent le rôle important que peut jouer la participation du public dans l'élaboration de mesures relatives aux changements climatiques et à la santé. En travaillant avec les membres de la collectivité et les intervenants, on s'assure que les interventions d'adaptation atteignent ceux qui sont touchés de façon disproportionnée, fournissent de l'information de façon accessible, et motivent et habilent les personnes à faire des choix appropriés (Ebi et Semenza, 2008). Les approches participatives à l'élaboration de mesures d'adaptation peuvent créer l'espace et l'occasion pour les communautés de première ligne et défavorisées de participer activement aux processus décisionnels qui aboutissent à des politiques et des programmes qui auront une incidence directe sur leur vie (Ebi et Semenza, 2008; MSC, 2015; USDN, 2017, The Greenlining Institute, 2019).

La mobilisation des membres de la collectivité qui sont plus à risque de subir les impacts sanitaires des changements climatiques peut également favoriser l'amélioration des stratégies existantes d'adaptation aux changements climatiques. Afin d'améliorer l'équité dans son travail d'adaptation aux changements climatiques, la Ville de Vancouver s'est associée à l'organisme sans but lucratif Evergreen pour lancer un projet d'activités de mobilisation auprès des populations dont les voix ne sont pas souvent entendues dans le processus décisionnel public sur les changements climatiques (FCM, 2021). Au total, plus de 500 membres de la collectivité ont participé au processus de mobilisation et 21 intervenants clés d'organismes de services communautaires ont été interviewés. Les activités de mobilisation ont été adaptées pour répondre aux besoins et aux intérêts socioculturels propres à des groupes de population particuliers (p. ex., des activités ont été offertes dans cinq langues différentes), conçues pour tenir compte des intérêts et des activités des populations (p. ex., un groupe de personnes âgées a participé à une marche en forêt urbaine au cours de laquelle on a recueilli leurs observations concernant les changements climatiques et les comportements d'adaptation à la chaleur extrême) et tenues dans des endroits familiers et sécuritaires (Evergreen, 2020; FCM, 2021). En faisant part de leurs expériences vécues, les membres de la collectivité ont fourni des renseignements importants sur les changements climatiques actuels et les défis en matière de santé auxquels ils sont confrontés, particulièrement en ce qui concerne la chaleur extrême et la qualité de l'air. On a recueilli des commentaires sur l'efficacité des mesures et des stratégies d'adaptation existantes, ainsi que sur les besoins particuliers liés aux lieux qui permettent de se rafraîchir, à l'éducation et à la sensibilisation aux changements climatiques, au transport et à l'accès à l'eau. Par conséquent, des recommandations de mesures d'adaptation améliorées et supplémentaires ont été élaborées et seront intégrées à la stratégie d'adaptation de la Ville (Evergreen, 2020).

Encadré 9.6 Approche d'adaptation communautaire dirigée par les Inuits

Les processus d'adaptation communautaire permettent à la collectivité locale de déterminer les méthodes et les objectifs des mesures d'adaptation aux changements climatiques. Il s'agit souvent d'un partenariat entre les collectivités et les institutions, qui s'appuie sur les connaissances locales et traditionnelles existantes, les compétences, les réseaux, les technologies, les pratiques et les normes sociales et culturelles pour produire des mesures d'adaptation qui répondent aux besoins uniques des résidents locaux (Kirkby et coll., non daté).

Par exemple, Siku, le mot inuktitut pour « glace de mer », désigne une application mobile et une plateforme web nouvellement mises au point par les Inuits à l'intention de leurs communautés. L'application vise à accroître la sécurité des chasseurs inuits contre les aléas météorologiques et climatiques, tout en revitalisant les connaissances traditionnelles en mettant en commun des pratiques dans leur propre langue (Arctic Elder Society, 2019).

Avec la perte de pergélisol et la fonte de la glace de mer, la sécurité des chasseurs est une préoccupation importante pour les collectivités du Nord. L'application tente de répondre à ces préoccupations en intégrant les données météorologiques modernes, les données sur la glace de mer et l'imagerie satellitaire à des récits de première main des conditions et des observations de la faune, en utilisant des noms de lieux traditionnels dans plusieurs dialectes (Arctic Elder Society, 2019). Cette technologie permet aux chasseurs de faire part des conditions changeantes et dangereuses à leurs communautés en utilisant leurs propres systèmes linguistiques et de connaissances. Par exemple, dans un cas, un chasseur a marqué un champ de glace avec un panneau d'avertissement sur la carte dans l'application, en utilisant la langue inuite pour décrire la condition (Tutton, 2019). Quelques heures plus tard, la carte avait été mise à jour par d'autres chasseurs pour montrer qu'une fissure s'était élargie au point où, si des chasseurs l'avaient franchie, ils auraient été incapable de revenir (Tutton, 2019).

La Société des aînés de l'Arctique, un organisme de bienfaisance de Sanikiluaq, au Nunavut, a appuyé l'application comme moyen d'accroître la sécurité des chasseurs communautaires, de revitaliser les pratiques traditionnelles et de mobiliser le savoir et les dialectes inuits (Arctic Elder Society, 2019). L'approche communautaire habilite les chasseurs et les citoyens en tant que déterminants actifs du bien-être communautaire, tout en augmentant la cohésion sociale et la connaissance de la langue et des pratiques culturelles. Cette application est un projet unique qui souligne le droit à l'autodétermination des communautés autochtones et qui utilise les forces d'une communauté pour relever les défis liés aux changements climatiques d'une manière novatrice et culturellement pertinente.

Plusieurs cadres fournissent une orientation et des pratiques prometteuses pour un engagement communautaire inclusif et équitable à l'égard de la résilience aux changements climatiques et de la planification de l'adaptation, notamment :

- *Community-Based Adaptation to Climate-Related Health Impacts Framework* (Ebi et Semenza, 2008)

- *Making Equity Real in Climate Adaptation and Community Resilience Policies and Programs: A Guidebook* (The Greenlining Institute, 2019)
- *Equitable, Community-Driven Climate Preparedness Planning Framework* (USDN, 2017)
- *Community-Driven Climate Resilience Planning Framework* (Movement Strategy Centre, 2015)
- Mieux travailler ensemble : Collaboration avec les Inuits sur les mesures de lutte contre les changements climatiques dans l'Inuit Nunangat : Un cadre pour les organismes gouvernementaux et non gouvernementaux (ITK, 2019)

Afin d'accroître de façon appropriée la représentation et la participation de groupes qui ont souvent été exclus de la définition et de l'élaboration de mesures d'adaptation aux changements climatiques et à leurs conséquences sur la santé, il est important que les organisations et les acteurs décisionnels reconnaissent que des obstacles à la participation existent (comme les fardeaux financiers, les exigences de déplacement, la langue, les soins aux enfants, etc.), les éliminent et fassent preuve de sensibilité au contexte dans lequel la participation a lieu (Dhamoon et Hankivsky, 2011). Il est essentiel de consacrer du temps et des ressources pour bâtir des relations et cultiver la confiance, et créer des espaces et des processus d'engagement qui sont culturellement pertinents, inclusifs et sécuritaires pour les populations marginalisées.

Voici une liste de considérations et de mesures clés qui peuvent guider les décideurs lorsqu'ils cherchent à s'attaquer aux risques sanitaires liés aux changements climatiques grâce à l'engagement communautaire et à des approches communautaires :

- Mobiliser les collectivités et les résidents dès le début et tout au long du processus d'évaluation et d'adaptation aux changements climatiques (Moser et coll., 2017).
- Reconnaître la dynamique de pouvoir entre les acteurs qui prennent les décisions et les membres de la collectivité, en particulier avec les groupes qui sont victimes de discrimination (Dhamoon et Hankivsky, 2011; Hankivsky, 2014).
- S'attaquer aux comportements qui perpétuent les iniquités, par exemple, la domination de la science occidentale par rapport au savoir autochtone et les tendances inégales de participation aux processus décisionnels, et y remédier.
- Travailler avec la collectivité pour déterminer les priorités, les préoccupations et les défis actuels, ainsi que les iniquités existantes (Dhamoon et Hankivsky, 2011).
- Déterminer le niveau de littératie de la collectivité en matière de changements climatiques et de santé et adapter les activités de mobilisation de façon appropriée.
- Reconnaître les collectivités et les membres marginalisés comme des agents actifs du changement et déterminer les forces et les actifs de la collectivité – en évitant les récits de victimisation.
- Écouter les membres de la collectivité et intégrer leurs connaissances et leurs actifs locaux.
- Rencontrer les partenaires là où ils se trouvent et d'où ils viennent (Shi et coll., 2016; Moser et coll., 2017), par exemple, mener des activités de mobilisation et parler aux résidents là où ils sont le plus à l'aise, comme des lieux de rassemblement communautaires traditionnels.

Conscients de l'importance d'inclure la contribution de la collectivité dans l'élaboration de plans d'action sur les changements climatiques et de stratégies d'adaptation, les décideurs locaux et régionaux élaborent des approches communautaires novatrices pour recueillir des commentaires. En 2012, la Ville de Portland, dans l'Oregon, a commencé à mettre à jour son plan d'action climatique. Reconnaissant que les stratégies antérieures sur les changements climatiques ne tenaient pas compte des considérations d'équité sociale, la Ville a pris intentionnellement des mesures pour intégrer l'équité à chaque étape du processus et a veillé à ce que le plan ait une optique d'équité (Williams-Rajee et Evans, 2016). Un groupe de travail sur l'équité composé de six organismes communautaires (OC) qui représentaient les populations à faible revenu et les communautés racialisées a été créé. Des fonds ont été accordés à ces OC pour appuyer leur participation au groupe de travail. Le Groupe de travail sur l'équité a collaboré avec le Comité directeur du plan d'action contre les changements climatiques pour mettre la dernière main à un cadre de considérations sur l'équité que le personnel a utilisé pour évaluer chaque mesure proposée dans le projet du plan d'action contre les changements climatiques. Le Groupe de travail sur l'équité a ensuite examiné le plan mis à jour pour s'assurer que ses commentaires avaient été intégrés efficacement. Un *Guide de mise en œuvre de l'équité* a également été élaboré par le Groupe de travail sur l'équité comme document d'accompagnement de la version finale du *Plan d'action pour le climat* de 2015, et comprenait une approche de mise en œuvre et d'autres recommandations pour intégrer l'équité dans les mesures de lutte contre les changements climatiques (Williams-Rajee et Evans, 2016).

Les résultats des mesures d'adaptation sont le produit du travail des personnes et des organisations au niveau local, ce qui peut favoriser l'impression que les mesures d'adaptation sont la responsabilité exclusive des décideurs locaux (Pelling et Garschagen, 2019). Toutefois, étant donné que les politiques, les normes et les règlements nationaux, provinciaux et territoriaux, comme l'aménagement du territoire, les codes du bâtiment, la fiscalité, les incitatifs financiers, la réglementation environnementale et les mesures connexes, influent sur les conditions et les moyens de subsistance locaux ainsi que sur de nombreux déterminants de la santé importants, il faut que les considérations d'équité en santé liées à l'adaptation soient prises en compte à toutes les échelles de prise de décisions (Pelling et Garschagen, 2019).

En plus de travailler avec un large éventail de membres et d'organisations communautaires, les intervenants du secteur de la santé et de l'extérieur devraient participer à la planification de l'adaptation en matière de changements climatiques et de santé. Les impacts et les conditions des changements climatiques qui façonnent les déterminants de la santé touchent plusieurs secteurs et ne relèvent pas clairement de compétences et de mandats définis, ce qui rend difficile l'attribution de la responsabilité à un secteur en particulier (Friel, 2019). Afin de maximiser les possibilités offertes par les mesures d'adaptation pour renforcer les déterminants de la santé et s'attaquer aux facteurs d'iniquité en santé, la collaboration multisectorielle dans un éventail de disciplines (sciences, sciences sociales, sciences humaines, etc.) et de secteurs est essentielle (CSDH, 2008; Friel, 2019).

9.5.4 Évaluation des mesures d'adaptation pour l'équité en santé

Les interactions complexes entre les déterminants de la santé, les iniquités actuelles et prévues en santé et les mesures d'adaptation aux changements climatiques font qu'il est difficile d'évaluer les effets immédiats et à long terme des interventions liées aux changements climatiques sur la santé humaine et l'équité en

santé (Boeckmann et Zeeb, 2016). Compte tenu de l'urgence de l'enjeu climatique, en particulier en ce qui concerne les effets sur la gravité et la fréquence des événements météorologiques extrêmes, les décideurs doivent souvent concevoir et mettre en œuvre des mesures d'adaptation sans disposer de cette information. L'évaluation des mesures d'adaptation en fonction de leur efficacité pour protéger la santé, y compris la promotion de l'équité en santé, peut fournir des renseignements importants sur leurs avantages et déterminer où des modifications peuvent être nécessaires.

Les cadres qui évaluent spécifiquement l'impact des mesures d'adaptation aux changements climatiques sur l'équité en santé sont limités, et peu d'entre eux ont été évalués ou mis en œuvre dans la pratique. Néanmoins, ils peuvent être utiles pour orienter les efforts des autorités de santé publique afin de se préparer aux impacts des changements climatiques. Par exemple, le cadre de Boeckmann et Zeeb (2016) évalue l'efficacité d'une mesure d'adaptation en évaluant son effet sur sept domaines de déterminants de la santé (p. ex., infrastructure, social, économique, communautaire, environnemental) (figure 9.4). Des indicateurs et des questions guide liés à l'accès à l'information, aux valeurs culturelles, aux services de santé et à l'engagement civique sont fournis pour aider les utilisateurs à conceptualiser les répercussions positives et négatives de leurs mesures d'adaptation.

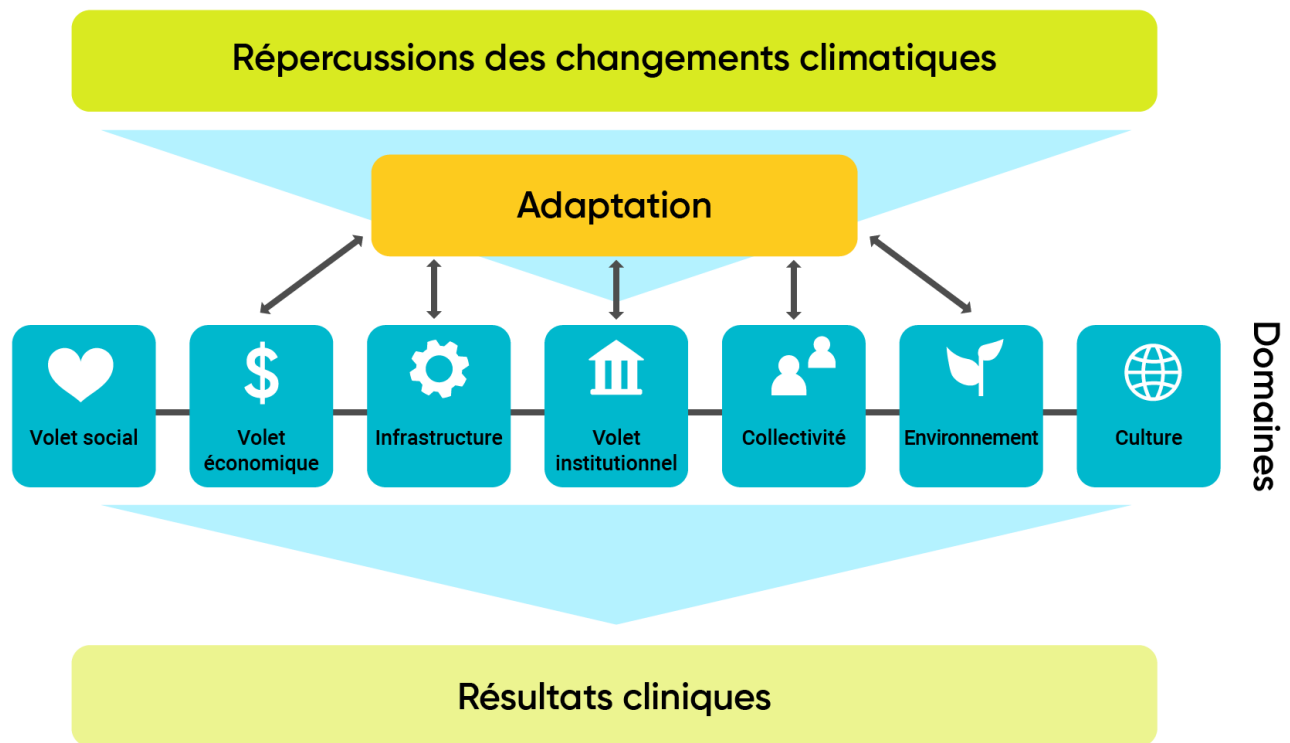


Figure 9.4 Cadre théorique axé sur le domaine pour évaluer l'adaptation en fonction des préoccupations en matière de justice. Source : Boeckmann et Zeeb, 2016.

Reconnaissant qu'il est difficile d'associer des résultats pour la santé à des mesures d'adaptation précises dans de nombreux cas, ce cadre met en évidence les liens entre l'adaptation et les domaines sociaux

plus vastes qui sont associés aux déterminants de la santé (Boeckmann et Zeeb, 2016). Cela permet une conceptualisation beaucoup plus large de la façon dont les mesures d'adaptation s'intègrent dans divers contextes sociaux et peut faire progresser la compréhension des impacts à court et à long terme des mesures d'adaptation sur l'équité en santé ainsi que des concepts connexes de justice environnementale. Les indicateurs du cadre et les questions guide pourraient être appliqués aux ÉVA menées par les autorités de la santé afin d'évaluer les stratégies d'adaptation en matière de santé ainsi que les mesures mises en œuvre dans d'autres secteurs qui peuvent avoir des impacts directs ou indirects sur la santé humaine. Étant donné la diversité des acteurs qui interviennent dans chacun des sept domaines, le cadre favorise également une approche multisectorielle du développement et de l'évaluation de l'adaptation. L'utilisation pratique du cadre dépend de la disponibilité des données (Boeckmann et Zeeb, 2016), mais la collaboration entre les praticiens, le milieu universitaire et d'autres intervenants pourrait favoriser la recherche et la collecte des données.

Comme il a été mentionné précédemment, l'outil EIES (MSSLDO, 2012) et l'outil d'ACS+ (Gouvernement du Canada, 2019b), bien qu'ils n'aient pas été conçus précisément dans le contexte des changements climatiques, pourraient être utiles pour tenir compte de l'équité en santé dans les mesures relatives aux changements climatiques, lorsqu'ils sont appliqués aux processus d'ÉVA et aux mesures d'adaptation. Le *Equity Assessment Tool* (outil d'évaluation de l'équité, Race Forward, 2018) pourrait également être appliqué aux activités liées aux changements climatiques et à la santé, et s'est révélé efficace pour cerner les occasions d'améliorer l'équité raciale dans les activités de planification et d'engagement communautaire lors d'un projet pilote à Seattle fondé sur un scénario de chaleur extrême (Equity Matters, 2015).

9.6 Lacunes sur le plan des connaissances

Au Canada, il existe de nombreuses lacunes dans les connaissances sur l'incidence actuelle des changements climatiques sur l'équité en santé et sur la façon dont cela pourrait être exacerbé par le réchauffement futur. On reconnaît de plus en plus que l'équité en santé doit guider les plans d'adaptation, mais il y a peu d'exemples et de ressources au Canada pour aider les acteurs de la santé publique dans ces activités, et il y a peu d'exemples précis de mesures d'adaptation en santé qui favorisent l'équité en santé. Dans bien des cas, l'avancement de la recherche et des connaissances dans ce domaine exigera la collaboration des différents ordres de gouvernement (de l'échelle locale à l'échelle nationale), ainsi que des secteurs et des disciplines. Les besoins importants en matière de connaissances sont, notamment :

- Une meilleure compréhension de la façon dont l'état des déterminants de la santé et les multiples iniquités existantes en matière de santé peuvent influencer sur les vulnérabilités en matière de santé actuelles et futures face aux changements climatiques au Canada. Cela englobe notamment ce qui suit :
 - Une analyse approfondie des facteurs en amont des iniquités, y compris les structures et les systèmes sociaux, culturels, économiques et politiques, et de la façon dont ils interagissent avec les changements climatiques pour donner lieu à des risques et des impacts différentiels sur la santé et les exacerber.

- Une meilleure compréhension de la façon dont les déterminants de la santé et d'autres facteurs identitaires influent individuellement sur la vulnérabilité aux impacts des changements climatiques sur la santé, et de l'effet cumulatif qu'ils peuvent avoir ensemble. Par exemple, les différences fondées sur le sexe sont souvent relevées lorsqu'on examine les impacts des changements climatiques sur des populations particulières, mais l'analyse de la vulnérabilité découlant du genre est rare (Bunce et Ford, 2015).
- Il faut améliorer la collecte de données, y compris des données ventilées selon le sexe, la race et le genre, ainsi que d'autres données démographiques (p. ex., situation socioéconomique) pour mieux analyser la façon dont les divers facteurs identitaires et les iniquités existantes se recoupent pour façonner la vulnérabilité aux effets des changements climatiques.
- À mesure que la compréhension de la nature multidimensionnelle de la vulnérabilité évolue, il faudra créer de nouveaux cadres et outils d'évaluation des impacts des changements climatiques sur la santé des personnes et des collectivités qui tiennent compte de multiples facteurs simultanés de vulnérabilité. De telles méthodes devraient permettre de recueillir des renseignements sur les conditions et les systèmes sociaux, culturels, politiques et économiques plus vastes qui créent des iniquités, et permettre une analyse de la façon dont ceux-ci peuvent aggraver la vulnérabilité.
- Au Canada, on comprend très peu la relation entre la répartition géographique des populations touchées de façon disproportionnée par les changements climatiques et la capacité du système de santé. Par exemple, des études qui analysent la capacité du système de santé par rapport à l'endroit où vivent les populations touchées de façon disproportionnée sont nécessaires pour mieux informer les ÉVA et élaborer des stratégies d'adaptation efficaces.
- L'écart entre les approches théoriques (p. ex., intersectionnalité) et la pratique devrait être comblé afin d'améliorer les connaissances sur la façon de mieux tenir compte des considérations d'équité en santé et de les intégrer dans les activités liées aux changements climatiques et à la santé, comme les ÉVA et les plans d'adaptation.
- Il est nécessaire de mieux comprendre la façon dont les diverses stratégies d'atténuation des GES et d'adaptation élaborées par le secteur de la santé et d'autres secteurs peuvent avoir une incidence positive ou négative sur les déterminants de la santé et les iniquités existantes en matière de santé (Paavola, 2017). Des cadres et des outils rigoureux d'évaluation et de surveillance de l'adaptation sont nécessaires pour mieux comprendre cette relation.
- Il faut améliorer les directives et les exemples de mesures d'adaptation intersectorielles, interdisciplinaires et multisectorielles pour protéger la santé et promouvoir l'équité en santé.

9.7 Conclusion

Ce chapitre examine les liens entre les changements climatiques, les déterminants de la santé et l'équité en santé, en mettant particulièrement l'accent sur les dimensions de l'équité en santé dans la vulnérabilité

aux changements climatiques et l'adaptation à ceux-ci. Les causes des changements climatiques et des iniquités en santé sont très semblables. Les grands systèmes, comme les systèmes de transport, d'énergie et d'alimentation, sont d'importantes sources d'émissions de GES, mais ils façonnent également les conditions de vie et de travail et influencent d'autres déterminants de la santé (Rudolph et coll., 2018). Les impacts sanitaires des changements climatiques peuvent se manifester dans l'état des déterminants de la santé, qui a un effet important sur la vulnérabilité à ces impacts et sur la capacité d'adaptation. Les données probantes révèlent que les impacts des changements climatiques peuvent causer de nouvelles iniquités sur le plan de la santé et accroître celles qui existent déjà au Canada. Cette situation est déjà observée et rien ne changera à l'avenir si aucune mesure d'adaptation n'est prise pour corriger les iniquités.

Alors que la compréhension de la vulnérabilité évolue, une approche intersectionnelle des ÉVA et du développement de l'adaptation peut saisir la complexité des facteurs de vulnérabilité qui se recoupent et la nature hétérogène des populations touchées de façon disproportionnée. Une plus grande application des approches et des pratiques intersectionnelles dans la recherche sur les changements climatiques et la santé fournira des leçons que les responsables de la santé publique pourront utiliser dans leurs efforts de planification en vue des changements climatiques.

Compte tenu de la variation de l'état des déterminants de la santé et, par conséquent, de la vulnérabilité aux changements climatiques, l'efficacité des mesures d'adaptation et d'intervention pour contrer les risques sanitaires liés au climat variera selon les personnes, les collectivités et les régions. Les résultats des mesures d'adaptation ne sont pas toujours équitables et peuvent, par inadvertance, accroître les iniquités en santé, réduisant encore davantage la capacité d'adaptation.

Les impacts des changements climatiques sur la santé se font souvent ressentir de façon disproportionnée dans les populations défavorisées et marginalisées, qui ont souvent une capacité limitée de se débrouiller ou de s'adapter. Il est donc important que les acteurs de la santé publique tiennent compte de l'équité en santé dans leurs actions en matière de changement climatique et de santé. À ce jour, la mesure dans laquelle l'équité en santé a été intégrée et favorisée dans les activités liées aux changements climatiques et à la santé, tant à l'échelle mondiale qu'au Canada, a été limitée. Bien qu'il subsiste des lacunes importantes dans les connaissances, il est possible de mieux tenir compte des considérations d'équité en santé et de les intégrer dans les ÉVA, ainsi que dans les mesures d'adaptation pour garantir des résultats équitables. La cartographie des actifs, la cartographie des vulnérabilités et les cadres d'équité en matière de santé peuvent compléter les processus d'ÉVA. L'amélioration de l'engagement communautaire, de la collaboration multisectorielle et de l'évaluation des mesures d'adaptation en fonction de leurs impacts sur l'équité en santé peut garantir que les besoins sont satisfaits et que les résultats sont équitables.

Les mesures d'adaptation et d'atténuation concernant les effets des changements climatiques peuvent être mises à profit pour s'attaquer aux facteurs systémiques responsables des iniquités en santé et d'autres injustices sociales de façon à accroître les résultats positifs en matière de santé, la cohésion sociale et la résilience face aux changements climatiques (Rudolph et coll., 2018; Kreslake, 2019). Une vaste collaboration multisectorielle et la coopération en matière d'élaboration de politiques sont nécessaires pour faire progresser ce travail. Les acteurs de la santé publique et les décideurs de tous les secteurs et domaines disciplinaires ont une occasion importante de protéger les Canadiens contre les impacts des changements climatiques tout en corrigeant les iniquités existantes et en renforçant les déterminants de la santé.

9.8 Références

- Adaptation Clearinghouse. (2011). *Guide to equitable, community-driven climate preparedness planning*. Consulté sur le site: <<https://www.adaptationclearinghouse.org/resources/guide-to-equitable-community-driven-climate-preparedness-planning.html>>
- Adger, W.N., Brooks, N., Kelly, M., Bentham, G., Agnew, M., et Eriksen, S. (2004). *New indicators of vulnerability and adaptive capacity*. Tyndall Centre Working Paper. Norwich, United Kingdom: Tyndall Centre for Climate Change Research. Consulté sur le site: <<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.112.2300etrep=rep1ettype=pdf>>
- Administratrice en chef de la santé publique. (2019). *Lutte contre la stigmatisation : vers un système de santé plus inclusif*. Gouvernement du Canada. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/organisation/publications/rapports-etat-sante-publique-canada-administrateur-chef-sante-publique/lutte-contre-stigmatisation-vers-systeme-sante-plus-inclusif.html>>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2008). *Rapport de l'administrateur en chef de la santé publique sur l'état de la santé publique au Canada 2008*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/content/dam/phac-aspc/migration/phac-aspc/cphorsphc-respcacsp/2008/fr-rc/pdf/CPHO-Report-f.pdf>>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2017). *Rapport de l'administrateur en chef de la santé publique sur l'état de la santé publique au Canada, 2017 – Concevoir un mode de vie sain*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/rapport-administrateur-en-chef-sante-publique-sur-etat-sante-publique-au-canada/2017-concevoir-mode-vie-sain.html>>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2018). *Les principales inégalités en santé au Canada: Un portrait national, Initiative pancanadienne sur les inégalités en santé*. Consulté sur le site : <https://www.canada.ca/content/dam/phac-aspc/documents/services/publications/science-research/key-health-inequalities-canada-national-portrait-executive-summary/key_health_inequalities_full_report-fra.pdf>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2019). *Lutte contre la stigmatisation : vers un système de santé plus inclusif*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/organisation/publications/rapports-etat-sante-publique-canada-administrateur-chef-sante-publique/lutte-contre-stigmatisation-vers-systeme-sante-plus-inclusif.html>>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2020). *Déterminants sociaux et iniquités en santé des Canadiens Noirs : un aperçu, Réseau pancanadien de santé publique*. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/content/dam/phac-aspc/documents/services/health-promotion/population-health/what-determines-health/social-determinants-inequities-black-canadians-snapshot/iniquitec3%a9s-en-santc3%a9-canadiens-noirs.pdf>>
- Arctic Elder Society. (2019). *The Indigenous Knowledge Social Network*. SIKU. Consulté sur le site: <<https://siku.org/>>
- Arora-Jonsson, S. (2011). Virtue and vulnerability: Discourses on women, gender and climate change. *Global Environmental Change*, 21(2), 744-751.
- Association médicale canadienne (AMC). (n.d.). *Assurer un accès équitable aux soins de santé*. Consulté sur le site: <<https://policybase.cma.ca/fr/viewer?file=%2fdocuments%2fPolicyPDF%2fPD14-04F.pdf#phrase=false>>
- Association canadienne de santé publique (ACSP). (2015). *Global Change and Public Health: Addressing the Ecological Determinants of Health*. Consulté sur le site: <<https://www.cpha.ca/fr/document-de-travail-sur-les-determinants-ecologiques-de-la-sante>>
- Auger, N., Fraser, W.D., Smargiassi, A., et Kosatsky, T. (2015). Ambient Heat and Sudden Infant Death: A Case-Crossover Study Spanning 30 Years in Montreal, Canada. *Environmental Health Perspectives*, 123(7), 712–716. <<https://doi.org/10.1289/ehp.1307960>>
- Auger, N., Naimi, A., Smargiassi, A., Lo, E., et Kosatsky, T. (2014). Extreme heat and risk of early delivery among preterm and term pregnancies. *Epidemiology*, 25(3), 344-350. doi: 10.1097/EDE.0000000000000074.
- Banque du Canada. (2021). *Revue du système financier – 2021*. Consulté sur le site: <https://www.banqueducanada.ca/2021/05/revue-du-systeme-financier-2021/?_ga=2.63864431.1190274468.1638975750-1253089937.1638975750>
- Bekkar, B., Pacheco, S., Basu, R., et DeNicola, N. (2020). Association of Air Pollution and Heat Exposure With Preterm Birth, Low Birth Weight, and Stillbirth in the US: A Systematic Review. *JAMA Network Open*, 3(6), e208243. doi:10.1001/jamanetworkopen.2020.8243
- Benmarhnia, T., Alexander, S., Price, K., Smargiassi, N.K., et Kaufman, J.S. (2017). The heterogeneity of vulnerability in public health: a heat wave action plan as a case study. *Critical Public Health*, 28(5), 619-625. doi:10.1080/09581596.2017.1322176.
- Bennett, J. (2015). *Innovations en matière de logement au Nunatsiavut*. Canadian Geographic. Consulté sur le site: <<https://www.canadiangeographic.ca/article/housing-innovations-nunatsiavut>>
- Bennett, C.M., et Friel, S. (2014). Impacts of climate change on inequities in child health. *Children*, 1(3), 461-473. doi: 10.3390/children1030461

- Bennett, H., et King, P. (2018). Pro-equity climate change and environmental sustainability action by district health boards in Aotearoa/New Zealand. *New Zealand Medical Journal*, 131(1481), 56-63.
- Berry, P., Clarke, K.-L., Fleury, M. D., et Parker, S. (2014a). Santé humaine. Dans F. J. Warren et D. S. Lemmen (éd.), *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation* (pages 191 à 232). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.643395/publication.html>>
- Berry, P., Enright, P.M., Shumake-Guillemot, J., Prats, E.V., et Campbell-Lendrum, D. (2018). Assessing health vulnerabilities and adaptation to climate change: A review of international progress. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2626. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15122626>>
- Berry, P., McBean, G., et Seguin, J. (2008). Vulnérabilités aux dangers naturels et aux conditions météorologiques extrêmes. Dans J. Séguin (éd.), *Santé et changements climatiques: évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada* (pages 43 à 112). Ottawa, ON: Gouvernement of Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.635906/publication.html>>
- Berry, P., Paterson, J., et Buse, C. (2014b). *Assessment of Vulnerability to the Health Impacts of Climate Change in Middlesex-London*. Middlesex-London Health Unit.
- Boeckmann, M., et Zeeb, H. (2014). Using a social justice and health framework to assess European climate change adaptation strategies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(12), 12389-12411. <<https://doi.org/10.3390/ijerph111212389>>
- Boeckmann, M., et Zeeb, H. (2016). Justice and equity implications of climate change adaptation: A theoretical evaluation framework. *Healthcare*, 4(65). doi:10.3390/healthcare4030065
- Booth, G.L., Luo, J., Park, A.L., Feig, D.S., Moineddin, R., et Ray, J.G. (2017). Influence of environmental temperature on risk of gestational diabetes. *CMAJ : Canadian Medical Association Journal = Journal de l'Association Médicale Canadienne*, 189(19), E682-E689. <<https://doi.org/10.1503/cmaj.160839>>
- Building Resilient Neighbourhoods (BRN). (n.d.). Consulté sur le site: <<https://resilientneighbourhoods.ca/>>
- Bunce, A., et Ford, J. (2015). How is adaptation, resilience, and vulnerability research engaging with gender? *Environmental Research Letters*, 10(12), 123003. doi:10.1088/1748-9326/10/12/123003
- Bunce, A., Ford, J., Harper, S., et Edge, V. (2016). Vulnerability and adaptive capacity of Inuit women to climate change: A case study from Iqaluit, Nunavut. *Natural Hazards*, 83(3), 1419-1441. Consulté sur le site: <<https://doi.org/10.1007/s11069-016-2398-6>>
- Buse C. G. (2018). Why should public health agencies across Canada conduct climate change and health vulnerability assessments? *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne de Sante Publique*, 109(5-6), 782-785. <<https://doi.org/10.17269/s41997-018-0118-6>>
- Buse, C.G., et Patrick, R. (2020). Climate change glossary for public health practice: from vulnerability to climate justice. *Journal of Epidemiology et Community Health*, 74(10), 1-5.
- Bush, E., et Lemmen D. (éd.). (2019). *Rapport sur le climat changeant du Canada*. Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/>>
- Bustinza, R., Lebel, G., et Dubé, M. (2016). Évaluation de la performance des avertissements de chaleur extrême émis par le système SUPREME au Québec de 2010 à 2016. Institut National de Santé Publique du Québec. Consulté sur le site: <<https://www.inspq.qc.ca/bise/evaluation-de-la-performance-des-avertissements-de-chaleur-extreme-emis-par-le-systeme-supreme-au-quebec-de-2010-2016>>
- California Building Resilience Against Climate Effects (CalBRACE). (2018). *Climate Change and Health Vulnerability Indicators for California*. Sacramento, CA: California Department of Public Health.
- Centre de collaboration nationale de la santé autochtone (CCNSA). (2013). *Aperçu de la santé des Autochtones au Canada*. Consulté sur le site: <<https://www.cnsa.ca/docs/context/FS-OverviewAboriginalHealth-FR.pdf>>
- Centre de collaboration nationale des déterminants de la santé (CCNDS). (2013). *Guide sur les cadres d'engagement communautaire pour agir sur les déterminants sociaux de la santé et l'équité en santé*. Consulté sur le site: <<https://nccdh.ca/fr/resources/entry/a-guide-to-community-engagement-frameworks>>
- Centre de collaboration nationale des déterminants de la santé (CCNDS) et Centre de collaboration nationale sur les politiques publiques (CCNPP). (2016). *La santé publique a la parole : Intersectionnalité et équité en santé*. Antigonish, N.-É. and Montreal, Qc. Consulté sur le site: <<https://nccdh.ca/fr/resources/entry/public-health-speaks-intersectionality-and-health-equity>>
- Centre de collaboration nationale de la santé autochtone (CCNSA). (2019). *L'accès aux services de santé comme un déterminant social de la santé des Premières Nations, des Inuits et des Métis*. Consulté sur le site: <<https://www.cnsa.ca/docs/determinants/FS-AccessHealthServicesSDOH-2019-FR.pdf>>
- Centre de collaboration nationale des déterminants de la santé (CCNDS). (2021). *Résilience face aux changements climatiques - deuxième partie : rôles et démarches de la santé publique*. Antigonish, N.É.: CCNDS, Université St Francis Xavier.



- Chakraborty, L., Rus, <h., <henstra, D., Thistlethwaite, J., et Scott, D. (2020). A place-based socioeconomic status index: Measuring social vulnerability to flood hazards in the context of environmental justice. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 43, 101394. <<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101394>>
- Comptables Professionnels Agées Canada (CPA). (2017). *Inégalité des revenus au Canada : Le facteur urbain*. Consulté sur le site: <<https://www.cpacanada.ca/fr/interet-public/politiques-publiques-relations-gouvernements/recherche-economie-politiques/inegalite-revenus>>
- Centre de recherche par sondage de l'Université de Waterloo. (2019). *Survey of health sector officials: A contribution to Health Canada's climate change and health adaptation capacity building program and the national assessment technical and data analysis report*. Report prepared for Health Canada.
- City of Vancouver. (n.d.). *Programme Quartiers résilients*. Consulté sur le site: <<https://vancouver.ca/people-programs/resilient-neighbourhoods-program.aspx>>
- Cleveland, C.J., Ashmore, J., Barnhart, A., Dudley, T., Lillie, M., Zhang, A., Lusk, K., Plastrik, P., et Cleveland, J. (2020). *Climate of Crisis: How Cities Can Use Climate Action to Close the Equity Gap, Drive Economic Recovery, and Improve Public Health*. Boston, MA: Boston University Institute for Sustainable Energy, Boston University Initiative on Cities, Innovation Network for Communities. Consulté sur le site: <<https://www.bu.edu/ise/files/2020/09/climate-of-crisis-september-2020.pdf>>
- Colussi, M.M. (2000). *The Community Resilience Manual – A Resource for Rural Recovery et Renewal*. Canadian Centre for Community Renewal. Consulté sur le site: <https://communityrenewal.ca/sites/all/files/resource/P200_0.pdf>
- Commission on Social Determinants of Health (CSDH). (2008). *Closing the gap in a generation. Health equity through action on the social determinants of health*. Consulté sur le site: <https://www.who.int/social_determinants/final_report/csdh_finalreport_2008.pdf>
- Commission of the Pan American Health Organization on Equity and Health Inequities in the Americas. (2019). *Health Equity and Dignified Lives-Report of the Commission of the Pan American Health Organization on Equity and Health Inequalities in the Americas*. Washington, DC: Pan American Health Organization. Consulté sur le site: <<https://iris.paho.org/handle/10665.2/51571>>
- Conway, T., et Scott, J.L. (2020). *Urban Forests in a Changing Climate*. The Greenbelt Foundation. Consulté sur le site: <https://d3n8a8pro7vhmx.cloudfront.net/greenbelt/pages/14604/attachments/original/1600457503/UrbanForestsChangingClimate_REPORT_E-ver_REV.pdf?1600457503>
- CREW. (n.d.). *Resilient Ville Canada*. Consulté sur le site: <<http://www.crewtoronto.ca/resilientville/>>
- Dahlgren, G., et Whitehead, M. (1991). *Policies and Strategies to Promote Social Equity in Health*. Stockholm, Sweden: Institute for Future Studies. Consulté sur le site: <<http://eurohealthnet.eu/sites/eurohealthnet.eu/files/publications/DETERMINE-Final-Publication-Story.pdf>>
- Deas, M., Grannis, J., Hoverter, S., et DeWeese, J. (2017). *Opportunities for Equitable Adaptation in Cities: A Workshop Summary Report*. Georgetown Climate Center. Consulté sur le site: <http://www.georgetownclimate.org/files/report/GCC-Opportunities_for_Equitable_Adaptation-Feb_2017.pdf>
- Dhamoon, R.K., et Hankivsky, O. (2011). Why the Theory and Practice of Intersectionality Matter to Health Research and Policy. In O. Hankivsky (Ed), *Health Inequities in Canada: Intersectional Frameworks and Practices* (pp. 16-50). Vancouver, BC: UBC Press. Consulté sur le site: <<https://www.ubcpres.ca/asset/9407/1/9780774819756.pdf>>
- Dominey-Howes, D., Gorman-Murray, A., et McKinnon, S. (2014). Queering disasters: on the need to account for LGBTI experiences in natural disaster contexts. *Gender, Place et Culture*, 21(7), 905-918. <<https://doi.org/10.1080/0966369X.2013.802673>>
- Dowsley, M., Gearheard, S., Johnson, N., et Inksetter, J. (2010). Should we turn the tent? Inuit women and climate change. *Études Inuit Studies*, 34(1), 151–165. <<https://doi.org/10.7202/045409ar>>
- Dolyle, H. (2017). Public health unit survey 2016: Climate change and health. Presentation to TOPHC.
- Drolet, J. L., et Sampson, T. (2017). Addressing climate change from a social development approach: Small cities and rural communities' adaptation and response to climate change in British Columbia, Canada. *International Social Work*, 60(1), 61-73. doi: 10.1177/0020872814539984
- Ebi, K. L. (2009). Facilitating climate justice through community-based adaptation in the health sector. *Environmental Justice*, 2(4), 191-195. <<https://doi.org/10.1089/env.2009.0031>>
- Ebi, K. L. (2020). Mechanisms, policies, and tools to promote health equity and effective governance of the health risks of climate change; *Journal of Public Health Policy*, 41,11-13. doi:10.1057/s41271-019-00212-2.
- Ebi, K. L., Anderson, V., Berry, P., Paterson, J., et Yusa, A. (2016). *directives de l'Ontario relatives à l'évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation de la santé face au changement climatique.* Consulté sur le site: <https://www.health.gov.on.ca/fr/common/ministry/publications/reports/climate_change_toolkit/climate_change_toolkit.pdf>
- Ebi, K. L., Fawcett, S. B., Spiegel, J., et Tovalin, H. (2016). Carbon pollution increases health inequities: lessons in resilience from the most vulnerable. *Revista Panamericana de Salud Publica = Pan American journal of public health*, 40(3), 181–185.



- Ebi, K. L., et Hess, J. J. (2020). Health Risks Due To Climate Change: Inequity In Causes And Consequences. *Health Affairs (Project Hope)*, 39(12), 2056–2062.
- Ebi, K.L., Hess, J.J., et Watkiss, P. (2017). Health Risks and Costs of Climate Variability and Change. In C.N. Mock, R. Nugent, O. Kobusingye, et K.R. Smith (Eds.), *Injury Prevention and Environmental Health, 3rd edition*. Washington, DC: The International Bank for Reconstruction and Development et The World Bank. doi: 10.1596/978-1-4648-0522-6_ch8
- Ebi, K. L., et Semenza, J. C. (2008). Community-based adaptation to the health impacts of climate change. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(5), 501-507. doi: 10.1016/j.amepre.2008.08.018.
- English, P. M., Richardson, R., Morello-Frosch, M., Pastor, J., Said, G., King, W., ... et Jerrett., M. (2013). Racial and Income Disparities in Relation to a Proposed Climate Change Vulnerability Screening Method for California. *The International Journal of Climate Change: Impacts and Responses*, 4(2), 1–18.
- Environmental Protection Agency (EPA). (2008). Urban Heat Island Basics. In *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies*. Consulté sur le site: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-05/documents/reducing_urban_heat_islands_ch_1.pdf>
- Equity Matters. (2015). *Extreme heat scenario-based pilot project in frontline communities- Community-driven planning process- Racial equity mini evaluation*. City of Seattle. Consulté sur le site: <https://www.usdn.org/uploads/cms/documents/heat_sceanrio_racial_equity_evaluation_mini-report_-_final.pdf>
- Étude sur l'alimentation, la nutrition et l'environnement chez les Premières Nations (EANEPN). (2019). *Résumé des conclusions et des recommandations pour huit régions de l'Assemblée des Premières Nations 2008-2018*. Consulté sur le site: <http://www.fnfn.ca/docs/EANEPN_Re%CC%81sume%CC%81_20_oct_2021_FINAL.pdf>
- Evergreen. (2020). *Climate Risks- Engaging Vulnerable Populations*. Consulté sur le site: <https://www.evergreen.ca/downloads/pdfs/Evergreen_Climate_Risks_Report_2020_FINAL.pdf>
- Fédération canadienne des municipalités (FCM). (2021). *L'adaptation aux changements climatiques sous l'angle de l'équité*. Consulté sur le site: <<https://fcm.ca/fr/ressources/mic/adaptation-aux-changements-climatiques-et-equite>>
- Ford, J. D., Pearce, T., Gilligan, J., Smit, B., et Oakes, J. (2008). Climate change and hazards associated with ice use in northern Canada. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 40(4), 647–659. Consulté sur le site: <[https://doi.org/10.1657/1523-0430\(07-040\)\[FORD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1657/1523-0430(07-040)[FORD]2.0.CO;2)>
- Foster, S., Leichenko, R., Nguyen, K. H., Blake, R., Kunreuther, H., Madajewicz, M., Petkova, E. P., Zimmerman, R., Corbin-Mark, C., Yeampierre, E., Tovar, A., Herrera, C., et Ravenborg, D. (2019). New York City Panel on Climate Change 2019 Report Chapter 6: Community-Based Assessments of Adaptation and Equity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1439(1), 126–173. <<https://doi.org/10.1111/nyas.14009>>
- Friel, S. (2019). *Climate Change and the People's Health* (N. Krieger, Ed). Oxford University Press.
- Gamble, J.L., Balbus, J., Berger, M., Bouye, K., Campbell, V., Chief, K., ... et Wolkin, A.F. (2016). Populations of Concern. In A.J. Balbus, J.L. Gamble, C.B. Beard, J.E. Bell, D. Dodgen, R.J. Eisen, N. Fann, M.D. Hawkins, S.C. Herring, L. Jantarasami, D.M. Mills, S. Saha, M.C. Sarofim, J. Trtanj, et L. Ziska (Eds), *The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment*. U.S. Global Change Research Program. Consulté sur le site: <https://s3.amazonaws.com/climatehealth2016/low/ClimateHealth2016_09_Populations_small.pdf>
- Georgetown Climate Center. (2020). *Equitable Adaptation Legal and Policy Toolkit*. Consulté sur le site: <<https://www.georgetownclimate.org/adaptation/toolkits/equitable-adaptation-toolkit/introduction.html>>
- Gibson, B.E., et Mykitiuk, R. (2012). Health Care Access and Support for Disabled Women in Canada: Falling Short of the UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities: A Qualitative Study. *Women's Health Issues*, 22(1), e111-e118.
- Godley, J. (2018). Everyday discrimination in Canada: Prevalence and patterns. *Canadian Journal of Sociology* 43(2), 111-142. <<https://doi.org/10.29173/cjs29346>>
- Goodman, A., Fleming, K., Markwick, N., Morrison, T., Lagimodiere, L., Kerr, T., et Western Aboriginal Harm Reduction Society. (2017). "They treated me like crap and I know it was because I was Native": The healthcare experiences of Aboriginal peoples living in Vancouver's inner city. *Social Science et Medicine*, 178, 87-94.
- Gorman-Murray, A., McKinnon, S., Dominey-Howes, D., Nash, C.J., et Bolton, R. (2018). Listening and Learning: Giving Voice to Trans Experiences of Disasters. *Gender, Place et Culture*, 25(2), 166–87. <<https://doi.org/10.1080/0966369X.2017.1334632>>
- Gosselin, P., Bustinza, R., Jeffers, S., Gachon, P., Bussièrès, L., Gosselin, D., Martin, P., et Labrecque, S. (2018). Supreme: An Integrated Heat Health Warning System for Quebec. In J. Shumake-Guillemot, et L. Fernandez-Montoya (Eds.), *Climate Services for Health: Improving Public Health Decision-making in a New Climate*. Geneva, Switzerland: World Health Organization et World Meteorological Organization. Consulté sur le site: <http://www.ghhin.org/assets/case_study_pdf/WHO-WMO_Case_Phase_3_Ch5k.pdf>

- Gould, S., et Rudolph, L. (2015). Challenges and opportunities for advancing work on climate change and public health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(12), 15649-15672. doi:10.3390/ijerph121215010
- Gouvernement du Québec. (2019). *Vague de chaleur été 2018 à Montréal: enquête épidémiologique*. Montréal, QC. Consulté sur le site: <<https://santemontreal.qc.ca/professionnels/drsp/publications/publication-description/publication/2162/>>
- Gouvernement du Canada. (2019a). *Déterminants sociaux de la santé et inégalités en santé*. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/promotion-sante/sante-population/est-determine-sante.html>>
- Gouvernement du Canada. (2019b). *Qu'est-ce que l'ACS+?* Consulté sur le site: <<https://femmes-egalite-genres.canada.ca/fr/analyse-comparative-entre-sexes-plus.html>>
- Gouvernement du Canada. (2020). *Lever les avis concernant la qualité de l'eau potable à long terme*. Consulté sur le site: <<https://www.sac-isc.gc.ca/fra/1506514143353/1533317130660>>
- Grambsch, A., et Menne, B. (2003). Adaptation and adaptive capacity in the public health context. In A.J. McMichael, D.H. Campbell-Lendrum, C.F. Corvalan, K.L. Ebi, A. Githeko, J.D. Scherage, et A. Woodward (Eds.), *Climate change and human health: Risks and responses* (pp. 1–17). Geneva, Switzerland: World Health Organization. Consulté sur le site: <<https://www.who.int/globalchange/publications/climatechangechap11.pdf?ua=1>>
- Greene, C.S., Robinson, P.J., et Millward, A.A. (2018). Canopy of advantage: Who benefits most from city trees? *Journal of Environmental Management*, 208(15), 24-35. <<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.12.015>>
- Greenwood, M.L., et de Leeuw, S. N. (2012). Social determinants of health and the future well-being of Aboriginal children in Canada. *Paediatrics et Child Health*, 17(7), 381–384.
- Greenwood, M.L., de Leeuw, S., et Lindsay, N. (2018). Challenges in health equity for Indigenous peoples in Canada. *The Lancet*, 391(10131), 1645-1648. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30177-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30177-6)>
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2007). *AR4 Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, C.E. Hanson, Eds). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2014). Résumé à l'intention des décideurs. Dans Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, et L.L. White (Eds.), *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité. Partie A : Aspects mondiaux et sectoriels. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. Cambridge, Royaume Uni et New York, États Unis : Cambridge University Press.
- Hallegatte, S., Bangalore, M., Bonzanigo, L., Fay, M., Kane, T., Narloch, U., Rozenberg, J., Treguer, D., et Vogt-Schilb, A. (2016). *Shock Waves: Managing the Impacts of Climate Change on Poverty*. Climate Change and Development. Washington, DC: World Bank. Consulté sur le site: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/22787>>
- Hallegatte, S., et Rozenberg, J. (2017). Climate change through a poverty lens. *Nature Climate Change*, 7(4), 250–256. <<https://doi.org/10.1038/nclimate3253>>
- Halseth, R., et Murdock, L. (2020). *Appuyer l'autodétermination des peuples autochtones en matière de santé : Leçon tirées d'un examen des pratiques exemplaires en matière de gouvernance de la santé au Canada et dans le monde*. Prince George, Colombie-Britannique: Centre de collaboration nationale de la santé autochtone. Consulté sur le site: <<https://www.nccih.ca/Publications/Lists/Publications/Attachments/317/Ind-Self-Determine-Halseth-Murdoch-EN-web-2020-12-02.pdf>>
- Hancock, T. (2015). Population health promotion 2.0: An eco-social approach to public health in the Anthropocene. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne de Santé Publique*, 106(4), e252–e255. <<https://doi.org/10.17269/cjph.106.5161>>
- Hankivsky, O. (2014). *Intersectionality 101. Institute for Intersectionality and Research and Policy, SFU*. Consulté sur le site: <http://yawforum-cwr.ca/sites/default/files/attachments/intersectionality_101.pdf>
- Hankivsky, O., et Mussell, L. (2018). Gender-Based Analysis Plus in Canada: Problems and Possibilities of Integrating Intersectionality. *Canadian Public Policy*, 44(4), 303-316.
- He, S., Kosatsky, T., Smargiassi, A., Bilodeau-Bertrand, M., et Auger, N. (2018). Heat and pregnancy-related emergencies: Risk of placental abruption during hot weather. *Environment International*, 111, 295–300. <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.11.004>>
- Helldén, D., Andersson, C., Nilsson, M., Ebi, K. L., Friberg, P., et Alfvén, T. (2021). Climate change and child health: a scoping review and an expanded conceptual framework. *The Lancet. Planetary Health*, 5(3), e164–e175. <[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30274-6](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30274-6)>



- Hsu, A., Sheriff, G., Chakraborty, T. et al. Disproportionate exposure to urban heat island intensity across major US cities. *Nat Commun* 12, 2721 (2021). <<https://doi.org/10.1038/s41467-021-22799-5>>
- Institut canadien d'information sur la santé (ICIS). (2018). À la recherche de l'équité en santé : définition des facteurs de stratification servant à mesurer l'inégalité – Regard sur l'âge, le sexe, le genre, le revenu, la scolarité et l'emplacement géographique. Consulté sur le site <https://secure.cihi.ca/free_products/Defining-stratifiers-measuring-health-inequalities-2018-fr-web.pdf>
- Institut National de Santé Publique du Québec (INSPQ). (2020). *Système de surveillance et de prévention des impacts sanitaires des événements météorologiques extrêmes (SUPREME)*. Consulté sur le site: <<https://www.inspq.qc.ca/boite-outils-pour-la-surveillance-post-sinistre-des-impacts-sur-la-sante-mentale/systemes-de-surveillance/systeme-surveillance-prevention-impacts-sanitaires-evenements-meteorologiques-extremes-supreme#:~:text=Le%20Syst%C3%A8me%20de%20surveillance%20et,%C3%A0%20partir%20d'un%20portail>>
- Institut National de Santé Publique du Québec (INSPQ). (2021). *Géo portail de santé publique*. Consulté sur le site <<https://www.inspq.qc.ca/en/post-disaster-mental-health-impacts-surveillance-toolkit/statistical-dissemination-portals/geo-portail-sante-publique>>
- Inuit Tapiriit Kanatami (ITK). (2019). *Stratégie nationale inuite sur les changements climatiques*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site: <https://www.itk.ca/wp-content/uploads/2019/05/ITK_Climate-Change-Strategy_French-Online.pdf>
- Islam, S.N., et Winkel, J. (2017). *Climate change and social inequality*. New York, NY: United Nations, Department of Economic and Social Affairs. Consulté sur le site: <https://www.un.org/esa/desa/papers/2017/wp152_2017.pdf>
- Kaijser, A., et Kronsell, A. (2014). Climate change through the lens of intersectionality. *Environmental Politics*, 23(3), 417-433. doi:10.1080/09644016.2013.835203
- Kirkby, P., Williams, C., et Huq, S. (n.d.). *A brief overview of Community-Based Adaptation*. International Centre for Climate Change and Development (ICCCAD). Consulté sur le site: <<http://icccad.net/wp-content/uploads/2015/12/A-brief-overview-of-Community-Based-Adaptation.pdf>>
- Kreslake, J.M. (2019). Perceived importance of climate change adaptation and mitigation according to social and medical factors among residents of impacted communities in the United States. *Health Equity*, 3(1), 124-133. doi:10.1089/hecq.2019.0002
- Kuehn, L., et McCormick, S. (2017). Heat Exposure and Maternal Health in the Face of Climate Change. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(8), 853. <<https://doi.org/10.3390/ijerph14080853>>
- Kumar, N. (2018). *Cities, Climate Change et Health Equity*. Wellesley Institute. Consulté sur le site: <<https://www.wellesleyinstitute.com/wp-content/uploads/2018/06/Cities-Climate-Change-Health-Equity-WIJune-2018-fv.pdf>>
- Levy, B.S., et Patz, J.A. (2015). Climate change, human rights, and social justice. *Annals of Global Health*, 81(3), 310-321.
- Lynn, K., MacKendrick, K., et Donoghue, E.M. (2011). *Social vulnerability and climate change: Synthesis of literature*. Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. Consulté sur le site: <https://www.fs.fed.us/pnw/pubs/pnw_gtr838.pdf>
- Mazur, L., Milanes, C., Randles, K., Siegel, D., et the Integrated Risk Assessment Branch, Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHA). (2010). *Indicators of Climate Change in California: Environmental Justice Impacts*. Sacramento, CA: California Environmental Protection Agency. Consulté sur le site: <<https://oehha.ca.gov/media/downloads/climate-change/document/climatechangeej123110.pdf>>
- McMichael, A.J., Campbell-Lendrum, D.H., Corvalan, C.F., Ebi, K.L., Githeko, A.K., Scheraga, J.D., et Woodward, A. (2003). *Climate change and human health: Risks and responses*. Geneva, Switzerland: World Health Organization. Consulté sur le site: <<https://www.who.int/globalchange/publications/climchange.pdf>>
- Mikkonen, J., et Raphael, D. (2010). *Déterminants sociaux de la santé : les réalités canadiennes*. Toronto : École de gestion et de politique de la santé de l'Université York. Consulté sur le site: <https://www.thecanadianfacts.org/Les_realites_canadiennes.pdf>
- Ministère de la Santé et des Soins de longue durée de l'Ontario (MSSLDO). (2012). *Guide de travail pour l'évaluation de l'impact sur l'équité en matière de santé (EIES)*. Consulté sur le site: <<https://www.health.gov.on.ca/fr/pro/programs/hea/docs/workbook.pdf>>
- Morrison, K. (2017). *Leveraging the Benefits of Green Space for Environmental and Public Health Benefits*. Consulté sur le site: <<https://practisingecohealth.ca/wp-content/uploads/2018/10/Casebook-Final.pdf>>
- Moser, S.C., Coffee, J., et Seville, A. (2017). *Rising to the Challenge, Together: A Review and Critical Assessment of the State of the US Climate Adaptation Field*. Consulté sur le site: <https://kresge.org/sites/default/files/library/rising_to_the_challenge_together_linked_0.pdf>
- Movement Strategy Centre (MSC). (2015). *Community-driven climate resilience planning: a framework*. Consulté sur le site: <<https://movementstrategy.org/b/wp-content/uploads/2016/07/MSC-Community-Driven-Climate-Resilience-Planning.pdf>>
- Munro, A., Boyce, T., et Marmot, M. (2020). *Sustainable Health Equity: Achieving A Net-Zero UK*. London, United Kingdom: Institute of Health Equity. Consulté sur le site: <<http://www.instituteofhealthequity.org/resources-reports/sustainable-health-equity-achieving-a-net-zero-uk/main-report.pdf>>



- Muzumdar, P. (2020). *Changement climatique : Une occasion pour les acteurs de la santé publique de mettre l'accent sur l'équité en santé*. Centre de collaboration nationale des déterminants de la santé. Consulté sur le site: <<https://nccdh.ca/fr/blog/entry/centring-equity-in-emerging-public-health-responses-to-climate-change>>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2017). *Communities in Action: Pathways to Health Equity* (J.N. Weinstein, A. Geller, Y. Nagussie, et A. Baciu, Eds.). Washington, DC: The National Academies Press. Consulté sur le site: <<https://www.nap.edu/read/24624/chapter/1>>
- Nussbaum, M.C. (2011). *Creating capabilities: the human development approach*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Oickle, D. (2020). *L'engagement communautaire : une stratégie de santé publique pour orienter la démarche en matière d'iniquités de santé*. Centre de collaboration nationale des déterminants de la santé. Consulté sur le site: <<https://nccdh.ca/fr/blog/entry/community-engagement-a-public-health-strategy-to-inform-action-on-health-in>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2003). *Climate Change and Human Health: Risks and Responses* (A.J. McMichael, D.H. Campbell-Lendrum, C.F. Corvalán, K.L. Ebi, A.K. Githeko, J.D. Scheraga, et A. Woodward, Eds.). Geneva, Switzerland. Consulté sur le site: <<https://www.who.int/globalchange/publications/climchange.pdf>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2008). *Comblent le fossé en une génération : instaurer l'équité en santé en agissant sur les déterminants sociaux de la santé : résumé analytique du rapport final*. Consulté sur le site: <<https://www.who.int/fr/publications/i/item/WHO-IER-CSDH-08.1>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2013). *Protéger la santé face au changement climatique: évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation*. Genève, Suisse. Consulté sur le site: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/151810>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2015). *Strengthening Health Resilience to Climate Change*. Geneva, Switzerland. Consulté sur le site: <https://unfccc.int/files/parties_observers/submissions_from_observers/application/pdf/684.pdf>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2018). *COP24: Special Report Health and Climate Change*. Geneva, Switzerland. Consulté sur le site: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/276405/9789241514972-eng.pdf?ua=1>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2021). *Climate Change and Health Vulnerability and Adaptation Assessment*. Geneva: World Health Organization.
- Outil de données sur les inégalités en santé à l'échelle du Canada. (2017). L'Agence de la santé publique du Canada, le Réseau pancanadien de santé publique, Statistique Canada et l'Institut canadien d'information sur la santé.
- Paavola, J. (2017). Health impacts of climate change and health and social inequalities in the UK. *Environmental Health*, 16(1), 113. doi:10.1186/s12940-017-0328-z
- Pelling, M., et Garschagen, M. (2019). Put equity first in climate adaptation. *Nature*, 569(7756), 327-329.
- PlanH. (n.d.). *Climate action and public health*. Victoria, BC: BC Healthy Communities Society. Consulté sur le site: <<https://planh.ca/take-action/healthy-environments/natural-environments/page/climate-action-public-health>>
- Preet, R., Nilsson, M., Schumann, B., et Evengård, B. (2010). The gender perspective in climate change and global health. *Global Health Action*, 3(1). <<https://doi.org/10.3402/gha.v3i0.5720>>
- Programme des Nations Unies pour l'environnement(PNUE). (2018). *The Adaptation Gap Report 2018*. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme (UNEP). Consulté sur le site: <<https://www.unenvironment.org/resources/adaptation-gap-report>>
- Public Health Alliance of Southern California (PHASC). (2018). *The California Healthy Places*. California Healthy Places Index. Consulté sur le site: <<https://healthyplacesindex.org/>>
- Queensland Health. (2001). *Social Determinants of Health: The Role of Population Health Queensland, Summary Document*. Queensland, Australia: Queensland Government. Consulté sur le site: <<http://web.archive.org/web/20120506050300/http://www.health.qld.gov.au/ph/documents/hpu/24310.pdf>>
- Race Forward. (2018). *Equity Assessment Tool Zero Cities Project*. Consulté sur le site: <https://www.usdn.org/uploads/cms/documents/equity_assessment_tool_zero_cities_project_race_forward_2019.pdf>
- Raker, E.J., Arcaya, M.C., Lowe, S.R., Zacher, M., Rhodes, J., et Waters, M.C. (2020). Mitigating health disparities after natural disasters: Lessons from the RISK project. *Health Affairs*, 39(12), 2128-2135. <<https://doi.org/10.1377/hlthaff.2020.01161>>
- Ratelle, M., et Paquette, F. (2019). *Indigenous peoples in Canada show how social cohesion is key to resilience*. Global Center on Adaptation. Consulté sur le site: <https://gca.org/solutions/indigenous-peoples-in-canada-show-how-social-cohesion-is-key-to-resilience?utm_sq=g9jvsmn5a4>
- Raval, A., Chen, T., et Shah, P. (2019). *Mapping Resilience: A Blueprint for Thriving in the Face of Climate Disasters*. Asian Pacific Environmental Network. Consulté sur le site: <<https://apen4ej.org/wp-content/uploads/2019/07/APEN-Mapping-Resilience-Executive-Summary.pdf>>
- Reading, C.L., et Wien, F. (2009). *Inégalités en matière de santé et déterminants sociaux de la santé des peuples autochtones*. Prince George, C.-B.: Centre de collaboration nationale de la santé autochtone. Consulté sur le site: <<https://www.ccsa.ca/docs/determinants/RPT-HealthInequalities-Reading-Wien-FR.pdf>>



- Régie de l'énergie du Canada (REC). (2020). *Aperçu du marché: Précarité thermique au Canada – efficacité énergétique moindre dans les ménages à plus faible revenu*. Consulté sur le site: <<https://www.cer-rec.gc.ca/fr/donnees-analyse/marches-energetiques/apercu-marches/2017/apercu-marche-precarite-thermique-canada-efficacite-energetique-moindre-dans-menages-plus-faible-revenu.html>>
- Resurrección, B.P., Bee, B.A., Dankelman, I., Park, C.M.Y., Halder, M., et McMullen, C.P. (2019). *Gender-transformative climate change adaptation: advancing social equity*. Stockholm Environment Institute. Consulté sur le site: <<https://www.sei.org/wp-content/uploads/2019/11/gender-transformative-climate-change-adaptation.pdf>>
- Richardson, G.R.A (n.d.). *Peel Region Tree Priority Planting Tool*. Consulté sur le site: <https://www.iclr.org/wp-content/uploads/PDFS/17_Peel_Region.pdf>
- Rinner, C., Patychuk, D., Bassil, K., Nasr, S., Gower, S., et Campbell, M. (2010). The role of maps in neighborhood-level heat vulnerability assessment for the city of Toronto. *Cartography and Geographic Information Science*, 37(1), 31-44. doi:10.1559/152304010790588089
- Rudolph, L., et Gould, S. (2014). Why we need climate, health, and equity in all policies. *NAM Perspectives*. <<https://doi.org/10.31478/201412e>>
- Rudolph, L., Gould, S., et Berko, J. (2015). *Climate Change, Health, and Equity: Opportunities for Action*. Oakland, CA: Public Health Institute. Consulté sur le site: <<http://www.phi.org/wp-content/uploads/migration/uploads/application/files/h7fjouo1i38v3tu427p9s9kcmhs3oxsi7tsg1fovh3yesd5hXu.pdf>>
- Rudolph, L., Harrison, C., Buckley, L., et North, S. (2018). *Climate Change, Health, and Equity: A Guide for Local Health Departments*. Oakland, CA and Washington, D.C: Public Health Institute and American Public Health Association. Consulté sur le site: <https://www.apha.org/-/media/files/pdf/topics/climate/climate_health_equality.ashx?la=en&hash=14D2F64530F1505EAE7AB16A9F9827250EAD6C79>
- Sahni, V., Scott, A. N., Beliveau, M., Varughese, M., Dover, D. C., et Talbot, J. (2016). Public health surveillance response following the southern Alberta floods, 2013. *Canadian Journal of Public Health*, 107(2), e142-e148.
- Salamanca, F., Georgescu, M., Mahalov, A., Moustauoui, M., et Wang, M. (2014). Anthropogenic Heating of the Urban Environment due to Air Conditioning. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 119(10), 5949-5965. doi:10.1002/2013JD021225
- Salas, R. N., Knappenberger, P., et Hess, J.J. (2019). *The Lancet Countdown on Health and Climate Change: Policy Brief for the United States of America*. Lancet Countdown and American Public Health Association. Consulté sur le site: <http://www.lancetcountdownus.org/wp-content/uploads/2020/12/FINAL-2020_12_02_Lancet-Countdown-Policy-Document-USA-ENG.pdf?hsCtaTracking=3d902c23-c855-441f-ab5d-61f4f76a2ea1%7C6d90df30-4bf7-42f3-a282-f61d5292a03e>
- Santé Canada. (2005). *Comment contrer les effets des changements climatiques sur la santé? En s'y préparant bien*. Consulté sur le site: <<https://www.securitepublique.gc.ca/lbrr/archives/cnmcs-plcng/cn29860-no11-fra.pdf>>
- Santé Canada. (2012). *Élaboration de systèmes d'avertissement et d'intervention en cas de chaleur afin de protéger la santé : Guide des pratiques exemplaires*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/changement-climatique-sante/elaboration-systemes-avertissement-intervention-cas-chaleur-afin-protger-sante-guide-pratiques-exemplaires.html>>
- Santé Canada. (2020). *Réduire les îlots de chaleur urbains pour protéger la santé au Canada: Introduction pour les professionnels de la santé publique*. Ottawa, ON. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/services/sante/publications/vie-saine/reduire-ilots-chaleur-urbains-protger-sante-canada.html>>
- Schlosberg, D., Collins, L.B., et Niemeyer, S. (2017). Adaptation policy and community discourse: risk, vulnerability and just transformation. *Environmental Politics*, 26(3), 413-437. doi:10.1080/09644016.2017.1287628
- Séguin, J. (éd.). (2008). *Santé et changements climatiques: évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada*. Ottawa, ON: Gouvernement of Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.635906/publication.html>>
- Sellers, S. (2018). *Climate Change and Gender in Canada: A Review*, Women's Environment et Development Organization. New York, NY: Women's Environment and Development Organization (WEDO). Consulté sur le site: <<https://wedo.org/wp-content/uploads/2018/04/GGCA-CA-RP-07.pdf>>
- Sellers, S., et Ebi, K.L. (2017). Climate Change and Health under the Shared Socioeconomic Pathway Framework. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(1), 3. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15010003>>
- Services aux Autochtones Canada (SAC). (2019). *Voix des communautés sur le changement climatique et l'adaptation du secteur de la santé dans le Nord du Canada*. Gouvernement du Canada. Consulté sur le site: <<https://fr.climatetelling.info/uploads/2/5/6/1/25611440/19-012-climate-change-c2-fra-r1.pdf>>
- Shared-Use Mobility Center (SUMC). (2019a). *Electric and Equitable: Learning from the BlueLA Carsharing Pilot*. Consulté sur le site: <https://learn.sharedusemobilitycenter.org/wp-content/uploads/NewFile_SUMC_04.15.19.pdf>
- Shared-Use Mobility Centre (SUMC). (2019b). *BlueLA Electric Vehicle Carshare Pilot a success after one year – awarded \$3 million to expand to three additional disadvantaged communities in Los Angeles*. Consulté sur le site: <<https://sharedusemobilitycenter.org/blue-la-electric-vehicle-carshare-pilot-a-success-after-one-year-awarded-3-million-to-expand-to-three-additional-disadvantaged-communities-in-los-angeles/>>



- Shi, L., Chu, E., Anguelovski, I., Aylett, A., Debats, J., Goh, K., Schenk, T., Seto, K.C., Dodman, D., Roberts, D., Roberts, J.T., et VanDeveer, S.D. (2016). Roadmap towards justice in urban climate adaptation research. *Nature Climate Change*, 6, 131-137. doi:10.1038/nclimate2841
- Smit, B., et Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 282-292.
- Solar, O. & Irwin, A. (2010). *A conceptual framework for action on the social determinants of health. Social Determinants of Health Discussion Paper 2 (Policy and Practice)*. <https://www.who.int/sdhconference/resources/ConceptualframeworkforactiononSDH_eng.pdf>
- Statistique Canada. (2012). Insécurité alimentaire des ménages, 2011 à 2012. Dans données de 2011-2012 Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/science-nutrition-et-recherche/securite-alimentaire/statistiques-insecurite-alimentaire-menages-2011-2012.html>>
- Statistique Canada. (2016). *Émissions de gaz à effet de serre des ménages par habitant, par provinces et territoires, 2016*. Consulté sur le site: <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/190123/mc-d001-fra.htm>>
- Statistique Canada. (2018). *Tableau 282-0007 Enquête sur la population active(EPA), estimations selon le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN), le sexe et le groupe d'âge, non désaisonnalisées*. Consulté sur le site : <<https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/180511/dq180511a-cansim-fra.htm>>
- The Greenlining Institute. (2019). *Making equity real in climate adaptation and community resilience policies and programs: a guidebook*. Consulté sur le site: <<https://greenlining.org/publications/2019/making-equity-real-in-climate-adaption-and-community-resilience-policies-and-programs-a-guidebook/>>
- Toutant, S., Gosselin, P., Bélanger, D., Bustinza, R., et Rivest, S. (2011). An open source web application for the surveillance and prevention of the impacts on public health of extreme meteorological events: the SUPREME system. *International Journal of Health Geographics*, 10, 39. <<https://doi.org/10.1186/1476-072X-10-39>>
- University of California, Los Angeles (UCLA). (n.d.). *Section 1: Asset Mapping*. UCLA Center for Health Policy Research. Consulté sur le site: <http://healthpolicy.ucla.edu/programs/health-data/trainings/Documents/tw_cba20.pdf>
- U.S. Department of Health and Human Services (USDHHS). (2020). *Social determinants of health, Office of Disease Prevention and Health Promotion*. Consulté sur le site: <<https://www.healthypeople.gov/2020/topics-objectives/topic/social-determinants-of-health>>
- Urban Sustainability Directors Network (USDN). (2017). *Guide to equitable, community-driven climate preparedness planning*. Consulté sur le site: <https://www.usdn.org/uploads/cms/documents/usdn_guide_to_equitable_community-driven_climate_preparedness_high_res.pdf>
- Vancouver Coastal Health. (2021). *Community Health and Climate Change*. Consulté sur le site: <<https://storymaps.arcgis.com/stories/4352804ebb4b4765b7b9b25745bfce19>>
- Walpole, S.C., Rasanathan, K., et Campbell-Lendrum, D. (2009). Natural and unnatural synergies: climate change policy and health equity. *Bulletin of the World Health Organization*, 87, 799-801. doi:10.2471/BLT.09.067116
- Wandel, J., Riemer, M., de Gómez, W., Klein, K., de Schutter, J., Randall, L., Morrison, M., Poirier, S., et Singleton, C. (2010). *Homelessness and Global Climate Change: Are we ready? A report from the study on the vulnerability to global climate change of people experiencing homelessness in Waterloo Region*. Waterloo, ON. doi. 10.13140/2.1.1317.7927
- Watts, N., Campbell-Lendrum, D., Maiero, M., Montoya, L.F., et Lao, K. (2015). *Strengthening Health Resilience to Climate Change: Technical Briefing for the World Health Organization*. Geneva, Switzerland: World Health Organization. Consulté sur le site: <https://www.who.int/docs/default-source/climate-change/technical-briefing--health-resilience-to-climate-change.pdf?sfvrsn=b0772759_1etdownload=true>
- Whitehead, M., et Dahlgren, G. (2007). *Concepts and principles for tackling social inequities in health: Levelling up Part 1*. World Health Organization Europe. Consulté sur le site: <http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0010/74737/E89383.pdf>
- Wilk, P., Gunz, A., Maltby, A., Ravichakaravathy, T., Clemens, K.K., Lavigne, E., Lim, R., Vicedo-Cabrera, A.M. (2020). Extreme heat and paediatric emergency department visits in Southwestern Ontario. *Paediatrics et Child Health*, 1-5. <<https://doi.org/10.1093/pch/pxaa096>>
- Williams-Rajee, D., et Evans, T. (2016). *Climate Action through Equity: The Integration of Equity in the Portland and Multnomah County 2015 Climate Action Plan*. City of Portland. Consulté sur le site: <<https://www.portland.gov/sites/default/files/2019-07/cap-equity-case-study-web29jul.pdf>>
- Wipond, R., Barter, S., et Colussi, M. (2017). *The Building Resilient Neighbourhoods Project: Four Years of Learnings 2012-2016*. Consulté sur le site: <http://resilientneighbourhoods.ca/wp-content/uploads/2017/03/BRN_Four_Years_WEB.pdf>
- Wolch, J.R., Byrne, J., et Newell, J.P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough'. *Landscape and Urban Planning*, 125, 234-244. <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.017>>



Yu, J., Castellani, K., Forsyinski, K., Gustafson, P., Lu, J., Peterson, E., Tran, M., Yao, A., Zhao, J., et Brauer, M. (2021). Geospatial indicators of exposure, sensitivity, and adaptive capacity to assess neighbourhood variation in vulnerability to climate change-related health hazards. *Environmental Health : A Global Access Science Source*, 20(1), 31. <<https://doi.org/10.1186/s12940-021-00708-z>>

Yu, J., Castellani, K., Yao, A., Cawley, K., Zhao, X., Brauer, M. (2020). *Mapping spatial patterns in vulnerability to climate change-related health hazards: 2020 Report*. Vancouver, BC: University of British Columbia. Consulté sur le site: <<https://open.library.ubc.ca/cIRcle/collections/facultyresearchandpublications/52383/items/1.0380851>>



CHAPITRE 10

Adaptation et résilience des systèmes de santé

LA SANTÉ DES CANADIENS ET DES CANADIENNES DANS
UN CLIMAT EN CHANGEMENT : FAIRE PROGRESSER NOS
CONNAISSANCES POUR AGIR



Santé
Canada

Health
Canada

Canada



Auteur principal

Peter Berry, Santé Canada

Contributeurs

Paddy Enright, Santé Canada et Université de Waterloo

Linda Varangu, Coalition canadienne pour un système de santé écologique

Shanaya Singh, Santé Canada

Céline Campagna, Institut national de santé publique du Québec et Centre Terre, Eau, Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique

Pierre Gosseilin, Institut national de santé publique du Québec et Centre Terre, Eau, Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique

David Demers-Bouffard, Institut national de santé publique du Québec

Denise Thomson, Université de l'Alberta

Jérôme Ribesse, Synergie Santé Environnement

Susan Elliott, Université de Waterloo

Suggestion de citation

Berry, P., Enright, P., Varangu, L., Singh, S., Campagna, C., Gosselin, P., Demers-Bouffard, D., Thomson, D., Ribesse, J., et Elliott, S. (2022). Adaptation et résilience des systèmes de santé. Dans P. Berry et R. Schnitter (éd.), [*La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir*](#). Ottawa (Ontario) : gouvernement du Canada.



Table des matières

Résumé	764
Messages clés	764
10.1 Introduction	767
10.2 Méthodologie et approche	769
10.2.1 Niveaux actuels d'adaptation des autorités sanitaires canadiennes	769
10.2.2 Possibilités et obstacles à l'adaptation en matière de santé au Québec	770
10.2.3 Avantages accessoires pour la santé des mesures d'atténuation des gaz à effet de serre	770
10.3 Adaptation sanitaire pour protéger les Canadiens et les Canadiennes	771
10.3.1 Intervenants dans le domaine de l'adaptation sanitaire	771
10.3.2 Processus d'adaptation sanitaire	772
10.3.3 Défis et possibilités associés à l'adaptation sanitaire	780
Encadré 10.1 Adaptation préventive pour protéger les enfants des risques climatiques dans les terrains de jeux	784
10.3.4 Efficacité de l'adaptation sanitaire	785
Encadré 10.2 Renforcement de la résilience climatique du centre médical du Texas	786
10.3.5 État de l'adaptation sanitaire	788
10.3.5.1 Adaptation par les autorités sanitaires régionales et locales au Canada	795
Encadré 10.3 Adaptation sanitaire à Arviat, au Nunavut	797
Encadré 10.4 Trousse sur les changements climatiques pour les professionnels de la santé canadiens	798
10.3.5.2 La santé dans les plans et les stratégies liés aux changements climatiques	800
10.3.5.3 Leçons tirées de l'expérience québécoise	807
10.3.5.4 Adaptation sanitaire à l'échelle individuelle	808
10.4 Vulnérabilité du système de santé et résilience face aux effets des changements climatiques	810
10.4.1 Vulnérabilité du système de santé	810
10.4.2 Impacts économiques des effets des changements climatiques sur la santé et les systèmes de santé	822
Encadré 10.5 Répercussions des feux de forêt de 2017 et de 2018 sur les systèmes de santé de la Colombie-Britannique	823
10.5 Systèmes de santé résilients face aux changements climatiques	824



Encadré 10.6 Résilience des établissements de soins de santé face aux changements climatiques – Regional General Hospital de Nanaimo (Colombie-Britannique)	831
10.6 Avantages accessoires pour la santé des mesures d'adaptation et d'atténuation des émissions de GES	832
Encadré 10.7 Outil d'aide à la décision afin de transformer l'environnement bâti pour des collectivités plus saines	833
Encadré 10.8 Réduction des GES et renforcement de la résilience climatique au Réseau universitaire de santé	837
10.7 Lacunes en matière de connaissances	839
10.8 Conclusion	842
10.8.1 Intensification de l'adaptation sanitaire	843
10.8.2 Leadership autochtone et collaboration	843
10.8.3 Collaboration avec d'autres secteurs	844
10.8.4 Une stratégie nationale d'adaptation sanitaire	844
10.9 Références	846

Résumé

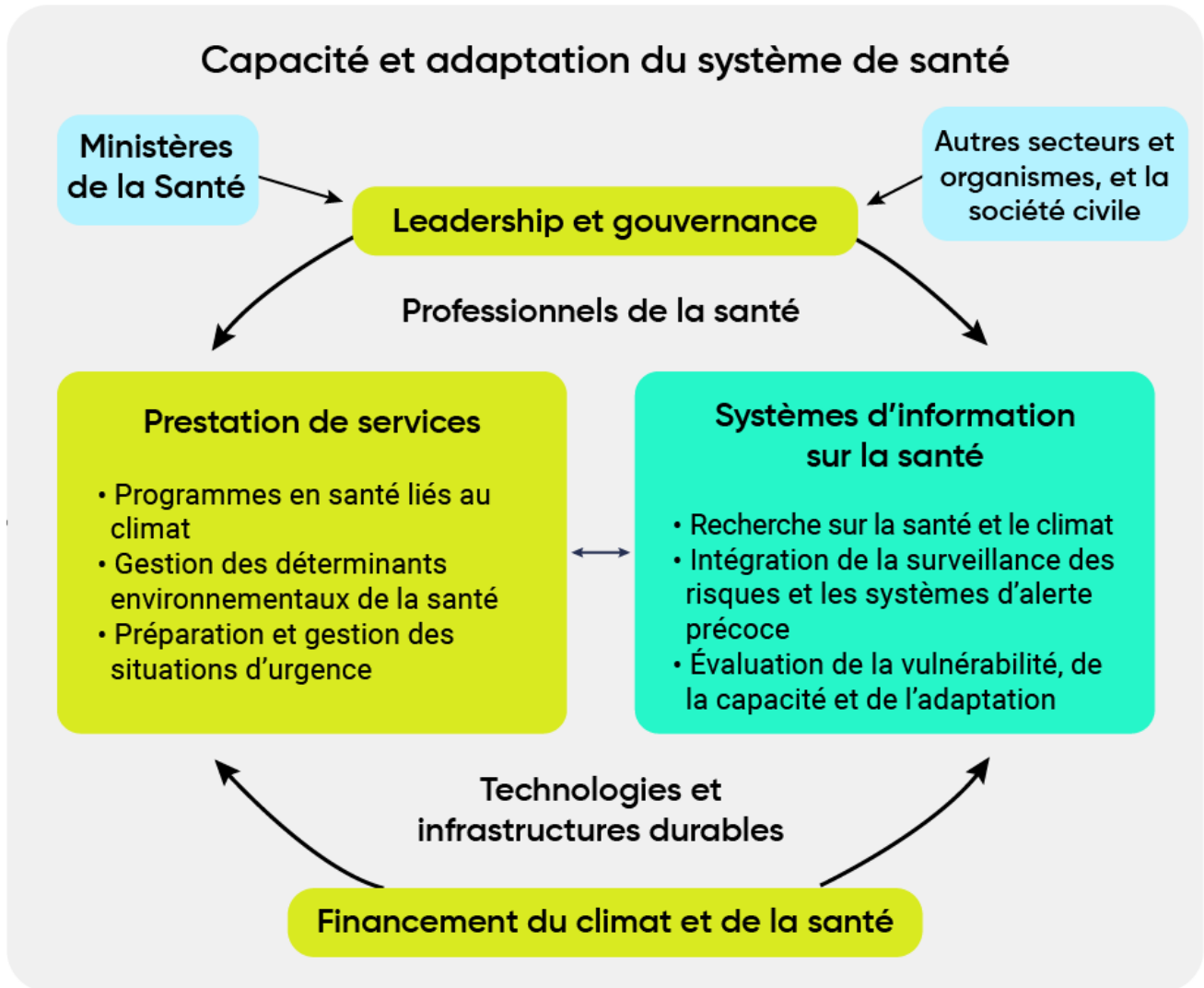
Les changements climatiques ont une incidence sur la santé des Canadiens et des Canadiennes et sur leurs systèmes de santé. Les inondations, incendies de forêt, événements de chaleur extrême et tempêtes violentes des dernières années ont eu des impacts sur les établissements de santé et ont perturbé les soins dispensés aux personnes qui en avaient besoin. Les mesures d'adaptation telles que l'évaluation des risques et des vulnérabilités, les systèmes intégrés de surveillance et d'alerte, la formation des professionnels de la santé et l'éducation du public peuvent aider à préparer les Canadiens et les Canadiennes et à renforcer la résilience des systèmes de santé aux changements climatiques. Des efforts bien conçus pour s'adapter aux effets des changements climatiques et réduire les émissions des gaz à effet de serre (GES) à l'intérieur et à l'extérieur du secteur de la santé peuvent avoir des avantages accessoires énormes et à court terme pour la santé. De nombreuses autorités sanitaires au Canada multiplient les efforts d'adaptation. Toutefois, les efforts déployés sont inégaux d'un bout à l'autre du pays et l'adaptation doit être rapidement intensifiée pour protéger la santé alors que le Canada continue de se réchauffer.

Messages clés

- Les changements climatiques ont d'ores et déjà des répercussions sur la santé et sur les systèmes de santé au Canada; ces répercussions s'aggraveront si les points faibles actuels ne sont pas corrigés et si les lacunes d'adaptation en matière de santé ne sont pas comblées.
- Les efforts déployés pour s'adapter aux changements climatiques (en se concentrant sur leurs impacts sur la santé) peuvent réduire considérablement les impacts actuels et futurs sur les Canadiens et les Canadiennes, les collectivités et les systèmes de santé.
- Les répercussions des changements climatiques sur la santé imposent aux Canadiens et aux Canadiennes un fardeau économique important qui ne cessera d'augmenter si des mesures d'adaptation efficaces ne sont pas prises.
- Les autorités sanitaires du Canada prennent une panoplie de mesures d'adaptation aux changements climatiques, mais tardent encore à prendre des mesures concrètes en matière de changements climatiques et de santé afin de faire face aux risques croissants pour les Canadiens et les Canadiennes.
- De nombreuses autorités sanitaires ne tiennent pas compte des principaux facteurs de vulnérabilité pour des groupes de population précis et, par conséquent, n'abordent peut-être pas certains aspects importants de l'adaptation pour les personnes touchées de manière disproportionnée, comme les Premières Nations, les Inuits et les Métis, les populations racialisées, les personnes âgées, les femmes et les personnes ayant un statut socio-économique inférieur.
- Les Canadiens et les Canadiennes doivent se préparer davantage aux effets des changements climatiques. Nombreux sont ceux qui doivent encore prendre les mesures nécessaires pour se protéger et protéger leurs proches des risques croissants pour la santé.



- Les autorités sanitaires doivent prendre des mesures pour créer des systèmes de santé plus résilients face aux changements climatiques. Il faut donc voir à ce qu'elles restent opérationnelles lorsqu'elles sont menacées par des aléas et demeurent durables à long terme. C'est l'un des moyens les plus efficaces pour protéger la santé et le bien-être humains contre les effets du changement climatique. Les mesures d'adaptation doivent être déployées avec rapidité et robustesse si l'on veut réduire les impacts actuels et futurs sur la santé.
 - La protection des Canadiens et des Canadiennes contre les changements climatiques nécessite un engagement auprès des leaders autochtone et les partenariats avec les Autochtones dans le cadre des efforts de recherche et d'adaptation, notamment en engageant un dialogue concret avec les peuples autochtones ainsi qu'en reconnaissant le savoir autochtone et en l'utilisant de manière respectueuse.
 - Il est possible d'obtenir des avantages accessoires considérables pour la santé lorsque les décideurs d'autres secteurs (p. ex., l'alimentation en eau, le transport, l'énergie, le logement, l'aménagement urbain, l'agriculture et la conservation) favorisent la santé et l'équité en santé grâce à la conception et à la prise de mesures d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation des émissions de GES.
 - Des mesures énergiques de réduction des GES sont nécessaires pour protéger les Canadiens et les Canadiennes, leurs collectivités et leurs systèmes de santé contre les changements climatiques. Le secteur de la santé peut faire preuve de leadership en réduisant son empreinte carbone et en améliorant la durabilité environnementale tout en renforçant la résilience aux impacts futurs des changements climatiques.
-



Voies d'exposition des Canadiens et des Canadiennes aux risques associés aux changements climatiques. Source: Adapté from OMS, 2022, Working paper on measuring climate resilience of health systems; Haines & Ebi, 2019.

10.1 Introduction

Des recherches scientifiques récentes ont révélé que des hausses de température à l'échelle mondiale, même modérées, pouvaient entraîner des impacts climatiques encore plus graves sur les sociétés, y compris sur la santé et les systèmes de santé (Hoegh-Guldberg et coll., 2018; Ebi et coll., 2019). Ces constatations, jumelées à l'objectif de l'Accord de Paris consistant « à renforcer les capacités d'adaptation, à accroître la résilience aux changements climatiques et à réduire la vulnérabilité à ces changements » (CCNUCC, 2015, page 9), ont sensibilisé davantage les responsables du secteur de la santé à l'importance des mesures d'adaptation afin de contrer les impacts des changements climatiques sur la santé.

Haines et Ebi (2019, page 271) soutiennent que les changements climatiques causent des blessures, des maladies et des décès, et que les risques devraient augmenter considérablement avec l'intensification des changements climatiques et menacer par le fait même la santé de millions de personnes s'il n'y a pas rapidement d'investissements supplémentaires dans les domaines de l'adaptation et de l'atténuation. Les menaces croissantes pour la santé des Canadiens et des Canadiennes que posent la variabilité actuelle du climat et les changements climatiques futurs, tel qu'on le mentionne dans d'autres chapitres de la présente évaluation, exigent que les autorités sanitaires et les Canadiens et les Canadiennes eux-mêmes se préparent proactivement aux impacts.

Les mesures d'adaptation qui donnent une longueur d'avance sur les effets croissants du climat sur les écosystèmes, l'infrastructure, les collectivités et les systèmes de santé ne devront pas s'en tenir à une approche étagée de la transformation. L'adaptation transformationnelle s'attaque directement aux facteurs de risque, y compris à ceux liés à la vulnérabilité sous-jacente, et contribue à la capacité d'adaptation et à la résilience tout en améliorant l'équité sociale et l'autonomisation des femmes (Crump et coll., 2019). Le terme « résilience », dans le présent chapitre, fait référence à la « capacité des systèmes sociaux, économiques ou écologiques à faire face aux événements dangereux, tendances ou perturbations, à y réagir et à se réorganiser de façon à conserver leurs fonctions essentielles, leur identité et leur structure, tout en maintenant leurs facultés d'adaptation, d'apprentissage et de transformation » (GIEC, 2014, page 5). Pour agir efficacement en faveur de la protection de la santé, il faut également que les autorités sanitaires et leurs partenaires étendent rapidement les interventions qui ont fait leurs preuves (Ebi, 2016; Patz et Thomson, 2018).

Les évaluations scientifiques antérieures ont permis de mieux comprendre les liens qui existent entre la température, le climat et la santé des Canadiens et des Canadiennes, de saisir la façon dont le réchauffement continu et rapide du climat et sa variabilité accrue pourraient accroître les risques, ainsi que les mesures nécessaires pour protéger les populations. Elles ont également fait ressortir que la résilience des systèmes de santé et la volonté des décideurs de prendre les mesures d'adaptation nécessaires détermineront en grande partie si, et dans quelle mesure, les changements climatiques futurs perturberont les collectivités et nuiront à la santé et à la qualité de vie (Berry, 2008).

Les conclusions propres au processus d'adaptation et aux mesures mises en œuvre par les Canadiens et les Canadiennes et les systèmes de santé sont les suivantes (Berry, 2008; Berry et coll., 2014a) :

- Certaines régions ont défini les rôles et les responsabilités en matière d'adaptation des services de santé au Canada.

- Des autorités sanitaires de tous les ordres de gouvernement et des organismes bénévoles ont adopté de nombreuses mesures d'adaptation, y compris dans certains cas l'intégration de l'information sur les changements climatiques dans les programmes et les politiques actuels.
- L'efficacité des mesures d'adaptation est peu connue.
- Le caractère inadéquat des efforts d'adaptation existants et de la capacité de faire face aux risques en plus de l'exposition générale aux aléas climatiques témoigne d'une grande vulnérabilité aux effets des changements climatiques sur la santé.
- Les systèmes de santé des communautés autochtones sont vulnérables aux impacts des changements climatiques et la capacité d'adaptation et de protection de la santé pose des défis importants¹.
- Selon les tendances projetées en matière de santé, de démographie et de climat, la vulnérabilité continuera de s'intensifier.
- Faute d'efforts accrus pour s'adapter, les services de santé et les services sociaux subiront des pressions croissantes attribuables aux changements climatiques, comme les événements météorologiques extrêmes et les catastrophes.
- D'importantes possibilités d'adaptation découlent de l'intérêt croissant et de la sensibilisation aux menaces que représentent les changements climatiques, de nouveaux outils pour élaborer les mesures nécessaires et de la capacité des Canadiens et des Canadiennes de modifier leurs comportements et leurs pratiques architecturales pour s'adapter aux conditions climatiques changeantes.
- Si l'aménagement du territoire, l'aménagement des infrastructures, la préparation d'urgence, la gestion de l'environnement, la planification du transport et les activités d'adaptation au climat ne comportent pas de volet sur la santé, la vulnérabilité des Canadiens et des Canadiennes aux effets des changements climatiques sur la santé augmentera.
- Les impacts des changements climatiques peuvent dépasser les seuils des systèmes de santé et des systèmes connexes actuels (p. ex., la capacité de pointe, la conception de l'infrastructure), qui ont été conçus en fonction d'hypothèses de stabilité du climat formulées il y a plusieurs décennies.
- La probabilité croissante d'impacts cumulatifs et irréversibles signifie qu'il pourrait y avoir des limites à l'adaptation et à la capacité de protéger les personnes et les collectivités contre certains impacts sur la santé.
- Les autorités sanitaires de tous les ordres de gouvernement devront adapter leurs mesures d'adaptation en raison des différences qui existent sur le plan des tendances démographiques et sanitaires, des ressources et des compétences, de la prestation des soins de santé et des services sociaux, de l'infrastructure et de l'aménagement de la collectivité.

1 Le terme « autochtone » est utilisé dans le présent chapitre pour désigner collectivement les premiers habitants du Canada et leurs descendants, y compris les Premières Nations, les Inuits et les Métis selon la définition de l'article 35 de la *Loi constitutionnelle de 1982*. Dans la mesure du possible, des distinctions claires sont faites entre ces trois groupes distincts et reconnus par la Constitution. Toutefois, les auteurs ont fait certaines généralisations en fonction du nombre et de la nature des citations utilisées (p. ex. l'utilisation du terme « peuples autochtones » désigne plus d'un groupe autochtone) et dans les cas où il peut y avoir des expériences partagées.

- Bon nombre d'autorités sanitaires et de responsables de la gestion des urgences doivent se mobiliser et entamer une planification proactive pour contrer les impacts des changements climatiques. Il faut faire preuve de leadership et prendre des mesures multisectorielles dans ce dossier pour améliorer la préparation des Canadiens et des Canadiennes.

Le présent chapitre passe en revue l'évolution des connaissances depuis 2012 pour s'appuyer sur ces résultats. Il examine les impacts actuels de la variabilité du climat et des changements climatiques sur les systèmes de santé au Canada et l'état de l'adaptation des autorités sanitaires et des Canadiens et des Canadiennes. Les possibilités d'accroître la résilience des individus, des collectivités et des systèmes de santé ainsi que les obstacles à ces efforts sont examinés afin de soutenir les efforts des responsables de la santé pour se préparer aux impacts futurs. À partir des constatations et des recommandations des évaluations nationales précédentes, ainsi que d'autres sources, le chapitre analyse si des progrès ont été réalisés en matière de préparation du secteur de la santé au Canada aux impacts des changements climatiques.

10.2 Méthodologie et approche

Un certain nombre de projets de recherche ont été commandés pour la rédaction du présent chapitre, y compris des études sur :

- les niveaux actuels d'adaptation des autorités sanitaires canadiennes;
- les possibilités et les obstacles à l'adaptation en matière de santé au Québec;
- les avantages accessoires pour la santé des mesures d'atténuation des gaz à effet de serre (GES).

10.2.1 Niveaux actuels d'adaptation des autorités sanitaires canadiennes

Un sondage en ligne a été mené dans les deux langues officielles pour connaître l'état des mesures prises par les autorités sanitaires canadiennes dans le but de prévenir les impacts des changements climatiques, y réagir et s'y adapter et pour évaluer la capacité d'adaptation et la vulnérabilité des systèmes de santé au Canada. L'enquête a examiné les risques climatiques les plus fréquemment abordés par les autorités sanitaires, les populations jugées les plus à risque et les activités d'adaptation en cours. Au total, 219 participants représentant des autorités sanitaires locales, provinciales, territoriales et nationales du Canada ont été invités à répondre au sondage en ligne. La collecte des données de ce sondage a eu lieu du 17 janvier au 13 mars 2019 (huit semaines). Au total, 80 réponses ont été reçues, soit 7 des provinces atlantiques, 11 du Québec, 34 de l'Ontario, 13 des provinces des Prairies et 15 de la Colombie-Britannique et des territoires.

10.2.2 Possibilités et obstacles à l'adaptation en matière de santé au Québec

Étant donné que la province de Québec a été la première au Canada à adopter un programme très complexe sur les changements climatiques et la santé, cette étude s'est penchée sur le niveau d'adaptation aux changements climatiques du secteur de la santé au Québec afin de comprendre les facteurs qui peuvent favoriser l'adoption par les organismes d'une perspective liée aux changements climatiques, surtout un volet d'adaptation. Afin de déterminer les facteurs qui ont pu contribuer à l'adaptation aux changements climatiques dans le secteur de la santé au Québec, les auteurs ont fait une analyse documentaire et tenu des entrevues avec des représentants de la communauté de la santé. L'analyse documentaire, qui a été effectuée en mai 2019, a fait ressortir les éléments qui facilitent la mise en œuvre de mesures d'adaptation aux changements climatiques par les institutions publiques ou qui lui nuisent, et les résultats ont servi de base aux questions d'entrevue. Il s'agissait d'un examen exploratoire de la documentation puisque l'évaluation de la qualité et la rigueur méthodologique des études sélectionnées n'allaient pas assez loin pour que l'examen soit qualifié de systématique. Les moteurs de recherche EBSCOhost de Web of Science et Google Scholar ont été utilisés pour la recherche.

Les entrevues ont eu lieu entre juillet 2019 et novembre 2019. Les participants à l'étude provenaient de plusieurs régions de la province et occupaient diverses fonctions dans le secteur de la santé ayant des liens avec les changements climatiques. Au total, les auteurs ont interviewé 49 personnes, dont 25 représentants de 16 des 18 régions sanitaires du Québec. La majorité des personnes interviewées travaillaient dans le domaine de l'hygiène du milieu, alors que d'autres œuvraient dans les secteurs de la santé au travail, des maladies infectieuses, de la promotion, de la surveillance, de la construction et de la sécurité civile. Sept responsables de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), sept représentants du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) et deux personnes du ministère de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques ont également été interviewés. Au total, huit représentants des Centres intégrés de santé et des services sociaux (CISSS) et des Centres intégrés universitaires de santé et des services sociaux (CIUSSS) ont également participé à l'étude.

10.2.3 Avantages accessoires pour la santé des mesures d'atténuation des gaz à effet de serre

Cette étude a examiné les données probantes des avantages ou des risques accessoires pour la santé découlant des technologies d'atténuation des GES, particulièrement au Canada. Une analyse documentaire a fourni des renseignements de base sur les connaissances actuelles en matière d'avantages ou de risques accessoires pour la santé. Les articles retenus ont ensuite été examinés par titre et résumés en fonction d'un critère d'inclusion établi. Les documents devaient porter sur les technologies ou les politiques connues d'atténuation des changements climatiques, la façon dont elles réduisent ou atténuent les GES, les polluants à courte durée de vie ayant un effet sur le climat ou la pollution atmosphérique, et sur au moins un avantage ou risque accessoire correspondant pour la santé humaine. Ils comprenaient des articles revus par les pairs et publiés dans des revues spécialisées, des rapports et des livres. L'analyse n'a pas inclus d'articles de synthèse,

mais ces derniers ont servi à fournir l'information de base. L'analyse documentaire structurée a été effectuée de juillet à octobre 2018 à partir des bases de données électroniques EMBASE, MEDLINE et Global Health.

10.3 Adaptation sanitaire pour protéger les Canadiens et les Canadiennes

10.3.1 Intervenants dans le domaine de l'adaptation sanitaire

Les mesures visant à aider les populations à se préparer aux impacts des changements climatiques peuvent réduire considérablement les risques pour la santé liés à l'évolution des changements climatiques (Smith et coll., 2014; Campbell-Lendrum et coll., 2015; Ebi et coll., 2018a; OMS, 2018c; Haines et Ebi, 2019). Les autorités sanitaires comptent des années d'expérience et de données probantes sur les mesures servant à contrer les effets pour la santé de la pollution de l'air et de l'eau, des aliments contaminés, des maladies à transmission vectorielle, de l'appauvrissement de la couche d'ozone et des événements météorologiques extrêmes (p. ex., les épisodes de chaleur extrême, les tempêtes de verglas et les ouragans) (Frumkin et coll., 2008; Séguin, 2008; OMS, 2013; Ebi et del Barrio, 2017).

La préparation aux effets des changements climatiques sur la santé exige qu'une panoplie d'intervenants de la société, à de multiples échelles temporelles et géographiques, tiennent compte des facteurs et des mécanismes de rétroaction complexes de l'ensemble environnement-humain (Crump et coll., 2019). Les intervenants dans le domaine de l'adaptation comprennent les Canadiens et Canadiennes comme tels (tous les Canadiens et les Canadiennes, mais particulièrement ceux les plus à risque d'être touchés) (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé et le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada), les décideurs du secteur de la santé faisant partie ou non du gouvernement, les professionnels de la santé et des services sociaux (p. ex., les médecins, infirmières, fournisseurs de soins à domicile, travailleurs sociaux et pharmaciens), les responsables d'autres secteurs de la santé (p. ex., l'alimentation en eau) et les chercheurs. L'adaptation du secteur de la santé englobe les mesures prises par les responsables de la santé, en collaboration avec ceux d'autres domaines, pour comprendre, évaluer et aider à prévenir les impacts des changements climatiques sur la santé, en particulier ceux des populations les plus à risque, et pour s'y préparer. Elle comprend la conception, la mise en œuvre, la surveillance et l'évaluation de mesures précises visant à réduire les risques pour la santé (Ebi et Semenza, 2008), ainsi que les mesures plus générales servant à accroître la résilience des systèmes de santé aux changements climatiques. Les programmes, les politiques et les mesures sont plus efficaces à court et à long terme s'ils s'attaquent également aux inégalités et s'ils améliorent la santé générale de la population, deux éléments qui permettent de créer des citoyens et des collectivités résilients face aux changements climatiques.

10.3.2 Processus d'adaptation sanitaire

Aux fins de la planification en matière d'adaptation, les autorités sanitaires mettent souvent l'accent sur l'atténuation des risques prioritaires pour la santé de la population associés à des aléas climatiques précis existants (p. ex., la mise au point de systèmes d'alerte et d'intervention en cas de chaleur [SAIC], la surveillance de l'apparition de nouvelles maladies à transmission vectorielle, les mesures visant à réduire les risques liés à la fumée des feux de forêt) ou à des aléas pour la santé à l'avenir. L'adaptation sanitaire et le renforcement de la résilience ne doivent pas s'en tenir à une simple adaptation réactive qui vise principalement à atténuer les préjudices immédiats causés par un impact climatique particulier. L'adaptation réactive mène souvent à une plus grande vulnérabilité face à des menaces climatiques de plus en plus graves. En revanche, l'adaptation sanitaire et le renforcement de la résilience offrent aux autorités sanitaires un moyen de saisir l'occasion que présentent les changements climatiques (Watts et coll., 2018) pour améliorer l'équité et l'efficacité des systèmes de santé. Cela peut passer par l'élaboration et la mise en œuvre de changements systémiques et par le raffinement des mesures ciblées, comme les systèmes d'alerte précoce, y compris les SAIC. De telles mesures renforcent le capital social et les réseaux (p. ex., un système de jumelage pour vérifier si les voisins ont besoin d'aide) et éliminent les obstacles au traitement et au rétablissement pendant et après les événements climatiques pour les populations défavorisées.

L'adaptation en matière de santé est plus efficace lorsqu'elle est préventive et proactive, étant donné que le climat continue de changer au Canada à un rythme de plus en plus rapide, ce qui augmente les risques pour la santé, dont certains peuvent surprendre les autorités sanitaires ou perturber et mettre en péril leurs activités. Elle s'appuie également sur des données probantes et est axée sur l'avenir afin d'inclure des mesures qui protègent les populations contre des risques sanitaires projetés plus graves qui pourraient survenir plus tôt que prévu. Les processus itératifs pour la gestion des risques liés à l'adaptation (p. ex., évaluations régulières de la vulnérabilité et de l'adaptation en matière de changements climatiques et de santé, évaluation de l'efficacité de l'adaptation, partenariats avec les Autochtones, mobilisation des intervenants) contribuent à faire en sorte que les mesures d'adaptation tiennent compte de l'incertitude quant au moment, à la gravité et à la portée géographique des impacts climatiques futurs, y compris la possibilité de risques non linéaires pour la santé (Ebi et coll., 2016a; Hess et Ebi, 2016; Ebi et del Barrio, 2017). Les risques non linéaires pour la santé découlent de impacts climatiques beaucoup plus graves qui, bien que constituant des événements peu probables, sont susceptibles d'avoir de très lourdes conséquences. On a estimé que l'événement de chaleur extrême qui a touché le nord-ouest des États-Unis et la Colombie-Britannique en juillet 2021, et qui a probablement coûté la vie à plus de 700 personnes dans cette province (Roffel, 2021), est un événement qui survient une fois par millénaire (Philip et coll., 2021).

Les connaissances sur la façon dont les autorités sanitaires abordent l'adaptation se sont améliorées (Lesnikowski, 2011; Paterson et coll., 2012; Ebi et del Barrio, 2017). Les plans et les mesures d'adaptation efficaces en matière de santé tiennent compte des éléments suivants :

- Le processus d'adaptation d'une administration découle et se nourrit d'une sensibilisation accrue et d'une meilleure connaissance des risques climatiques pour la santé (Lesnikowski, 2011; Eyzaguirre et Warren, 2014).

- Les autorités sanitaires nationales et internationales et les établissements de recherche font des changements climatiques une priorité et accordent un financement adéquat pour permettre de comprendre les facteurs complexes des résultats en matière de santé dans les systèmes environnementaux, sociaux et humains (Ebi et coll., 2016b).
- Des activités préparatoires (p. ex., le renforcement de la capacité, le suivi, la surveillance et la recherche) précèdent et justifient souvent les mesures d'adaptation concrètes (p. ex., l'échange d'information, l'aménagement de l'infrastructure, la technologie et l'innovation, la gestion et la planification, l'élaboration de politiques, les transferts de ressources et le soutien financier) (Lesnikowski, 2011; Shah et coll., 2018).
- Les mesures d'adaptation en matière de santé reposent sur les connaissances scientifiques et le savoir autochtone² acquis au moyen d'une évaluation de la vulnérabilité du secteur de la santé et de l'adaptation aux changements climatiques ou d'autres activités d'acquisition du savoir (Shin et Ha, 2012; OMS, 2013; Berry et coll., 2018; Watts et coll., 2018).
- Les activités d'adaptation sanitaire conçues et mises en œuvre tiennent compte des liens avec les mesures accessoires d'atténuation des GES (ACT, 2018), car il y a d'énormes possibilités d'accroître les avantages sanitaires accessoires des mesures et de réduire les risques possibles pour la santé (Haines et coll., 2009; Martinez et coll., 2018; Haines & Ebi, 2019).
- Les mesures d'adaptation visant à protéger la santé sont intégrées aux politiques, aux plans, aux programmes et aux budgets existants; elles sont itératives et font l'objet d'une surveillance régulière de leur efficacité et des possibilités d'amélioration grâce à la gestion adaptative (Ebi, 2011a; OMS, 2013; Wheeler et Watts, 2018). Le climat et d'autres déterminants importants des résultats en matière de santé (p. ex., les systèmes de santé et la démographie) continueront de changer et de créer ainsi un avenir incertain (Sellers et Ebi, 2017).
- Les mesures d'adaptation sanitaire sont plus efficaces lorsqu'elles visent à renforcer la résilience du réseau de santé et à s'attaquer aux causes profondes de la vulnérabilité, et lorsqu'elles envisagent de maximiser les avantages accessoires pour la santé publique et l'équité en santé. Elles sont mentionnées au cours de consultations communautaires auprès d'un éventail de partenaires qui sont grandement exposés aux risques climatiques ou qui n'ont pas la capacité de s'adapter. Ces populations peuvent comprendre les Premières Nations, les Inuits et les Métis, les femmes, les personnes vivant avec un handicap, les aînés, les immigrants, les personnes à faible revenu, les communautés de langue officielle en situation minoritaire, les personnes travaillant à l'extérieur, les personnes exposées à la pollution de l'environnement, les personnes déjà atteintes d'une maladie, les personnes sans assurances, les résidents de logements sociaux, les réfugiés, les ménages monoparentaux, les étudiants, les personnes en situation d'itinérance et les jeunes enfants (Gould et Rudolph, 2015; Deas et coll., 2017; Dodd et coll., 2018; NASEM, 2018).
- Les mesures d'adaptation portent délibérément et particulièrement sur les impacts des changements climatiques (Dupuis et Biesbroek, 2013) et s'efforcent de réduire les risques dus aux aléas climatiques actuels ainsi que les impacts futurs plus graves et plus fréquents, ce qui comprend la possibilité d'événements cumulés et en série (Sellers et Ebi, 2017; Glasser, 2019).

2 Le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada présente une analyse de la contribution du savoir autochtone à la réponse aux risques sanitaires posés par les changements climatiques.

- Les autorités sanitaires adoptent, en matière d'adaptation, une approche visant l'ensemble des systèmes de santé afin de cerner et d'aborder les vulnérabilités existantes à tous les niveaux et de renforcer la résilience des systèmes de santé face aux changements climatiques afin de résister aux effets possibles sur les établissements de santé (OMS, 2015; Balbus et coll., 2016; Ebi et coll., 2018b).
- La collaboration entre de nombreux secteurs qui soutiennent et maintiennent les déterminants de la santé (p. ex., le logement social, les gestionnaires des systèmes d'approvisionnement en eau) est nécessaire pour se préparer avec succès aux effets des changements climatiques sur la santé.

La figure 10.1 présente un cadre qui fait ressortir les étapes que doivent franchir les décideurs du domaine de la santé lorsqu'ils planifient l'adaptation aux risques climatiques, d'après une évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation en matière de changements climatiques et de santé. Le tableau 10.1 propose, en fonction de ce cadre, des indicateurs de l'adaptation afin de rendre des systèmes de santé résilients face aux changements climatiques pour le Canada.

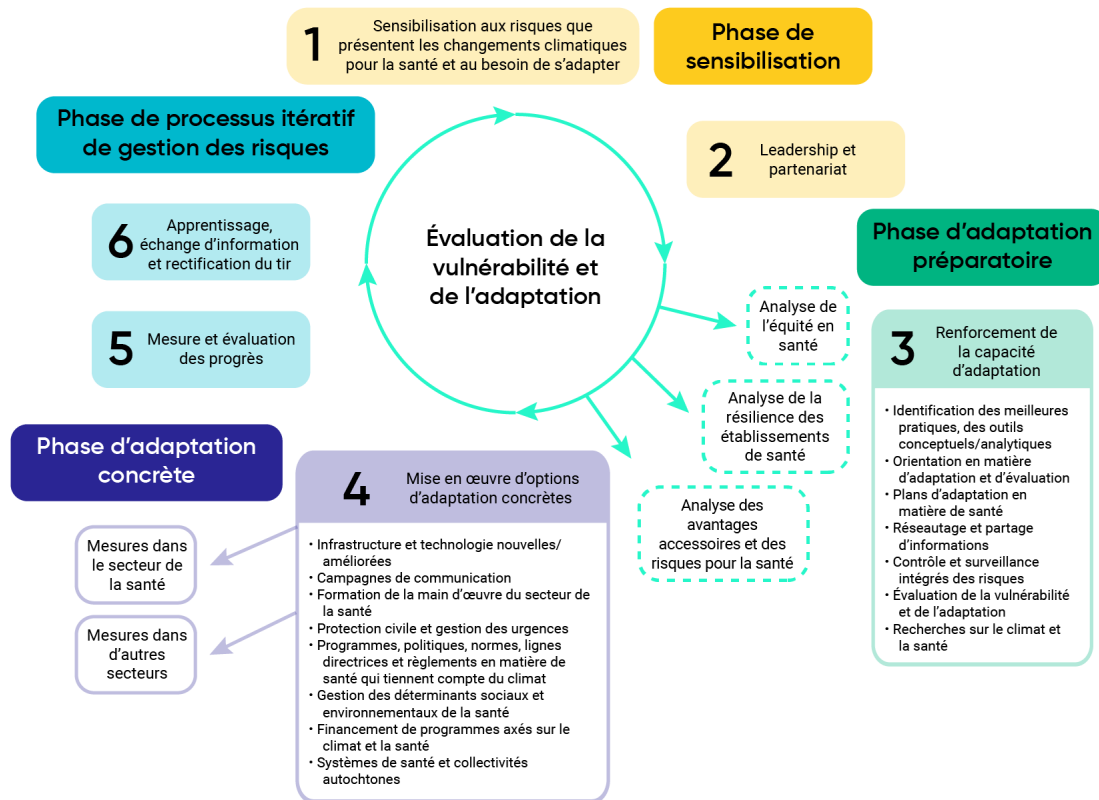


Figure 10.1 Cadre d'évaluation et d'adaptation afin de rendre des systèmes de santé résilients face aux changements climatiques.

Tableau 10.1 Exemples d'indicateurs de l'adaptation afin de rendre des systèmes de santé résilients face aux changements climatiques

PHASE D'ADAPTATION	MESURE D'ADAPTATION	EXEMPLES D'INDICATEUR ³
Phase de sensibilisation	Campagnes de communication	<p>Intérêt pour les campagnes de communication sur les changements climatiques et la santé (p. ex., visionnement de pages ou de vidéos, changements de comportement observables)</p> <p>Information sur les changements climatiques et la santé figurant sur les sites Web des autorités sanitaires (p. ex., impacts des changements climatiques sur la santé et suggestions de changements de comportement qui pourraient réduire les résultats néfastes sur la santé)</p> <p>Nombre de projets de recherche sur les changements climatiques et la santé réalisés par rapport à des administrations homologues dont les résultats ont été diffusés</p> <p>Couverture médiatique des enjeux liés aux changements climatiques et à la santé</p> <p>Participation sur les médias sociaux en ce qui concerne les enjeux liés aux changements climatiques et à la santé</p>
Phase d'adaptation préparatoire	Leadership et partenariat	<p>Proportion d'administrations (collectivités, provinces, territoires et régions) ayant des plans d'action sur les changements climatiques qui comprennent des mesures de protection de la santé</p> <p>Proportion d'administrations (collectivités, provinces, territoires et régions) ayant des bureaux ou centres spécialisés en matière de changements climatiques et de santé</p> <p>Nombre d'intervenants clés (p. ex., autorités responsables de l'alimentation en eau, groupes de logement communautaire, résidences-services et commissions scolaires) qui ont intégré l'information sur les changements climatiques et la santé dans les évaluations des risques</p>

3 Dans la mesure du possible, les indicateurs devraient être mesurables ou quantifiables, bien que dans certains cas, l'information qualitative puisse être plus utile aux utilisateurs des connaissances. Dans tous les cas, les indicateurs devraient refléter les progrès accomplis vers l'atteinte d'un objectif significatif. Il pourrait être nécessaire d'adapter les exemples d'indicateurs afin de refléter les objectifs et les réalités des administrations.



PHASE D'ADAPTATION	MESURE D'ADAPTATION	EXEMPLES D'INDICATEUR ³
<p style="text-align: center;">Phase d'adaptation préparatoire (suite)</p>	Évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation	<p>Proportion d'autorités sanitaires locales, provinciales, territoriales et nationales qui ont évalué l'adaptation et la vulnérabilité en matière de changements climatiques et de santé</p> <p>Proportion de politiques d'adaptation et d'atténuation locales, provinciales, territoriales et nationales comportant une évaluation des répercussions sur la santé</p>
	Surveillance et suivi intégrés des risques	<p>Proportion d'autorités sanitaires locales, provinciales, territoriales et nationales dotées d'outils intégrés de détection précoce et de systèmes de surveillance servant à déterminer l'évolution des risques et des effets sur la santé (voir par exemple le chapitre 6 : Maladies infectieuses)</p> <p>Proportion d'autorités sanitaires locales, provinciales, territoriales et nationales dotées de systèmes d'alerte précoce pour les événements météorologiques extrêmes et les éclosions (p. ex., sécheresses, inondations, zoonoses et maladies à transmission vectorielle)</p>
	Recherches sur le climat et la santé	<p>Programme national coordonné de recherche sur les changements climatiques et la santé</p> <p>Nombre de programmes et de réseaux de recherche sur les changements climatiques et la santé</p> <p>Nombre de publications universitaires sur les changements climatiques et la santé par rapport aux administrations homologues</p> <p>Achèvement de la formation sur l'analyse comparative fondée sur le sexe et le genre en ce qui concerne la recherche en santé</p>
<p style="text-align: center;">Phase d'adaptation concrète</p>	Formation et éducation de la main d'œuvre du secteur de la santé	<p>Proportion de programmes d'éducation et de formation des professionnels de la santé (p. ex., programmes des écoles de médecine, de sciences infirmières et de santé publique) qui offrent des cours sur les changements climatiques et la santé</p> <p>Proportion de professionnels de la santé (p. ex., médecins, infirmières, pharmaciens et responsables de la santé publique) qui ont reçu une formation sur la capacité en matière de changements climatiques</p>



PHASE D'ADAPTATION	MESURE D'ADAPTATION	EXEMPLES D'INDICATEUR ³
	Infrastructure et technologie nouvelles ou améliorées	<p>Proportion d'établissements de santé dotés de plans d'urgence (p. ex., capacité de pointe) pour le déploiement d'un personnel de santé suffisant en cas de perturbations graves</p> <p>Proportion d'établissements de santé qui ont effectué une évaluation de la résilience face aux changements climatiques</p> <p>Proportion d'établissements de santé ayant des programmes fondés sur la résilience face aux changements climatiques</p> <p>Proportion d'établissements de santé qui déclarent avoir adapté de nouvelles technologies et de nouveaux produits pour améliorer leur résilience</p>
Phase d'adaptation concrète (suite)	Systèmes de santé et collectivités autochtones	<p>Capacité de surveillance et d'alerte précoce pour les collectivités autochtones</p> <p>Disponibilité d'indicateurs des changements climatiques et de la santé complets, fiables et adaptés à la culture</p> <p>Accès au diagnostic et au traitement des problèmes de santé physique et mentale, y compris les maladies liées au climat</p> <p>Établissement d'un centre spécialisé en matière de changements climatiques et de santé au sein des autorités sanitaires régionales et nationales</p> <p>Connaissance et sensibilisation de la collectivité au sujet des impacts des changements climatiques sur la santé</p> <p>Main-d'œuvre en santé publique disponible et formée sur la recherche, la surveillance et l'adaptation associées aux changements climatiques et adaptées à la culture</p> <p>État de la sécurité et de la souveraineté alimentaires et hydriques</p> <p>Résilience des établissements de soins de santé dans les collectivités autochtones</p>



PHASE D'ADAPTATION	MESURE D'ADAPTATION	EXEMPLES D'INDICATEUR ³
	Financement des programmes axés sur le climat et la santé	<p>Financement local, provincial, territorial et national de la recherche sur les changements climatiques et la santé par enjeu, région et population (p. ex., Autochtones, personnes âgées, enfants et immigrants)</p> <p>Financement local, provincial, territorial et national des plans d'action, des stratégies et des mesures d'adaptation relatifs aux changements climatiques et à la santé</p> <p>Financement local, provincial, territorial et national de la capacité des organismes en matière de santé et de changements climatiques (p. ex., bureaux ou centres spécialisés en matière de changements climatiques et de santé)</p>
Phase d'adaptation concrète (suite)	Programmes, politiques, normes, lignes directrices et règlements en matière de santé qui tiennent compte du climat	<p>Proportion d'autorités sanitaires dont les programmes de santé publique portant sur les principaux risques et aléas climatiques sont fondés sur les projections climatiques les plus récentes</p> <p>Proportion d'autorités sanitaires dont les programmes de santé publique concernant les populations à risque (p. ex., enfants, personnes âgées, immigrants) sont fondés sur les projections climatiques les plus récentes</p> <p>Proportion de secteurs importants pour la santé (p. ex., industrie, énergie, agriculture, logement, urbanisme, approvisionnement en eau et transport) qui intègrent des données sur les changements climatiques et la santé dans les plans, les stratégies et les mesures d'adaptation et d'atténuation des GES</p>
	Préparation aux situations d'urgence et gestion des urgences	<p>Proportion d'autorités sanitaires et d'établissements de santé locaux, provinciaux, territoriaux et nationaux ayant des plans d'urgence qui traitent des aléas climatiques et des risques croissants</p> <p>Proportion de stratégies locales, provinciales, territoriales et nationales de réduction des risques de catastrophe qui tiennent compte des risques pour la santé découlant des aléas liés au climat</p>



PHASE D'ADAPTATION	MESURE D'ADAPTATION	EXEMPLES D'INDICATEUR ³
Phase d'adaptation concrète (suite)	Gestion des déterminants sociaux et environnementaux de la santé	<p>Existence de plans locaux, provinciaux, territoriaux et nationaux rigoureux pour réduire les GES afin d'atteindre les cibles internationales convenues</p> <p>Établissement de systèmes de surveillance intégrés pour l'analyse des aléas environnementaux et des risques pour la santé liés aux changements climatiques</p> <p>Existence et application de normes réglementaires sur la qualité de l'air, la qualité de l'eau, les rejets de produits chimiques et l'élimination et la gestion des déchets</p> <p>Taux de sécurité alimentaire parmi les populations sensibles au climat</p> <p>Accès à des services qui appuient les déterminants environnementaux et sociaux de la santé (p. ex., accès à de l'eau salubre, logement adéquat, emploi, énergie et sécurité alimentaire) parmi les populations autochtones</p>
	Détermination des pratiques exemplaires et des outils conceptuels et analytiques	Nombre d'outils conçus et mis en œuvre pour appuyer les mesures d'adaptation en matière de santé
	Lignes directrices sur l'adaptation et l'évaluation	Conception et distribution aux autorités sanitaires de lignes directrices sur l'évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation en matière de santé et de changements climatiques
	Plans d'adaptation sanitaire	Nombre de plans d'action ou de stratégies d'adaptation conçus en matière de santé et de changements climatiques
	Réseautage et échange d'information	Nombre de mécanismes de réseautage et d'échange d'information sur les changements climatiques et la santé (p. ex., communautés de pratique) utilisés pour favoriser l'adaptation sanitaire

PHASE D'ADAPTATION	MESURE D'ADAPTATION	EXEMPLES D'INDICATEUR ³
Phase de processus itératif de gestion des risques	Mesure et évaluation des progrès	<p>Proportion d'évaluations locales, provinciales, territoriales et nationales de la vulnérabilité et de l'adaptation en matière de santé et de changements climatiques qui ont été effectuées et qui comportent un plan de surveillance et d'évaluation</p> <p>Proportion d'autorités sanitaires locales, provinciales, territoriales et nationales qui ont réalisé, selon un calendrier en cours, plusieurs évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation en matière de santé et de changements climatiques</p> <p>Nombre d'autorités sanitaires locales, provinciales, territoriales et nationales dont les rapports réguliers au public incluent les indicateurs relatifs aux changements climatiques et à la santé</p>
	Apprentissage, échange d'information et rectification du tir	Existence d'initiatives locales, provinciales, territoriales et nationales d'information et de renforcement des connaissances sur les changements climatiques et la santé (p. ex., communautés de pratique), et participation à celles-ci

Source : Lesnikowski, 2011; Watts et coll., 2015; OMS, 2015; Elliot et coll., 2017

10.3.3 Défis et possibilités associés à l'adaptation sanitaire

Les décideurs en santé peuvent avoir de la difficulté à prendre des mesures d'adaptation aux changements climatiques s'ils ne disposent pas des technologies requises (p. ex., nouveaux vaccins, communications, échange de données), de l'information et des compétences (p. ex., projections des risques pour la santé, formation des autorités sanitaires), de l'infrastructure (p. ex., établissements de santé résilients face aux changements climatiques), des ressources et des dispositifs institutionnels (p. ex., un centre spécialisé pour les changements climatiques et la santé) (Frumkin, 2011). Les obstacles peuvent également être le manque d'autorité et de leadership pour l'action, l'étroitesse du cadre des interventions de santé publique qui n'agit pas sur les causes profondes de la vulnérabilité, les obstacles juridiques et les échecs dans la prise de décision collective (Ford et King, 2015; Gould et Rudolph, 2015). Certains systèmes de santé dans les collectivités rurales, éloignées et/ou autochtones sont déjà vulnérables et, par conséquent, menacés par des risques accrus liés aux répercussions des changements climatiques, comme des taux plus élevés de mortalité toutes causes confondues, une capacité de pointe moindre en cas d'urgence, un accès réduit aux établissements de santé et la difficulté de retenir les professionnels de la santé et d'accéder à des soins de santé spécialisés (DesMeules et Pong, 2006; Vodden et Cunsolo, 2021) (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada). Les systèmes de santé et les collectivités disposant de

moins de ressources ont plus de difficulté à réagir aux impacts et à se rétablir de manière à protéger la santé des populations. Au Canada, les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux ont un rôle clé à jouer dans le soutien des activités de préparation des autorités sanitaires locales en renforçant les capacités par l'échange d'information, la coordination, la préparation et la diffusion de l'information scientifique, ainsi que les contributions financières (Austin et coll., 2019). Sans mesures solides pour réduire les GES, l'adaptation aux effets des changements climatiques devra être beaucoup plus grande et la capacité de protéger la santé sera beaucoup plus limitée (GIEC, 2014; Wheeler et Watts, 2018).

Aucun groupe de population ou région du Canada ne devrait assumer une partie déraisonnable des coûts associés aux impacts des changements climatiques sur la santé et la société. Les iniquités sociales existantes au sein d'une collectivité (p. ex., revenu, insécurité hydrique, insécurité alimentaire, disparités chroniques en matière de santé) et les taux plus élevés de maladie peuvent réduire la capacité d'adaptation de sous-populations spécifiques (PNUE, 2018; Friel, 2019). Les populations et les collectivités qui n'ont pas la capacité de planifier, d'intervenir et de se rétablir des effets des changements climatiques demeureront susceptibles d'être touchées de façon disproportionnée par les aléas climatiques (Berry et coll., 2014a; Crump et coll., 2019). Au Canada, il peut s'agir des collectivités rurales et éloignées, des peuples et des collectivités autochtones, des populations racialisées, des populations à faible revenu, des personnes à mobilité réduite, des personnes socialement isolées, des immigrants, des locataires, des personnes travaillant à l'extérieur, des communautés de langue officielle en situation minoritaire, des aînés et des personnes atteintes de maladies chroniques. Dans certains cas, les personnes peuvent être exposées à de multiples facteurs de vulnérabilité pouvant se recouper. Par exemple, les résidents des régions rurales et éloignées, en plus d'être plus exposés géographiquement à certains aléas climatiques (p. ex., les feux de forêt), sont plus susceptibles d'être âgés, de travailler à l'extérieur, d'avoir des revenus moyens plus faibles, d'avoir un accès moindre à Internet et d'avoir des taux plus élevés de problèmes de santé chroniques. Il faut des politiques et des programmes pour s'attaquer aux iniquités sociales existantes et aux causes profondes de la vulnérabilité, afin de prévoir les impacts des changements climatiques sur la santé (ICCC, 2021) (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada; chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé).

D'autres difficultés d'adaptation peuvent se poser lorsque les efforts déployés par les décideurs pour contrer les effets des changements climatiques, à l'intérieur ou à l'extérieur du secteur de la santé, souffrent d'un manque de coordination ou d'une mauvaise planification conduisant à une maladaptation, augmentant ainsi involontairement la vulnérabilité d'autres secteurs, groupes sociaux ou systèmes (Austin et coll., 2016) (tableau 10.2)). Une information insuffisante et une connaissance limitée des compromis en matière de risque peuvent amener à la maladaptation ou amener les membres de la population à prendre des mesures d'adaptation insuffisantes pour se protéger et protéger leurs familles des effets sur la santé de multiples aléas climatiques. Par exemple, ils pourraient décider de faire de l'exercice pendant les périodes plus fraîches de la journée (p. ex., la nuit) ou se mettre à l'abri dans des zones ombragées pour réduire les risques de chaleur et ainsi être davantage exposés aux moustiques et aux tiques porteurs de maladies à transmission vectorielle (Hill, 2012). La plantation de végétaux comme des arbres du côté sud d'une maison pour refroidir le bâtiment peut ne pas convenir si les arbres produisent du pollen et sont situés près de la prise d'entrée d'air de la chaudière ou du climatiseur. Cette solution peut également être inadaptée si la végétation, y compris les feuilles et les branches tombées, n'est pas entretenue et ne fait qu'augmenter la présence de matériaux combustibles près d'une maison ou d'une structure rattachée à une maison, comme une clôture. Dans certains cas, la végétation peut également abriter des vecteurs de maladies. Les efforts visant à conserver

l'énergie en ouvrant les stores pour profiter de la lumière naturelle, dans la mesure du possible, peuvent accroître les risques de maladie liée à la chaleur. De même, l'utilisation d'installations pour se rafraîchir (p. ex., des centres communautaires, des piscines, des bibliothèques et des centres commerciaux) et de lieux publics pendant les phénomènes de chaleur extrême afin de protéger sa santé peut accroître les risques de contracter la COVID-19 s'il n'y a pas de distanciation physique, d'hygiène des mains et de mesures connexes (Shumake-Guillemot et coll., 2020).

La maladaptation aux changements climatiques augmente le risque que les décideurs en matière de santé soient prisonniers d'un cycle de gestion et de traitement de résultats de santé toujours plus négatifs au sein de la population. Des mesures mal conçues ou inadaptées peuvent également exacerber les iniquités existantes, par exemple, si les campagnes d'information publique et le financement font défaut (Paavola, 2017). Le tableau 10.2 donne des exemples d'actions inadaptées qui peuvent avoir une incidence sur la santé.

Tableau 10.2 Actions inadaptées possibles dans le cadre d'efforts de protection de la santé contre les impacts des changements climatiques

TYPE GÉNÉRAL D'ACTION INADAPTÉE	EXEMPLES POSSIBLES DANS LE SECTEUR DE LA SANTÉ
Incapacité à prévoir les climats futurs	Infrastructures sanitaires (p. ex., hôpitaux, réseaux d'eau potable) construites ou rénovées sans prévoir la résilience face aux climats futurs
Mesures d'adaptation ne tenant pas compte des impacts plus larges	Arbres producteurs de pollen pour réduire l'effet d'îlot de chaleur dans les zones urbaines Réduction des émissions de GES et de polluants atmosphériques se traduisant par des avantages minimes en matière de qualité
Conception de moyens de défense qui excluent d'autres approches, sans perspective d'équité en santé	Adaptation, dans d'autres secteurs, d'infrastructure ne maximisant pas les avantages accessoires pour la santé à court ou à long terme
Attendre d'autres renseignements, ou ne pas le faire, et finir par agir trop tôt ou trop tard	Attendre de meilleures prévisions et de meilleures données sur la santé pour compléter ou utiliser les résultats d'une évaluation des changements climatiques et de la santé, renonçant ainsi à la possibilité d'une adaptation proactive
Renoncer aux avantages à long terme en faveur de mesures d'adaptation immédiates	Mettre l'accent sur le traitement des résultats en matière de santé et des efforts insuffisants pour bâtir des collectivités saines et résilientes face au changements climatiques (p. ex., écologisation pour réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain)

TYPE GÉNÉRAL D'ACTION INADAPTÉE	EXEMPLES POSSIBLES DANS LE SECTEUR DE LA SANTÉ
Aléa moral	Encourager la prise de risques (p. ex., manque d'assurance, de filet de sécurité sociale, d'aide de secours), comme le déplacement vers une plaine inondable ou une zone urbaine à la jonction d'une zone forestière sujette aux feux de forêt
Adoption de mesures qui ne tiennent pas compte des relations locales, des traditions, du savoir autochtone ou des droits de propriété, menant ultimement à l'échec	Élaboration de plans d'adaptation sanitaire sans consultations générales ni participation de populations diversifiées et représentatives, menant à des mesures qui ne respectent pas les besoins culturels et les valeurs des personnes (p. ex., interventions imposées aux communautés autochtones)
Adoption de mesures qui favorisent un groupe par rapport à d'autres, directement ou indirectement, menant à une rupture et à d'éventuels conflits	Mise en œuvre d'adaptations sanitaires qui ne sont pas accessibles aux personnes à faible revenu ou aux personnes en situation d'itinérance (p. ex., pas de centres de rafraîchissement lors de vagues de chaleur dans les quartiers défavorisés, services sociaux non accessibles par le transport en commun)
Maintien de solutions traditionnelles qui ne sont plus appropriées	Incapacité d'élargir les systèmes de suivi et de surveillance pour détecter les risques sanitaires nouveaux ou émergents ou des maladies exotiques

Source : D'après Noble et coll. (2014)

Une adaptation robuste est possible grâce à la collaboration entre les responsables d'une gamme de secteurs (p. ex., santé, approvisionnement en eau, agriculture, énergie, logement, environnement, conservation, planification, transport, gestion des catastrophes et infrastructure) pour surveiller les répercussions des changements climatiques sur la santé, déterminer les populations à haut risque, éliminer les obstacles qui restreignent l'état de préparation (p. ex., pauvreté, logement et infrastructure inadéquats, communications inefficaces), atténuer l'incertitude par un plus grand nombre de recherches sur les impacts, informer la population et les décideurs sur les conséquences et les avantages possibles de la préparation, et financer les mesures requises (Séguin, 2008; OMS, 2010; Ebi, 2011; Frumkin, 2011; Ebi et del Barrio, 2016). Par exemple, des synergies techniques et opérationnelles peuvent être créées lorsque les autorités sanitaires et les responsables de la gestion des catastrophes collaborent pour améliorer la préparation et l'intervention en cas de catastrophe, communiquer les risques au public, entreprendre des évaluations des risques et de la vulnérabilité et renforcer la résilience du système de santé (Banwell et coll., 2018). Le cadre de sécurité civile pour le Canada tient compte des liens entre les changements climatiques et la gestion des urgences et des

avantages que présentent les approches multisectorielles de renforcement de la résilience (Sécurité publique Canada, 2017). À l'échelle individuelle, la préparation aux aléas climatiques et la prise de mesures pour éviter les menaces imminentes exigent de l'information sur les risques et les mesures de protection personnelle efficaces, des ressources pour agir et un réseau de soutien composé de membres de la famille ou d'amis, en particulier pour les personnes qui ont besoin d'aide.

Compte tenu des risques croissants et des impacts potentiellement graves sur la santé, les activités d'adaptation doivent être rapidement intensifiées en dehors des activités normales du ministère de la Santé (Ebi, 2016). L'encadré 10.1 fournit un exemple de collaboration relativement à l'adaptation entre les décideurs de la santé publique et ceux de l'infrastructure afin de réduire les risques liés aux changements climatiques qui touchent les enfants. La collaboration entre les secteurs aux fins de la conception, de la mise en œuvre et de la surveillance des mesures d'adaptation et d'atténuation des GES présente le grand avantage de pouvoir optimiser par ces mesures les avantages accessoires pour la santé (p. ex., amélioration de la santé mentale grâce à un capital social accru, réduction de l'obésité découlant de l'infrastructure active), tout en réduisant les risques possibles pour la santé (Cheng et Berry, 2013; OMS, 2018c) (voir la section 10.6 Avantages accessoires pour la santé des mesures d'adaptation et d'atténuation des émissions de GES).

Encadré 10.1 Adaptation préventive pour protéger les enfants des risques climatiques dans les terrains de jeux

En raison de leur physiologie et de leur dépendance à l'égard des fournisseurs de soins, les enfants courent un risque accru de maladie et de décès attribuables à la chaleur. L'aménagement d'aires de jeu extérieures plus sécuritaires pour les enfants grâce à des mesures de prévention peut réduire les risques pour la santé, surtout compte tenu du réchauffement climatique continu et de la fréquence accrue des épisodes de chaleur extrême. Dans le cadre d'une initiative plus générale du gouvernement du Canada visant à adapter l'infrastructure aux changements climatiques, le Conseil canadien des normes et Santé Canada se sont associés au National Program for Playground Safety (programme national pour la sécurité dans les terrains de jeux) pour élaborer des lignes directrices visant à améliorer la résilience climatique des terrains de jeux. Ces lignes directrices ont été incluses en annexe dans la norme de l'Association canadienne de normalisation sur les aires et les équipements de jeu pour enfants (CAN/CSA-Z614-14). La norme mise à jour appuie des options pratiques et fondées sur des données probantes pour que les municipalités, les fournisseurs de logements abordables et les écoles intègrent la dimension climatique lors de la construction de nouveaux terrains de jeux ou de la rénovation des terrains existants. Les changements de conception recommandés comprennent la plantation d'arbres d'ombrage, la sélection de matériaux plus froids pour les structures et les surfaces, ainsi que l'ajout de jeux d'eau. Les lignes directrices s'appliquent à toutes les saisons de jeu, en mettant particulièrement l'accent sur le maintien, en été, de la fraîcheur et du confort dans les terrains de jeux pour les enfants et ceux qui s'occupent d'eux afin de prévenir l'excès de chaleur et les blessures chez les enfants, comme les brûlures causées par les glissoires métalliques.

Source : Kennedy et coll., 2021

Les partenariats avec les peuples autochtones et l'utilisation du savoir autochtone, du contexte local et des valeurs – ainsi que l'intégration des considérations liées au sexe, au genre et à l'équité dans la prise de décisions – appuient des mesures plus efficaces grâce à un processus d'adaptation respectueux et significatif. Une telle collaboration peut accroître la pertinence des mesures qui en découlent, accroître les capacités et renforcer la résilience grâce à des réseaux de changements climatiques plus inclusifs et dynamiques au sein des collectivités. La recherche sur l'adaptation communautaire dans les communautés autochtones peut être menée au moyen d'approches de renforcement de l'esprit d'équipe qui déterminent des objectifs communs, appuient l'engagement significatif des utilisateurs des connaissances et surveillent et évaluent continuellement les progrès (Ford et coll., 2018) (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des peuples autochtones du Canada).

Depuis quelques années, on comprend mieux les options d'adaptation en matière d'interventions en santé publique, qui peuvent contrer les risques sanitaires liés au climat existants ou ceux qui sont nouveaux et émergents, et ainsi renforcer la résilience aux effets des changements climatiques sur la santé (Paterson et coll., 2012; OMS, 2015; PNUE, 2018; SAC, 2019). Chaque chapitre de la présente évaluation fournit de l'information sur les mesures d'adaptation visant à répondre aux préoccupations particulières des Canadiens et des Canadiennes en matière de santé liées aux changements climatiques. Plusieurs outils d'évaluation de l'adaptation peuvent être utilisés (OMS, 2013) pour examiner les options de réduction des risques, comme la prévision par analogie, l'examen préalable, l'analyse décisionnelle multicritères, l'évaluation comparative des risques, l'analyse coût-avantage, l'analyse de rentabilité et l'analyse de la mise en œuvre. Toutefois, il peut être difficile d'utiliser de tels outils et d'accorder la priorité aux mesures visant à réduire les risques sanitaires des changements climatiques s'il n'y a pas suffisamment d'information sur les répercussions sanitaires actuelles ou prévues et sur la possibilité de répercussions imprévues (Wardekker et coll., 2012).

10.3.4 Efficacité de l'adaptation sanitaire

Le succès des mesures de santé publique prises au cours des dernières décennies pour réduire les impacts sur la santé des aléas environnementaux donne à penser que les adaptations visant à contrer les risques pour la santé liés au climat peuvent être efficaces pour protéger les populations. L'adaptation peut retarder l'augmentation des risques pour la santé liés aux aléas climatiques à des niveaux plus élevés de réchauffement (Conseil des académies canadiennes, 2019; Ebi et coll., 2021). On amoindrirait le fardeau futur de la maladie en prenant davantage de mesures afin de préparer les populations et les réseaux de santé aux changements climatiques et de réduire les GES (Haines et Ebi, 2019). Cependant, il existe peu d'information sur l'efficacité de mesures d'adaptation particulières en matière de santé au Canada et à l'étranger, ce qui représente un défi important pour les décideurs (Bouزيد et coll., 2013; Anderson et coll., 2017). Une étude portant sur l'efficacité de 56 interventions précises couvrant 14 questions de santé préoccupantes liées aux changements climatiques a révélé de grands écarts d'adaptation en termes de données probantes (Anderson et coll., 2017). L'encadré 10.2 présente la façon dont le centre médical du Texas a pris des mesures efficaces pour mieux faire face aux tempêtes violentes.

Encadré 10.2 Renforcement de la résilience climatique du centre médical du Texas

Le centre médical du Texas (CMT) à Houston, qui regroupe 23 hôpitaux, est le plus grand complexe médical des États-Unis. En 2001, ce complexe médical a grandement souffert du passage de la tempête tropicale Allison qui a entraîné une inondation millénaire historique ayant causé 22 décès, des dommages de près de 5 milliards de dollars américains dans le comté et une panne complète d'électricité en raison des dommages subis par les génératrices d'urgence et le matériel de commutation électrique. En outre, plus de 1 000 patients ont dû être évacués, sans compter la perte de travaux de recherche d'une valeur de 2 milliards de dollars américains.

Après la dévastation causée par la tempête tropicale Allison, les hôpitaux du CMT se sont regroupés pour investir 50 millions de dollars américains dans des mesures visant à renforcer la résilience de leurs installations, y compris un nouveau système d'alerte contre les inondations, une meilleure planification de l'atténuation des catastrophes et la création de groupes de gestion des inondations. L'infrastructure a également été améliorée, notamment avec l'installation d'une nouvelle centrale de production combinée de chaleur et d'électricité sur place afin d'éliminer la dépendance à l'égard du réseau énergétique de la ville, ainsi que la surélévation des services d'alimentation électrique afin de réduire le risque d'inondation. Depuis ces travaux de rénovation, le CMT a été frappé par l'ouragan Rita en 2005, l'ouragan Ike en 2008 et l'ouragan Harvey en août 2017. Lors de chacune de ces tempêtes, le complexe médical a échappé aux effets dévastateurs subis en 2001, qui ont eu d'énormes répercussions sur les patients et le personnel. En fait, pendant l'ouragan record Harvey, tous les hôpitaux et salles d'urgence du CMT sont demeurés opérationnels même si la tempête a provoqué l'inondation de la région de Houston.

Source : Health Care Without Harm, 2018.

Il y a eu davantage d'études sur l'efficacité des mesures visant à réduire les risques pour la santé de la chaleur extrême que sur d'autres enjeux sanitaires liés aux autres aléas climatiques. La portée de l'analyse dans le présent chapitre ne permet pas d'examiner l'efficacité de toutes les mesures d'adaptation sanitaire. L'information quant à l'état actuel des connaissances sur l'efficacité des mesures de réduction des risques sanitaires associés à la chaleur est présentée afin de souligner qu'il est important d'évaluer régulièrement les mesures de protection de la santé et d'intégrer l'incertitude dans le processus décisionnel.

Plusieurs études indiquent que malgré le réchauffement du climat, la vulnérabilité de la population aux événements de chaleur extrême n'a pas augmenté ou a même diminué dans un certain nombre de pays (Fouillet et coll., 2008; Kyselý et Plavcová, 2012; Schifano et coll., 2012; Heudorf et Schade, 2014; Hondula et coll., 2015; Arbutnott et coll., 2016; Barreca et coll., 2016; Sheridan et Dixon, 2016). La recherche menée dans des pays diversifiés sur les plans géographique et économique indique également que les SAIC, qui peuvent inclure des systèmes d'avertissement sanitaire concernant la chaleur (McGregor et coll., 2015) et des plans d'action en cas de vague de chaleur (Casanueva et coll., 2019; Jay et coll., 2021), sont susceptibles de réduire les problèmes de santé associés aux événements de chaleur extrême (Hess et Ebi, 2016; Anderson et coll., 2017; Lee et coll., 2019). D'après les estimations, en 2017, 47 pays disposaient de plans d'action en

cas de vague de chaleur à l'échelle nationale ou infranationale (GHHIN, 2018), y compris le Canada où de nombreuses collectivités et régions disposent de ce type de plans.

Selon Sheridan et Allen (2018), la mise en œuvre de SAIC, la sensibilisation accrue aux risques pour la santé liés à la chaleur et l'amélioration de la qualité de vie ont contribué à réduire les effets sanitaires de la chaleur dans les pays développés. Les systèmes ont prouvé qu'ils pouvaient assurer une protection en Europe (Matthies et coll., 2008; Martinez et coll., 2019), en France (Fouillet et coll., 2008), en Italie (Michelozzi et coll., 2006; Baccini et coll., 2011; Morabito et coll., 2012), en Inde (Das et Smith, 2012; Hess et coll., 2018), à Shanghai (Tan et coll., 2007), à Hong Kong (Chau et coll., 2009) et à Milwaukee (Weisskopf et coll., 2002). On a estimé que la mise en œuvre d'un plan d'action sur la chaleur à Ahmedabad, en Inde, en 2010, a évité environ 1 190 décès annualisés moyens en 2014-2015 (Hess et coll., 2018). Toutefois, certaines études soutiennent qu'il manque de preuves solides montrant que de tels systèmes ont une incidence discernable sur les résultats en matière de santé (Boeckmann et Rohn, 2014; de' Donato et coll., 2015; Hondula et coll., 2015; Weinberger et coll., 2018). Des SAIC bien conçus peuvent permettre de réaliser d'importantes économies lorsque les coûts des systèmes sont comparés à leurs avantages économiques. Par exemple, Hunt et coll. (2017) ont calculé que les rapports avantages-coûts des systèmes d'alerte étaient de 913 pour Madrid, 308 pour Prague et 11 pour Londres.

De nombreux programmes, politiques et mesures du secteur de la santé visant à protéger les gens contre la chaleur extrême ainsi que d'autres problèmes de santé et aléas climatiques (p. ex, la pollution atmosphérique, les maladies infectieuses, les maladies d'origine hydrique, les maladies d'origine alimentaire, les événements météorologiques extrêmes) n'ont pas été conçus en intégrant de l'information sur l'accroissement des risques associés aux changements climatiques et auront donc une efficacité moindre à l'avenir, à moins qu'ils ne soient modifiés (Haines et Ebi, 2019). En fait, de nombreux SAIC ne sont pas conçus pour faire face aux risques accrus posés par les changements climatiques, comme les modifications de l'apparition, de la durée et de l'intensité des températures extrêmes et les problèmes de santé qui en découlent (Lee et coll., 2019). Il faut évaluer régulièrement les SAIC au moyen d'un processus itératif afin de garantir qu'ils assurent une protection complète contre les nouvelles conditions climatiques et les nouveaux risques (Santé Canada, 2012; Hess et Ebi, 2016; Lee et coll., 2019).

Des chercheurs au Québec ont signalé que les systèmes d'alerte de chaleur peuvent être efficaces (Poitras, 2018) et que les plans d'action locaux et provinciaux en cas de vague de chaleur ont réduit la mortalité associée à un épisode de chaleur intense en 2010 (Bustanza et coll., 2013) et en 2018 (Lebel et coll., 2019). Selon Benmarhnia et coll. (2016), les améliorations apportées au plan d'action en cas de vague de chaleur de Montréal ont divisé par cinq le nombre de décès quotidiens (voir le chapitre 3 : Aléas naturels). De plus, les efforts visant à avertir le public lorsque les conditions de chaleur sont dangereuses et que la qualité de l'air est mauvaise ont été efficaces puisqu'ils ont amené les gens à prendre des mesures de protection et ont réduit les coûts pour le système de santé (Gosselin et coll., 2018; Mehiriz et coll., 2018; Mehiriz et Gosselin, 2019). Les autorités sanitaires de Toronto et de Montréal ont signalé que les systèmes d'alerte ont permis une sensibilisation accrue aux risques sanitaires liés à la chaleur et à l'adoption de comportements de protection de la santé comme boire de l'eau, surveiller les alertes, porter des vêtements plus amples et se réfugier dans des endroits frais (Santé Canada, 2012; Ville de Toronto, 2019).

En outre, les mesures d'adaptation préventive visant à réduire les îlots de chaleur urbains au Québec (p. ex., réduction des surfaces de béton et d'asphalte, augmentation de la végétation) se sont avérées efficaces pour

rafraîchir les collectivités et réduire les risques pour la santé (Beaudoin et Gosselin, 2016; Santé Canada, 2020d). D'un point de vue économique, les avantages des mesures de réduction des risques sanitaires de la chaleur extrême peuvent justifier la mise en œuvre de ces mesures (Hunt et coll., 2017) et permettre de réaliser d'importantes économies. Tröltzsch et coll. (2012) ont estimé qu'entre 2071 et 2100, la mise en œuvre d'un système d'alerte de chaleur en Allemagne permettrait de réaliser 2,36 milliards d'euros d'économies associées aux décès évités et 165 millions d'euros d'économies hospitalières par an.

Des recherches plus poussées sont nécessaires pour mieux comprendre l'efficacité des mesures d'adaptation aux événements de chaleur extrême et aux autres aléas climatiques qui devraient augmenter à l'avenir (Bouزيد et coll., 2013; Berry et coll., 2014). Une plus grande normalisation des définitions et des pratiques de surveillance serait utile pour les estimations nationales de la morbidité et de la mortalité liées à la chaleur, afin de permettre des comparaisons entre les provinces. Cet ensemble de données probantes devrait favoriser la conception et l'évaluation et le signalement d'interventions futures en matière d'adaptation sanitaire aux changements climatiques (Hess et Ebi., 2016). Par exemple, Valois et coll. (2017) ont élaboré un indice de comportement composé de 12 adaptations pour évaluer si les personnes vivant en milieu urbain s'adaptent bien aux températures estivales élevées. Les études sur l'efficacité sont importantes parce qu'il est possible que les adaptations sanitaires actuelles ne tiennent pas compte des modifications importantes de l'exposition dues aux changements climatiques, comme l'allongement de la saison de chaleur dans de nombreuses régions (Ebi et coll., 2016c), y compris au Canada (Zhang et coll., 2019).

10.3.5 État de l'adaptation sanitaire

À l'échelle mondiale, certains progrès en matière d'adaptation ont été réalisés; par exemple, au moins 92 pays ont effectué des évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation relativement aux changements climatiques et à la santé (Berry et coll., 2018). Cependant, les lacunes en ce qui concerne l'adaptation sanitaire accroissent la vulnérabilité de la population aux impacts des changements climatiques (Watts et coll., 2015; Martinez et coll., 2018; Watts et coll., 2018). L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) recueille tous les deux ans des données mondiales sur un certain nombre d'indicateurs afin d'évaluer les progrès réalisés relativement à la préparation aux impacts des changements climatiques sur la santé. Les données sont communiquées par le biais des profils d'États sur le climat et la santé de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) (OMS, 2018a). L'enquête la plus récente menée en 2017-2018 a indiqué qu'il y a eu des progrès sur le plan des changements climatiques et de l'adaptation sanitaire à l'échelle internationale, mais que la portée des plans et des stratégies d'adaptation varie grandement et que la mise en œuvre de mesures précises demeure un défi important (OMS, 2019). En outre, les résultats des évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation en matière de changements climatiques et de santé influencent les décisions stratégiques prises par les ministères de la Santé de divers pays, et de nombreuses autorités sanitaires collaborent de plus en plus avec les décideurs pour ce qui est de l'adaptation dans d'autres secteurs (OMS, 2019).

L'analyse des progrès réalisés par le Canada dans la lutte contre les risques sanitaires liés aux changements climatiques, d'après les indicateurs de l'OMS, donne à penser que d'autres mesures sont nécessaires dans certains domaines (tableau 10.3).

Table 10.3 Rendement du Canada en ce qui concerne les indicateurs de résilience de l’OMS relativement aux changements climatiques et à la santé

INDICATEUR	ÉTAT AU CANADA ⁴	SOURCE/COMMENTAIRE
Il existe, au ministère de la Santé, un service central national pour les changements climatiques.	Oui	Le Bureau des changements climatiques et de l’innovation de Santé Canada est le service central national pour les questions liées aux changements climatiques et à la santé (gouvernement du Canada, 2019).
Des projets ou des programmes d’adaptation sanitaire aux changements climatiques ont été mis en œuvre.	Oui	Bien que des lacunes subsistent, Santé Canada, l’Agence de la santé publique du Canada, les Instituts de recherche en santé du Canada et Services aux Autochtones Canada ont pris une série de mesures afin de réduire, pour les Canadiens et les Canadiennes, les risques liés aux changements climatiques associés aux événements de chaleur extrême, à la pollution atmosphérique et aux maladies infectieuses, et afin de relever les défis particuliers auxquels font face les peuples autochtones vivant dans le nord et le sud du pays (gouvernement du Canada, 2019; gouvernement du Canada, 2020a). De nombreuses provinces et de nombreux territoires entreprennent des programmes sur les changements climatiques et la santé sur leur territoire.
Une évaluation nationale des répercussions des changements climatiques, de la vulnérabilité et de l’adaptation en matière de santé a été réalisée.	Oui	Séguin, 2008; Berry et coll., 2014a

4 Oui = terminé ou achevé en grande partie; Partiellement = mesures en cours, mais plus d’efforts sont nécessaires; Non = non terminé ou commencé



INDICATEUR	ÉTAT AU CANADA ⁴	SOURCE/COMMENTAIRE
<p>Des renseignements sur le climat ont été inclus dans le système intégré de surveillance et d'intervention en cas de maladie (IDSR), y compris l'élaboration de systèmes d'alerte précoce et d'intervention pour les risques sanitaires liés au climat.</p>	Partiellement	<p>Les systèmes d'alerte précoce pour les risques sanitaires liés aux changements climatiques relèvent généralement des autorités sanitaires provinciales, territoriales et locales. Un certain nombre d'autorités sanitaires ont mis au point des systèmes d'avertissement pour les événements de chaleur extrême, les inondations et la pollution atmosphérique, y compris des systèmes de surveillance en temps réel qui utilisent des données sur de multiples facteurs de vulnérabilité. On commence tout juste à comprendre les changements climatiques qui ont une incidence sur la répartition des maladies infectieuses au Canada. Cependant, un certain nombre de maladies infectieuses connues pour être sensibles au climat (p. ex., la maladie de Lyme) font l'objet d'un suivi à l'échelle nationale.</p>
<p>Les coûts estimatifs de la mise en œuvre des mesures de résilience sanitaire face aux changements climatiques ont été inclus dans les affectations prévues des fonds nationaux du dernier exercice financier biennal.</p>	Partiellement	<p>Au Canada, la santé relève principalement des provinces et des territoires. Bon nombre de provinces et de territoires ont commencé à travailler pour renforcer la résilience climatique, notamment par l'affectation de ressources financières.</p> <p>À l'échelle fédérale, dans le budget de 2016 et celui de 2017, le gouvernement du Canada s'est engagé à verser 125 millions de dollars sur 11 ans pour aider à protéger la santé des Canadiens et des Canadiennes contre les répercussions des changements climatiques et à accroître la résilience de nos systèmes de santé. Ces investissements appuient les activités nécessaires, comme la recherche, l'éducation et le renforcement des capacités. Le budget de 2021 prévoyait 22,7 millions de dollars pour aider les communautés inuites et des Premières Nations à réagir aux répercussions sanitaires des changements climatiques.</p>

INDICATEUR	ÉTAT AU CANADA ⁴	SOURCE/COMMENTAIRE
La communication nationale présentée à la CCNUCC a inclus les répercussions sanitaires des politiques d'atténuation des changements climatiques.	Partiellement	La septième communication nationale du Canada (2017) reconnaît les conséquences économiques et sociales (y compris sur la santé) des mesures de lutte contre les changements climatiques, mais ne fournit pas de renseignements ou d'analyses détaillés à cet égard (gouvernement du Canada, 2017).
Des activités visant à accroître la résilience climatique des infrastructures sanitaires ont été mises en œuvre.	Partiellement	Certaines autorités sanitaires ont commencé à enquêter ou à exiger l'évaluation de la résilience climatique de l'infrastructure de santé (BC Health Authorities, 2020; Lower Mainland Facilities Management, 2020).
Une stratégie nationale d'adaptation sanitaire a été approuvée par l'entité gouvernementale concernée.	Partiellement	Le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques comprend un éventail de mesures pour faire face aux risques sanitaires posés par les changements climatiques (gouvernement du Canada, 2015). Le gouvernement du Canada s'est engagé à élaborer une stratégie nationale d'adaptation (gouvernement du Canada, 2020b).
Des mesures de renforcement des capacités institutionnelles et techniques ont été mises en œuvre pour travailler sur les changements climatiques et la santé.	Oui	Le programme ADAPTATIONSanté (2019-2022) renforce les capacités de 10 autorités sanitaires régionales du Canada afin de mieux connaître les répercussions des changements climatiques sur les populations et d'élaborer les mesures d'adaptation nécessaires (Santé Canada, 2019).
La stratégie nationale d'atténuation des changements climatiques a tenu compte des répercussions sur la santé (risques pour la santé ou avantages accessoires) des mesures d'atténuation des changements climatiques.	Partiellement	Le gouvernement du Canada a reconnu qu'il est nécessaire que la mise en œuvre des mesures d'atténuation des GES apporte des avantages accessoires pour la santé (gouvernement du Canada, 2020b).

INDICATEUR	ÉTAT AU CANADA ⁴	SOURCE/COMMENTAIRE
Une évaluation a été effectuée concernant les avantages accessoires des répercussions sanitaires des politiques d'atténuation des changements climatiques.	Partiellement	Le gouvernement du Canada élabore, pour chaque projet de règlement sur les GES, un Résumé de l'étude d'impact de la réglementation qui fournit de l'information sur ses objectifs ainsi que sur ses coûts et avantages prévus (gouvernement du Canada, 2021). Les mesures de réduction des GES proposées ou mises en œuvre ne comprennent pas toutes une analyse des risques sanitaires ou des avantages accessoires.
Les coûts estimatifs de la mise en œuvre des mesures de résilience sanitaire face aux changements climatiques ont été inclus dans les affectations prévues des fonds internationaux du dernier exercice financier biennal.	Sans objet	Le Canada ne reçoit pas de fonds de sources internationales pour mettre en œuvre des mesures de protection de la santé contre les changements climatiques.

De même, le Lancet Countdown sur la santé et les changements climatiques suit régulièrement 41 indicateurs dans cinq domaines afin d'évaluer à l'échelle mondiale les efforts déployés pour lutter contre les effets des changements climatiques sur la santé. Les cinq domaines sont les suivants : 1) les impacts des changements climatiques, l'exposition et la vulnérabilité; 2) l'adaptation, la planification et la résilience en matière de santé; 3) les mesures d'atténuation et les avantages accessoires pour la santé; 4) les finances et l'économie; et 5) la mobilisation publique et politique (Watts et coll., 2018). Depuis 2017, d'importantes organisations médicales du Canada, y compris l'Association médicale canadienne, l'Association canadienne de santé publique et l'Association canadienne des médecins pour l'environnement, ont adopté les méthodes et indicateurs du Lancet Countdown pour faire rapport chaque année sur les mesures prises par le Canada (Howard et coll., 2017; Howard et coll., 2018). Les recommandations suivantes ont été formulées pour améliorer la capacité du Canada à lutter contre les changements climatiques dans le secteur de la santé : soutenir les options de télétravail et de télésanté; créer, pour toutes les facultés de médecine et de sciences de la santé, des programmes d'études liés aux changements climatiques; communiquer au public les liens entre les changements climatiques et la santé humaine; financer la recherche concernant les impacts des changements climatiques sur la santé mentale; et améliorer les efforts afin de protéger les Canadiens et les Canadiennes contre la chaleur extrême (Howard et coll., 2017; Howard et coll., 2018).

Deux ateliers à l'intention des intervenants ont été organisés par Santé Canada, dont un en 2018 pour discuter de l'élaboration d'un système pancanadien de surveillance des changements climatiques et de la santé, et un autre en 2016, qui a réuni des représentants provinciaux et territoriaux de la santé et de

l'environnement, des bureaux de santé municipaux, des chercheurs, des organisations non gouvernementales et des partenaires autochtones de partout au Canada, afin d'explorer les questions de santé prioritaires, les lacunes de la recherche et les besoins d'adaptation pour préparer les Canadiens et les Canadiennes et les systèmes de santé aux changements climatiques. Les recommandations et les mesures à prendre formulées lors des réunions sont présentées ci-dessous (Brettle et coll., 2016; Knowledge Management, 2018).

Connaissances et données

- Élaboration d'un système pancanadien de suivi et de surveillance adapté aux effets des changements climatiques sur la santé et répondant aux besoins des autorités sanitaires.
- Adoption d'indicateurs clés en matière de changements climatiques et de santé dans l'ensemble du Canada et à des endroits précis qui sont homogènes et normalisés au moyen de procédures afin de cerner les problèmes de qualité des données.
- Augmentation des données sur les indicateurs des changements climatiques et de la vulnérabilité sanitaire, les repères de résilience et le soutien pour la compréhension des vulnérabilités et des risques régionaux.
- Évaluations de la vulnérabilité en matière de santé et de changements climatiques par chaque province et territoire afin de cerner les possibilités de réduire les risques pour la santé.
- Surveillance et suivi accrus des maladies liées au climat, et évaluation de l'efficacité des interventions d'adaptation et d'atténuation des GES.
- Fourniture de données pouvant alerter les intervenants en temps réel ou quasi réel en cas d'urgence et fourniture de données pour comprendre les tendances à long terme.

Élaboration de politiques et de programmes

- Campagne nationale « Des arbres pour la santé » (p. ex., des arbres plantés pour les patients et les soignants dans les établissements de soins de santé).
- Financement d'une infrastructure durable du secteur de la santé.
- Lignes directrices sur les normes relatives aux codes du bâtiment et aux règlements de zonage pour le secteur de la santé.
- Mesures visant à accroître les avantages accessoires pour la santé découlant des efforts d'adaptation et d'atténuation des GES afin de lutter contre les changements climatiques.

Considérations relatives aux collectivités nordiques et autochtones

- Mesures accrues pour s'attaquer aux défis en matière de santé et aux problèmes de capacité auxquels sont confrontées les collectivités nordiques et autochtones en raison des changements climatiques.
- Collaboration accrue avec les collectivités autochtones pour soutenir les efforts d'éducation, communiquer les résultats de la recherche et soutenir le renforcement de la résilience.

Communication et échange d'information

- Collaboration sur les communications en matière de changements climatiques et de santé avec la communauté des soins de santé et les organisations non gouvernementales.
- Amélioration de l'éducation en santé publique à l'aide de conseils fondés sur des données probantes et de messages ciblés.
- Intégration de l'information sur les changements climatiques et la santé dans les programmes d'enseignement (p. ex., pour les professionnels de la santé).
- Création d'un guichet unique pour faciliter l'accès au matériel et aux messages de communication sur les changements climatiques et la santé.

Mécanismes de coordination et de collaboration

Accroissement des efforts déployés par les ministères et organismes fédéraux pour appuyer les mesures suivantes :

- Amélioration de la préparation des collectivités aux interventions d'urgence et au rétablissement après les catastrophes.
- Amélioration, avec les mécanismes nécessaires (p. ex., comité sur les changements climatiques et la santé, groupes de travail régionaux, webinaires mensuels, projets de recherche en collaboration), de la coordination des activités liées aux changements climatiques et à la santé entre tous les ministères et organismes fédéraux de la santé, les autorités sanitaires provinciales, territoriales et locales ainsi que les partenaires autochtones.
- Établissement d'une plateforme pour l'échange des pratiques exemplaires entre les provinces et les territoires (p. ex., outil d'accès libre aux plans et aux politiques d'approvisionnement, conseils sur l'élaboration d'options d'adaptation, listes de vérification pour évaluer la vulnérabilité, analyse économique des mesures).
- Cartographie des initiatives sur les changements climatiques et la santé et fourniture des fonds à l'appui des mesures nécessaires.
- Collaboration plus étroite avec les organismes américains sur les changements climatiques et la santé, en tenant compte des accords transfrontaliers importants (p. ex., qualité de l'air, qualité de l'eau).

Des progrès ont été réalisés dans certains de ces domaines. Par exemple, depuis 2007, Santé Canada dirige un programme de protection contre la chaleur qui offre du soutien et des conseils aux autorités sanitaires locales, provinciales et territoriales dans le but d'élaborer des SAIC pour protéger les Canadiens et les Canadiennes contre les événements de chaleur extrême. Ce programme offre aux autorités de la santé publique des conseils sur l'évaluation des vulnérabilités sanitaires liées à la chaleur au niveau communautaire et sur l'élaboration de protocoles d'alerte à la chaleur, de plans d'intervention communautaires et de plans de communication. Afin de faire connaître aux Canadiens et aux Canadiennes les risques pour la santé liés à la chaleur, y compris aux personnes les plus vulnérables, Santé Canada a produit des brochures d'information, des infographies et des vidéos (Santé Canada, 2020a; Santé Canada, 2020b; Santé Canada, 2020c; Santé

Canada, 2021). Santé Canada a également collaboré avec un certain nombre de collectivités de l'Ontario (Windsor, Ottawa, London et les régions de Peel et de York) et de la Colombie-Britannique (Vancouver) à des projets novateurs visant à réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain et à atténuer ainsi l'exposition à des températures élevées des habitants des zones urbaines. Les projets ont contribué à l'élaboration d'un guide à l'intention des responsables de la santé publique au Canada sur la façon de collaborer avec des partenaires pour contrer les effets des îlots de chaleur urbains sur la santé (Santé Canada, 2020d).

Dans le cadre du programme ADAPTATION Santé lancé en 2019, Santé Canada fournit du financement, de l'information et de l'expertise à 10 régions locales et régionales de la santé au Canada pour les aider à renforcer leur capacité de comprendre les impacts des changements climatiques sur les populations, à élaborer les mesures d'adaptation nécessaires et à communiquer avec le public et les intervenants sur ces questions. Bon nombre des projets examinent les effets actuels et futurs des changements climatiques associés aux événements météorologiques extrêmes, y compris sur la santé mentale (Santé Canada, 2019). Les résultats et les apprentissages du projet sont communiqués à une communauté de pratique pancanadienne qui comprend des responsables de la santé publique de tous les ordres de gouvernement.

Les évaluations antérieures sur les changements climatiques et la santé ont permis d'établir les options d'adaptation pour protéger la santé, les rôles et les responsabilités en matière d'adaptation sanitaire, ainsi que les mesures prises par les autorités sanitaires au Canada (Séguin, 2008; Berry et coll., 2014a). Les sections suivantes fournissent plus de détails sur l'état actuel de l'adaptation au Canada et présentent l'éventail des mesures prises aux échelles régionale et locale.

10.3.5.1 Adaptation par les autorités sanitaires régionales et locales au Canada

Plusieurs autorités sanitaires canadiennes et partenaires d'autres secteurs déploient actuellement des efforts pour se préparer aux impacts sanitaires des changements climatiques, y compris, par exemple, les risques liés à la chaleur extrême (Guilbault et coll., 2016), aux conditions météorologiques extrêmes (Kovacs et coll., 2018) et aux feux de forêt (Kovacs et coll., 2020). Un sondage a été mené en 2018-2019 auprès de 80 représentants du secteur de la santé de toutes les régions du Canada; les répondants venaient de l'Ontario (34), du Québec (11), des provinces de l'Atlantique (7), des provinces des Prairies (13), de la Colombie-Britannique (13) et des territoires (2). La grande majorité des répondants (80 % ou plus) ont signalé qu'ils prennent certaines mesures pour contrer les risques sanitaires préoccupants dus aux climatiques relatifs qui avaient été soulevés dans des rapports d'évaluation précédents. Ces risques préoccupants comprenaient les maladies infectieuses, la qualité de l'air, la chaleur extrême, d'autres événements extrêmes, la salubrité de l'eau et la sécurité de l'approvisionnement en eau, la qualité et la quantité de l'eau ainsi que la sécurité et la salubrité alimentaires. Environ quatre répondants sur dix ont indiqué qu'ils prenaient des mesures contre les risques pour la santé mentale liés au climat (voir la figure 10.2) (Centre de recherche par sondage, 2019).

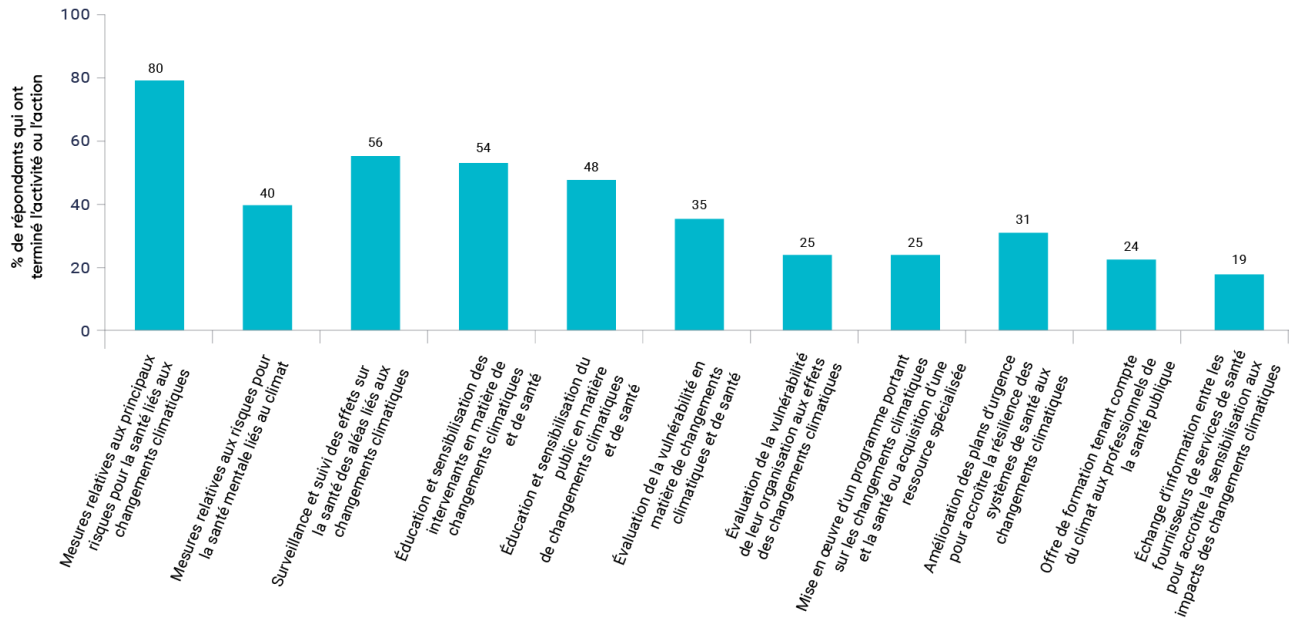


Figure 10.2 Activités et mesures de sensibilisation et de préparation sur les changements climatiques et la santé entreprises par les autorités sanitaires canadiennes. Source : Données du Centre de recherche par sondage, 2019.

Bon nombre des activités menées par les autorités sanitaires sont des activités de sensibilisation ou de travail préparatoire. Un peu plus de la moitié des répondants (56,3 %) ont indiqué qu'ils effectuent de la surveillance et du suivi des impacts sur la santé des aléas climatiques. De plus, 53,8 % ont déclaré avoir entrepris des activités d'éducation et de sensibilisation sur les changements climatiques et la santé auprès des intervenants, tandis qu'un peu moins de la moitié (47,5 %) l'ont fait auprès du public. De plus, 35 % ont entrepris une évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation relativement à la santé et aux changements climatiques; ils sont en revanche moins nombreux à avoir entamé une évaluation de la vulnérabilité de leur organisation face aux effets des changements climatiques (25 %). Seulement 21,3 % des répondants déclarent disposer d'une stratégie d'adaptation relative à la santé et aux changements climatiques; 10 % disposent d'un plan de recherche sur la santé et les changements climatiques (Centre de recherche par sondage, 2019).



Encadré 10.3 Adaptation sanitaire à Arviat, au Nunavut

Au Nunavut, les changements climatiques sont considérés comme une grande menace à la sécurité alimentaire, alors que les habitants de cette région ont déjà de la difficulté à avoir accès à des aliments nutritifs (voir le chapitre 8 : Salubrité et sécurité alimentaires). Un programme de recherche communautaire à Arviat, au Nunavut, a cerné les menaces liées aux changements climatiques pour la chasse, le partage et la consommation d'aliments traditionnels, ainsi que les répercussions sur le bien-être des personnes et des collectivités, y compris sur la culture et l'identité. Les chercheurs ont examiné des options pour accroître l'accès à des aliments sains grâce à la production locale, y compris la mise en place d'un programme communautaire de compostage biologique pour améliorer la qualité du sol local et l'établissement d'une serre de recherche pour évaluer la viabilité de la production alimentaire commerciale. Les recherches subséquentes relatives à la serre ont porté sur l'amélioration de la capacité des jeunes de la collectivité à assurer le fonctionnement continu de celle-ci, ainsi que la surveillance et la collecte des données nécessaires.

Les projets ont été couronnés de succès et ont eu des impacts positifs sur la collectivité grâce à des changements dans les habitudes alimentaires et culinaires. À la suite des leçons apprises, le hameau d'Arviat a construit deux serres hydroponiques commerciales (<www.greeniglu.com>). Le guide sur la collectivité et les changements climatiques (*Community Climate Change Manual*⁵) élaboré par la Aqqiumavvik Arviat Wellness Society fournit des renseignements que d'autres collectivités peuvent utiliser pour planifier des projets semblables. Il comprend de l'information sur l'établissement de partenariats, la mobilisation des jeunes, la communication avec les intervenants communautaires, le renforcement des capacités, l'élaboration d'un processus de planification et de communication durable, entre autres sujets.

En général, les autorités sanitaires prennent moins de mesures concrètes en matière de changements climatiques et de santé en réponse aux risques croissants pour les Canadiens et les Canadiennes, et il est nécessaire de multiplier rapidement des mesures efficaces. Seulement une autorité sanitaire sondée sur quatre a déclaré avoir un programme sur les changements climatiques et la santé ou une ressource dédiée, et le résultat chute à une sur cinq pour celles qui ont répondu avoir augmenté leurs ressources (p. ex., financement, ressources humaines) pour appuyer les mesures d'adaptation (Centre de recherche par sondage, 2019). Cela donne à penser que les programmes de santé chargés de protéger la santé des Canadiens et des Canadiennes pourraient eux-mêmes être vulnérables aux impacts des changements climatiques et que de nombreuses autorités sanitaires ne considèrent toujours pas cette question comme une priorité ou n'ont pas les ressources pour lutter contre le problème des changements climatiques en raison de priorités difficiles à concilier. Un peu plus d'un répondant sur trois (31,3 %) a indiqué avoir intégré les exigences relatives aux changements climatiques dans les normes de santé de l'organisation ou de l'entreprise. Fait intéressant, 86 % des autorités sanitaires ont indiqué qu'elles tiennent compte des besoins des populations à risque élevé lorsqu'elles élaborent des stratégies d'adaptation. Celles qui prennent en considération les répercussions sur les peuples autochtones (37,3 %) ou utilisent le savoir et les perspectives autochtones dans de telles activités (25,4 %) sont beaucoup moins nombreuses. Moins d'un répondant

5 Le guide peut être consulté à l'adresse <<https://www.aqqiumavvik.com/climate-change>> ou sur la page Arviat Goes Green <<https://www.facebook.com/Arviat-Goes-Green-359227010893368/>>

sur cinq (17,9 %) tient compte du sexe ou du genre lorsqu'il élabore des mesures pour réduire les risques climatiques pour la santé (Centre de recherche par sondage, 2019).

Encadré 10.4 Trousse sur les changements climatiques pour les professionnels de la santé canadiens

Créée par l'Association canadienne des médecins pour l'environnement (ACME) et financée par Environnement et Changement climatique Canada, la trousse appelée *Climate Change Toolkit for Health Professionals*⁶ (en anglais seulement) comprend une série de modules complémentaires conçus pour les professionnels de la santé et les étudiants dans des domaines connexes à la santé qui veulent explorer les enjeux liés aux effets des changements climatiques sur la santé. Le rapport fournit aux professionnels de la santé et aux étudiants de l'information pour les aider à connaître et à promouvoir les programmes, les pratiques et les politiques nécessaires pour atténuer les GES et se préparer aux changements climatiques, surtout lorsque ces initiatives touchent leurs milieux de travail et leurs collectivités (Perotta, 2019). Le rapport fournit des données probantes sur :

- les effets des changements climatiques sur la santé, à l'échelle mondiale;
- les impacts des changements climatiques sur les Canadiens et sur les Canadiennes;
- les émissions de GES au Canada par secteur et par région;
- les solutions en matière de changements climatiques qui offrent des avantages immédiats sur le plan de la santé;
- l'adoption de mesures relatives aux changements climatiques dans les établissements de soins de santé;
- la préparation des collectivités aux changements climatiques;
- la participation des professionnels de la santé à la lutte contre les changements climatiques.

L'information contenue dans la trousse peut aider les professionnels de la santé et les étudiants des secteurs des soins de santé et de la santé publique à parler avec des patients, des pairs et des partenaires communautaires des enjeux liés aux changements climatiques.

Les mesures d'adaptation plus vastes pour la préparation des systèmes de santé aux changements climatiques ne sont pas encore courantes parmi les autorités sanitaires canadiennes. Par exemple, seulement 31 % ont indiqué apporter des améliorations aux plans et programmes d'urgence afin de renforcer la résilience du système de santé et des services de santé connexes aux impact des changements climatiques (Centre de recherche par sondage, 2019). De plus, un peu moins du quart (23,8 %) des autorités sanitaires a déclaré offrir une formation adaptée au climat aux professionnels de la santé publique et un peu moins d'une sur cinq (18,8 %) donne de l'information aux fournisseurs de services de santé afin de les

6 La trousse peut être consultée à l'adresse <<https://cape.ca/wp-content/uploads/2019/05/Climate-Change-Toolkit-for-Health-Professionals-Updated-April-2019-2.pdf>> (en anglais seulement).

sensibiliser aux impacts possibles des changements climatiques sur le personnel et l'infrastructure et de donner des exemples d'options d'adaptation entreprises. Les niveaux actuels d'éducation et de formation des responsables de la santé au Canada sont insuffisants pour leur fournir l'information dont ils ont besoin pour se préparer de façon proactive aux impacts des changements climatiques sur la santé (Hackett et coll., 2020). De nouveaux renseignements sont à la disposition des autorités sanitaires et des professionnels de la santé pour protéger les populations à risque élevé contre les impacts des changements climatiques (voir l'encadré 10.4), par exemple, préparer les personnes atteintes de lésions de la moelle épinière en vue d'autres événements météorologiques extrêmes (Shapiro et coll., 2020).

Parmi les limites importantes de l'étude, on compte notamment le taux de réponse beaucoup plus élevé des responsables de la santé dans certaines régions (en Ontario par rapport aux territoires et aux provinces de l'Atlantique) et les défis liés à l'identification précise des personnes responsables des activités liées à la santé et aux changements climatiques au sein des autorités sanitaires.

Une autre étude menée auprès des responsables des bureaux de santé publique de l'Ontario en 2016 a donné des résultats similaires. Plus précisément, 61 % des répondants (représentant 26 des 36 bureaux de santé publique qui ont participé) ont indiqué qu'ils menaient des activités de sensibilisation aux répercussions des changements climatiques sur la santé ou à la nécessité de réduire les GES. De plus, 42 % ont déclaré surveiller les aléas climatiques comme les conditions météorologiques extrêmes, mais seulement 19 % ont indiqué qu'ils surveillaient les impacts des changements climatiques sur la santé. La moitié des répondants ont confirmé avoir participé à des recherches sur les changements climatiques et la santé, et 38 % ont indiqué que leur bureau de santé avait entrepris une évaluation des changements climatiques et de la santé. Comme lors de l'enquête nationale, mais dans des proportions un peu plus élevées, 42 % des unités de santé ont déclaré utiliser une optique d'équité en santé pour cerner, hiérarchiser et aborder les risques sanitaires liés aux changements climatiques (Doyle et coll., 2017).

Des chercheurs au Québec ont également examiné le niveau d'adaptation en matière de santé et de changements climatiques dans cette province, par l'entremise de l'Observatoire québécois d'adaptation aux changements climatiques. Pour un certain nombre d'adaptations concrètes qui favorisent la préparation aux impacts des changements climatiques, les responsables de la santé de cette province prennent davantage de mesures. Par exemple, 64 % des services de santé publique (soit 9 sur 14) offrent au personnel une formation sur les changements climatiques et la santé. De plus, 67 % ont élaboré des plans de prévention pour réduire les risques liés à la chaleur extrême et 56 % l'ont fait pour les inondations. Cependant, de nombreux services de santé publique en sont encore aux étapes de l'adaptation précoce, car ils commencent seulement à allouer un budget spécialement à l'adaptation et à établir des collaborations avec des partenaires à l'intérieur et à l'extérieur du secteur de la santé (p. ex., conseils scolaires, organismes communautaires, Hydro-Québec) (Valois et coll., 2018).

De nombreuses autorités sanitaires au Canada n'ont pas suffisamment intensifié leurs efforts d'adaptation en matière de changements climatiques et de santé pour protéger les Canadiens et les Canadiennes contre la variabilité actuelle du climat et contre des répercussions plus graves. Des efforts beaucoup plus importants sont nécessaires pour former les professionnels de la santé, surveiller les impacts des changements climatiques et l'efficacité des mesures d'adaptation, établir les priorités d'adaptation en accordant des ressources suffisantes, éduquer le public et les intervenants, et intégrer dans les activités les considérations et l'information sur les populations à risque élevé.

10.3.5.2 La santé dans les plans et les stratégies liés aux changements climatiques

De nombreuses administrations canadiennes à l'échelle locale, provinciale, territoriale et nationale ont des plans ou des stratégies relatifs aux changements climatiques qui incluent l'adaptation et qui, en plus grand nombre maintenant, comprennent des mesures de protection de la santé et du bien-être des personnes (Kuchmij et coll., 2020). Le tableau 10.4 souligne que la plupart des plans provinciaux ou territoriaux font maintenant mention dans une certaine mesure des effets sur la santé humaine. Cependant, les activités entreprises par les autorités sanitaires à tous les niveaux relativement aux changements climatiques et à la santé varient grandement. La plupart des provinces et des territoires du Canada en sont encore aux premières étapes de l'adaptation aux impacts des changements climatiques sur la santé, et les réponses à ce sujet sont encore fragmentées (Austin et coll., 2015).

À l'heure actuelle, peu de provinces et de territoires ont pris des mesures exhaustives ou substantielles (p. ex., portant sur une vaste gamme de risques probables pour la santé) d'adaptation en matière de santé et de changements climatiques dans le cadre de leurs stratégies plus générales à l'égard des changements climatiques. Aucune administration n'a de plan d'action ou de stratégie distinct axé exclusivement sur les changements climatiques et la santé. Étant donné que l'analyse faite dans d'autres chapitres de la présente évaluation révèle que les collectivités de partout au Canada font face à un grand nombre de risques pour la santé et de vulnérabilités, l'absence de stratégies exhaustives ainsi que la grande diversité et l'inégalité en matière de planification de l'adaptation sanitaire de nombreuses autorités sanitaires accroissent la vulnérabilité des Canadiens et des Canadiennes aux impacts actuels et futurs sur la santé.

Tableau 10.4 Exemples de stratégies, de plans d'action et de rapports canadiens sur les changements climatiques qui incluent un volet sur la santé humaine

ADMINISTRATION	STRATÉGIE, PLAN D'ACTION OU CADRE	EXEMPLES DE RISQUES POUR LA SANTÉ ET DE DÉTERMINANTS DE LA SANTÉ	EXEMPLES D'ADAPTATION RÉCENTS
Yukon	Our Clean Future: A Yukon Strategy for Climate Change, Energy and Green Economy (en anglais seulement) < https://yukon.ca/sites/yukon.ca/files/env/env-our-clean-future.pdf >	Fonte du pergélisol; sécurité alimentaire; cultures; inondations; feux de forêt; fonte des glaciers; faune et santé aquatique	Surveillance et planification des effets sanitaires des événements extrêmes, y compris les feux de forêt



ADMINISTRATION	STRATÉGIE, PLAN D'ACTION OU CADRE	EXEMPLES DE RISQUES POUR LA SANTÉ ET DE DÉTERMINANTS DE LA SANTÉ	EXEMPLES D'ADAPTATION RÉCENTS
Territoires du Nord-Ouest	2030 NWT Climate Change Strategic Framework (2018) (en anglais seulement) < https://www.enr.gov.nt.ca/sites/enr/files/resources/128-climate_change_strategic_framework_web.pdf >	Sécurité alimentaire; qualité de l'air; maladies à transmission vectorielle; santé mentale	Évaluation des changements climatiques et de la santé
	2030 NWT Climate Change Strategic Framework 2019–2023 Action Plan (2018) (en anglais seulement) < https://www.enr.gov.nt.ca/sites/enr/files/resources/128-climate_change_ap_proof.pdf >	Qualité de l'eau, faune, vie marine, forêts	Achèvement des plans d'évacuation d'urgence pour chaque grand établissement de santé du territoire; évaluations d'abris d'air pur pour toutes les collectivités sauf une afin de fournir des zones sécuritaires en cas d'événements extrêmes tels que des feux de forêt
Nunavut	Upagiaqtavut: Setting the Course – Climate Change Impacts and Adaptation in Nunavut (2011) (en anglais seulement) < https://climatechangenunavut.ca/sites/default/files/3154-315_climate_english_reduced_size_1_0.pdf >	Sécurité alimentaire; maladies à transmission vectorielle; événements météorologiques extrêmes	Initiative « Niqivut Silalu Asijjipalliajuq » (notre alimentation et les changements climatiques) pour soutenir des projets individuels liés à la sécurité alimentaire et aux changements climatiques



ADMINISTRATION	STRATÉGIE, PLAN D'ACTION OU CADRE	EXEMPLES DE RISQUES POUR LA SANTÉ ET DE DÉTERMINANTS DE LA SANTÉ	EXEMPLES D'ADAPTATION RÉCENTS
Assemblée des Premières Nations	National Climate Gathering Report: Drive Change, Leading Solutions (en anglais seulement) < https://www.afn.ca/wp-content/uploads/2021/04/Climate_Gathering_Report_ENG.pdf >	Déterminants sociaux de la santé des Premières Nations; mode de vie, cultures; santé mentale; santé physique; sécurité alimentaire; santé de la faune; biodiversité	Discussion et mobilisation sur les répercussions des changements climatiques et les mesures à prendre concernant la santé humaine
Inuit Tapiriit Kanatami	National Inuit Climate Change Strategy (en anglais seulement) < https://www.itk.ca/wp-content/uploads/2019/06/ITK_Climate-Change-Strategy_English.pdf >	Déterminants sociaux de la santé des Inuits; indicateurs de santé et de bien-être en fonction du sexe; activités culturelles et de récolte; santé mentale	Élaboration d'une stratégie sur les changements climatiques qui inclut la santé humaine
Ralliement national des Métis	Évaluation nationale de la vulnérabilité en matière de changements climatiques et de santé des Métis (2020) ⁷	Déterminants sociaux de la santé des Métis; feux de forêt; inondations; glissements de terrain; chaleur extrême; sécheresse; maladies à transmission vectorielle; recul glaciaire; élévation du niveau de la mer; acidification des océans	Évaluation des changements climatiques et de la santé

7 JF Consulting. (2020). Metis National Climate Change and Health Vulnerability Assessment. Non accessible au public.



ADMINISTRATION	STRATÉGIE, PLAN D'ACTION OU CADRE	EXEMPLES DE RISQUES POUR LA SANTÉ ET DE DÉTERMINANTS DE LA SANTÉ	EXEMPLES D'ADAPTATION RÉCENTS
Ontario	<p>Stratégie de l'Ontario en matière de changement climatique (2015) <https://docs.ontario.ca/documents/4929/climate-change-strategy-fr.pdf></p> <p>Préserver et protéger notre environnement pour les générations futures : Un plan environnemental élaboré en Ontario (2018) <https://prod-environmental-registry.s3.amazonaws.com/2018-11/EnvironmentPlan_FR.pdf></p>	Chaleur; qualité de l'air; maladies à transmission vectorielle; nourriture; qualité de l'eau; foresterie; communautés autochtones	Lignes directrices concernant changements climatiques et les environnements sains (2018) à l'appui des Normes de santé publique de l'Ontario : exigences relatives aux programmes, aux services et à la responsabilisation
Quebec	Le Québec en action vert 2020 (2012) < https://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/plan_action/pacc2020.pdf >	Qualité de l'air; conditions socioéconomiques; chaleur; rayonnement UV; santé mentale; maladies à transmission vectorielle	Grand cours en ligne ouvert à tous sur les changements climatiques et la santé, préparé et diffusé en 2019 et accompagné d'un livre
British Columbia	Preparing for Climate Change (2012) (en anglais seulement) < https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/adaptation/adaptation_strategy.pdf >	Sécheresse; feux de forêt	Carte interactive de la qualité de l'air permettant de mieux comprendre la pollution atmosphérique, y compris la fumée des feux de forêt, et fournissant des conseils pour réduire les risques



ADMINISTRATION	STRATÉGIE, PLAN D'ACTION OU CADRE	EXEMPLES DE RISQUES POUR LA SANTÉ ET DE DÉTERMINANTS DE LA SANTÉ	EXEMPLES D'ADAPTATION RÉCENTS
British Columbia (suite)	<p>Health Authority Perceptions and Capacity for Action: Health Impacts of Climate Change in BC (2013) (en anglais seulement) <http://bchealthycommunities.ca/health-impacts-climate-change-ha-perceptions/></p> <p>Climate Preparedness and Adaptation Strategy (stratégie provisoire et mesures de la phase 1 pour 2021-2022) (en anglais seulement) <https://engage.gov.bc.ca/app/uploads/sites/568/2021/06/Climate-Preparedness-and-Adaptation-Strategy-2021.pdf></p>	Morbidity and mortality linked to temperature; natural hazards; air; water quality; food safety and food security; zoonotic diseases; extreme heat; sun exposure	
Alberta	Focusing on Outcomes: An Action Plan for Climate Leadership Innovation (2018) (en anglais seulement) < https://albertainnovates.ca/wp-content/uploads/2018/02/Action-Plan-for-Climate-Leadership_FINAL_Feb2018.pdf >	Air quality	Climate adaptation plan to help municipalities learn more about climate adaptation, assess their vulnerability to events such as flooding, drought and severe storms, and develop adaptation plans



ADMINISTRATION	STRATÉGIE, PLAN D'ACTION OU CADRE	EXEMPLES DE RISQUES POUR LA SANTÉ ET DE DÉTERMINANTS DE LA SANTÉ	EXEMPLES D'ADAPTATION RÉCENTS
Manitoba	A Made-in-Manitoba Climate and Green Plan: Hearing from Manitobans (2017) (en anglais seulement) < https://www.gov.mb.ca/asset_library/en/climatechange/climategreenplan/discussionpaper.pdf >	Inondation; sécheresse; qualité de l'eau	Coordination provinciale des efforts de réduction des risques liés à la chaleur extrême par l'entremise d'un groupe consultatif sur le système d'alerte et d'intervention en cas de grande chaleur
Saskatchewan	A Made-in-Saskatchewan Climate Change Strategy (2017) (en anglais seulement) < https://www.saskatchewan.ca/business/environmental-protection-and-sustainability/a-made-in-saskatchewan-climate-change-strategy >	Qualité de l'eau; maladies à transmission vectorielle	Surveillance, éducation et sensibilisation du public sur les maladies à transmission vectorielle (p. ex., la maladie de Lyme et le virus du Nil occidental)
Nouveau-Brunswick	Plan d'action du Nouveau-Brunswick sur les changements climatiques 2014-2020 (2016) < https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/Climate-Climatiques/plan-action-changements-climatiques-2014-2020.pdf >	Qualité de l'eau; les événements météorologiques extrêmes; maladies à transmission vectorielle	Mise en œuvre et soutien d'un système provincial d'alerte et d'intervention en cas de chaleur avec des critères d'avertissement de chaleur précis fondés sur des données probantes en matière de santé et les conditions météorologiques propres à la région

ADMINISTRATION	STRATÉGIE, PLAN D'ACTION OU CADRE	EXEMPLES DE RISQUES POUR LA SANTÉ ET DE DÉTERMINANTS DE LA SANTÉ	EXEMPLES D'ADAPTATION RÉCENTS
Nouveau-Brunswick (suite)	La transition vers une économie à faibles émissions de carbone : Le plan d'action sur les changements climatiques du Nouveau-Brunswick (2016) < https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/Climate-Climatiques/LaTransitionVersUneEconomieAFaiblesEmissionsDeCarbone.pdf >		
Nouvelle-Écosse	Toward a Greener Future: Nova Scotia's Climate Change Action Plan (2009) (en anglais seulement) < https://climatechange.novascotia.ca/sites/default/files/uploads/ccap.pdf >	Qualité de l'air; qualité de l'eau	Élaboration d'une analyse de l'état de préparation climatique pour le secteur des soins continus du ministère de la Santé et du Mieux-être
Terre-Neuve-et-Labrador	The Way Forward on Climate Change in Newfoundland and Labrador (2019) (en anglais seulement) < https://www.gov.nl.ca/ecc/files/publications-the-way-forward-climate-change.pdf >	Sécurité des voyages; maladie de Lyme; santé mentale; sécurité alimentaire; communautés autochtones	Étude du fardeau environnemental posé par la maladie de Lyme et adoption de nouveaux critères d'avis de chaleur pour la province
Île-du-Prince-Édouard	Taking Action: A Climate Change Action Plan for Prince Edward Island 2018–2023 (2018) (en anglais seulement) < https://www.gov.nl.ca/ecc/files/publications-the-way-forward-climate-change.pdf >	Projections climatiques aux fins de la gestion des urgences; érosion côtière; inondations; résilience des infrastructures; gestion des ressources hydriques	Évaluation des risques liés aux changements climatiques à l'échelle de la province afin d'inclure la santé et la sécurité publiques

Source : D'après Kuchmij et coll., 2020

10.3.5.3 Leçons tirées de l'expérience québécoise

En tant que chefs de file de l'adaptation en matière de santé, la province de Québec et ses autorités sanitaires se préparent depuis près de 20 ans aux impacts des changements climatiques (Demers-Bouffard, 2021). Le Plan d'action sur les changements climatiques (PACC 2006-2012), dirigé par le ministère de l'Environnement du Québec, exige la prévention et l'atténuation des impacts des changements climatiques sur la santé et la sécurité publiques.

En 2012, le gouvernement du Québec a adopté son Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques (PACC 2013-2020) et la Stratégie d'adaptation aux changements climatiques 2013-2020 qui accompagne ce plan, consacrant 200 millions de dollars à l'adaptation (gouvernement du Québec, 2012a; gouvernement du Québec, 2012b). Le Plan et la Stratégie comprennent plusieurs objectifs d'adaptation liés à la santé humaine, notamment :

- tenir compte de l'adaptation aux changements climatiques dans la planification de l'aménagement des terres et les autres décisions en matière de planification;
- réduire les risques et atténuer les conséquences des catastrophes liées aux changements climatiques;
- prévenir les maladies, les blessures et les décès associés aux changements climatiques;
- assurer la continuité des services de santé et d'urgence lors de catastrophes liées aux changements climatiques;
- restreindre les répercussions psychosociales des changements climatiques.

Dans le cadre de ce plan, le gouvernement a affecté 22 millions de dollars afin de prévenir et de limiter les maladies, les blessures, les décès et les répercussions psychosociales (Demers-Bouffard, 2021). Sous la gouverne de l'INSPQ et avec la participation de nombreux partenaires, le réseau québécois de la santé actuel a adopté une gamme de mesures d'adaptation et d'approfondissement des connaissances, notamment la création d'un observatoire chargé d'évaluer le niveau d'adaptation de la population aux changements climatiques, d'un observatoire zoonotique multipartite, d'un système d'avertissement et de surveillance météorologique pour la santé, de plans d'intervention d'urgence, d'une stratégie de réduction du pollen allergène; de programmes de recherche exhaustifs sur les impacts des changements climatiques et l'adaptation; de plusieurs dizaines de projets pilotes d'écologisation urbaine et de plusieurs outils de transfert des connaissances (sites Web, cours en ligne, manuels, trousse de sondage et d'évaluation, etc.). Par exemple, l'INSPQ et d'autres partenaires ont déployé un cours en ligne ouvert à tous sur les changements climatiques et la santé pour les professionnels de la santé et des services sociaux, mais aussi pour le grand public. D'autres formations plus ciblées sont offertes notamment aux médecins, aux infirmières, aux travailleurs des parcs et à d'autres professions. Le site Web *Mon climat, ma santé* et celui du MSSS fournissent de l'information sur les effets des changements climatiques sur la santé, les populations vulnérables et les mesures d'adaptation. Des conseils cliniques détaillés sont à la disposition des médecins pour traiter les maladies liées aux changements climatiques dans le cadre de leur travail (Gosselin et coll., 2021).

Une évaluation des efforts déployés au Québec pour contrer les effets des changements climatiques sur la santé a permis de cerner les facteurs importants qui facilitent ces efforts et ceux qui peuvent constituer des

obstacles. Les facteurs qui ont favorisé les progrès en matière de changements climatiques et d'adaptation sanitaire comprennent (Demers-Bouffard, 2021) :

- les événements météorologiques extrêmes;
- la priorité donnée aux changements climatiques dans la planification gouvernementale;
- le financement des mesures ciblées;
- la clarté des rôles et des responsabilités de chacun des intervenants;
- la disponibilité de données locales sur le climat et la population;
- la détermination des ressources externes nécessaires pour appuyer les mesures.

Les obstacles importants à la protection efficace de la santé comprennent :

- la monopolisation des ressources en santé publique par d'autres priorités;
- la concurrence avec d'autres questions de santé publique;
- l'importance organisationnelle accordée au rôle de protection de la santé;
- le manque de financement fiable et constant;
- l'ambiguïté des rôles et responsabilités;
- le manque de conseils relativement aux diverses mesures d'adaptation à mettre en œuvre.

En fin de compte, les contextes politique, juridique, social, régional et organisationnel sont importants pour que le gouvernement et les autorités sanitaires régionales puissent agir pour s'adapter aux changements climatiques. Les contextes politique et juridique habilite le secteur de la santé à réagir aux changements climatiques en établissant des objectifs et fournissant des ressources, tandis que les contextes social et régional touchent l'établissement de partenariats et l'efficacité de la mise en œuvre de mesures d'adaptation. Le contexte organisationnel permet de profiter des possibilités offertes (Demers-Bouffard, 2021).

10.3.5.4 Adaptation sanitaire à l'échelle individuelle

Les Canadiens et les Canadiennes sont les premiers responsables de l'adaptation aux impacts sanitaires des changements climatiques, et ce, en adoptant des comportements de protection. La sensibilisation du public et des professionnels de la santé quant aux impacts sanitaires des changements climatiques est un rôle clé des responsables de la santé publique, et davantage d'efforts sont nécessaires pour réduire les risques (Hathaway et Maibach, 2018). Les efforts déployés au Canada et à l'étranger pour faire connaître les risques liés aux changements climatiques et amener les gens à adopter des comportements de protection ont connu un succès mitigé et d'importants défis se sont posés (MacIntyre et coll., 2019; Maibach, 2019). De nombreux Canadiens et Canadiennes sont conscients des impacts des changements climatiques sur la santé et s'en inquiètent. À l'occasion d'un sondage en 2017, 79 % des Canadiens et Canadiennes ont déclaré être convaincus que les changements climatiques se produisent et, parmi eux, 53 % ont indiqué qu'il s'agit d'un risque actuel pour la santé, alors que 40 % croyaient qu'il s'agit d'un risque futur pour la santé (Environics Research Group, 2017). Toutefois,

les préoccupations au sujet des impacts ne se traduisent pas par l'adoption de comportements de protection. Un grand nombre de Canadiens et de Canadiennes ne prennent pas de mesures pour se protéger ou protéger les membres de leur famille contre les effets des changements climatiques sur la santé, ce qui les expose à des risques plus élevés. Voici, par exemple, ce qu'a révélé le sondage de 2017 (Environics Research Group, 2017) :

- 43 % des Canadiens et des Canadiennes ont déclaré avoir pris des mesures au cours de la dernière année pour se protéger et protéger les membres de leur famille contre la piqûre d'un moustique ou d'une tique infectés (p. ex., utiliser un insectifuge, porter un pantalon long et des chandails à manches longues, vérifier la présence de tiques sur la peau après avoir été à l'extérieur);
- 37 % ont indiqué qu'ils avaient un plan d'urgence pour leur ménage en cas de catastrophe naturelle ou d'urgence. Il s'agit d'une baisse par rapport au résultat de 42% obtenu en 2008;
- 77 % ont affirmé surveiller régulièrement (51 %) ou occasionnellement (26 %) les avertissements de conditions météorologiques extrêmes, ce qui représente une baisse par rapport à 2008, année où 81 % des répondants ont déclaré l'avoir fait;
- 53 % ont déclaré avoir changé régulièrement (21 %) ou occasionnellement (32 %) leur routine quotidienne à la suite d'un avertissement de conditions météorologiques extrêmes;
- 51 % ont indiqué avoir déjà pris des mesures ou modifié leurs plans à la suite d'un avertissement de chaleur.

Fait intéressant, lorsqu'on a également demandé aux répondants, dans une autre question plus générale, s'ils avaient pris des mesures au cours de la dernière année pour se protéger ou protéger les membres de leur famille contre les risques potentiels pour la santé ou les impacts des changements climatiques, seulement 37% ont répondu qu'ils l'avaient fait. Très peu de répondants ont signalé avoir pris des mesures d'adaptation possibles en matière de santé, comme surveiller de plus près la météo (5 %), installer un système de climatisation (2 %), avoir une trousse ou un plan d'urgence (1 %), se préparer aux tempêtes (1 %) et être vigilant quant aux tiques sur les personnes et animaux de compagnie (1 %) (Environics Research Group, 2017). L'écart dans les réponses donne à penser que de nombreux Canadiens et Canadiennes n'associent pas ces mesures à des interventions qui peuvent les protéger contre les impacts sur la santé des changements climatiques. De plus, parmi les réponses à cette question plus générale, mentionnons « de meilleures habitudes alimentaires ou le jardinage », « le recyclage », « l'accroissement de l'efficacité énergétique d'une maison » et « l'utilisation moindre de la voiture », qui sont des mesures pour réduire les émissions de GES. Bien que l'amélioration de l'isolation des maisons et la diminution des déplacements en voiture contribuent à la réduction des îlots de chaleur urbains et des risques connexes pour la santé, le public ne sait probablement pas très bien faire la différence entre certaines mesures d'atténuation des GES et d'adaptation sanitaires.

Les médias peuvent influencer fortement la perception du public quant aux changements climatiques ainsi que les comportements permettant de lutter contre les changements climatiques (Watts et coll., 2018; King et coll., 2019). Selon Callison et Tindall (2017), la couverture médiatique des changements climatiques au Canada a eu tendance à se concentrer sur l'élaboration de politiques nationales et les questions énergétiques et économiques, mais a souvent omis les considérations de justice climatique, y compris celles liées aux peuples autochtones et aux impacts dans l'Arctique. Une analyse des reportages sur les

impacts des changements climatiques sur la santé effectués par les journaux canadiens entre 2005 et 2015 a montré que, pendant cette période, le nombre de reportages a diminué et que l'information diffusée portait davantage sur les impacts néfastes des changements climatiques sur la santé et beaucoup moins sur les solutions d'adaptation sanitaire aux changements climatiques. En fait, seulement 26 % des articles examinés contenaient de l'information sur les mesures qui peuvent être prises pour protéger la santé (King et coll., 2019). Les auteurs font valoir que les tendances récentes relatives à la couverture médiatique des changements climatiques au Canada pourraient être en partie responsables du manque de soutien du public et de l'absence de mesures pour lutter contre les changements climatiques, y compris la préparation aux impacts (King et coll., 2019). Il est également possible que l'adaptation des Canadiens et des Canadiennes soit grandement influencée par les contraintes qui pèsent sur leur capacité de prendre des mesures de protection en raison des iniquités existantes dans la société (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé).

10.4 Vulnérabilité du système de santé et résilience face aux effets des changements climatiques

10.4.1 Vulnérabilité du système de santé

Une gamme d'impacts associés à des événements météorologiques extrêmes et à des urgences en santé publique attribuables aux changements climatiques peut avoir une incidence sur les établissements et les systèmes de santé (OMS, 2015; Balbus et coll., 2016; Curtis et coll., 2017; Ribesse et Varangu, 2019). La capacité d'atténuer les répercussions des changements climatiques sur les populations sera de plus en plus mise à l'épreuve à l'avenir (Ebi et del Barrio, 2017). Par exemple, les soins contre le cancer peuvent être perturbés par des catastrophes liées au climat qui touchent l'infrastructure, les systèmes de communication, la disponibilité des médicaments et les dossiers médicaux (Man et coll., 2018). Le Lancet Countdown sur la santé et les changements climatiques a affirmé que les réseaux de santé ne sont pas prêts à gérer les répercussions des changements climatiques. Il a indiqué, plus précisément, que l'absence de progrès sur le plan de la réduction des émissions et le renforcement des capacités d'adaptation menace à la fois la vie humaine et la viabilité des réseaux de santé nationaux dont elle dépend, et risque de perturber l'infrastructure de santé publique de base et de surcharger les services de santé (Watts et coll., 2018, page 2479). À l'échelle mondiale, entre 2005 et 2019, 412 établissements de santé en moyenne ont été endommagés ou détruits par des catastrophes liées au climat chaque année, et ces impacts sont en augmentation (Bureau des Nations Unies pour la prévention des catastrophes, 2019). De nombreux décideurs s'attendent à ce que les changements climatiques aggravent ces risques; lors d'un sondage mené auprès de 814 villes du monde en 2019, 67 % des répondants ont indiqué qu'ils croyaient que les changements climatiques affecteraient gravement les ressources et infrastructures de santé publique de leur ville (Watts et coll., 2021).

Les événements météorologiques extrêmes et les catastrophes naturelles peuvent avoir des effets sur la santé mentale et physique des professionnels de la santé et des premiers répondants. L'infrastructure de santé, comme les enveloppes des bâtiments, peut être endommagée ou détruite par des tempêtes de vent, des inondations, des feux de forêt et des événements de chaleur extrême. L'accès réduit aux services de soutien essentiels, y compris le transport, l'électricité, l'approvisionnement en eau et les télécommunications, peut avoir une incidence sur les activités normales d'un établissement de soins de santé (Scott et coll., 2020; OMS, 2020). Les événements météorologiques violents qui se produisent au Canada ou même à l'étranger peuvent perturber l'approvisionnement en fournitures et la prestation des services médicaux et non médicaux (p. ex., médicaments et produits médicaux, services du sang, nourriture, lingerie et nettoyage, entreposage et services d'élimination des déchets, systèmes de gestion des données et des dossiers des patients et services de stérilisation). La sécurité des patients peut être compromise lorsque l'accès aux services cliniques et de santé essentiels comme la chirurgie ou la radiothérapie (Xiu-Gee Man et coll., 2018) est réduit ou lorsque les services externes comme la dialyse sont touchés.

Lors de catastrophes, l'augmentation des hospitalisations et de l'activité des services d'urgence dans les établissements de santé peut exercer une pression sur les activités, particulièrement lorsque la capacité de pointe fait défaut, lorsque les besoins en médicaments ou en traitements sont constants et lorsque les patients sont transférés d'autres établissements touchés (Ebi et coll., 2017; OMS, 2020). Il est complexe d'activer le plan d'urgence dans un établissement de soins de santé et celui qui subit des répercussions liées aux changements climatiques doit faire face à des coûts plus élevés (Ribesse & Varangu, 2019).

On s'attend à ce que les changements climatiques fassent augmenter les risques futurs pour le personnel, les activités et les infrastructures des établissements de santé et des systèmes de santé (Ribesse et Varangu, 2019). Certaines aléas, comme les inondations, peuvent avoir une incidence sur les infrastructures essentielles de la santé et ainsi avoir des impacts sanitaires et socioéconomiques graves pour les Canadiens et les Canadiennes (Scott et coll., 2020). Scott et coll. (2020) ont examiné les risques pour les établissements de santé et d'urgence (p. ex., hôpitaux, centres de soins de longue durée, cliniques externes, centres de santé communautaires, services de police et d'incendie) que posent les inondations dues aux crues des rivières, aux fortes pluies et aux ondes de tempête. Au Canada, 15,2 % (17 177) de tous les établissements de santé et d'urgence (112 910) sont exposés à des risques d'inondation, ce qui accroît leur vulnérabilité aux impacts de ce type d'événement extrême. Les services de soins de santé représentaient 94 % ou 16 240 des établissements de santé et d'urgence à risque (Scott et coll., 2020). De plus, une étude sur la résilience climatique des installations de l'hôpital Fraser Canyon à Hope, en Colombie-Britannique, a révélé qu'une hausse des températures est déjà constatée dans les bâtiments. Le quadruplement prévu du nombre de journées chaudes (>30 °C) entre 2016 et 2050 en raison des changements climatiques dépassera la capacité des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC), ce qui nécessitera des rénovations telles que l'amélioration de l'enveloppe des bâtiments ou encore des éléments d'ombrage horizontaux au-dessus des fenêtres (Bartko et Macdonald, 2017).

Les effets perceptibles des changements climatiques sur la santé et les réseaux de santé sont déjà évidents et augmenteront si rien n'est fait pour s'attaquer aux vulnérabilités existantes et combler le « fossé de l'adaptation en matière de santé » (Martinez et coll., 2018; Haines et Ebi, 2019). Aux États-Unis, en novembre 2012, l'ouragan Sandy a gravement touché les services de santé à New York, avec 3,1 milliards de dollars américains de coûts de remise en état (Health Care Climate Council, 2018). Les établissements de santé



au Canada sont déjà touchés par les aléas climatiques (Waddington et coll., 2013; Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2019b). Les autorités sanitaires ont indiqué que les événements liés au climat avaient eu des impacts sur les fonctions suivantes des établissements de santé : dommages à l'infrastructure, accès réduit aux fournitures et aux produits médicaux, accès réduit aux services de soutien essentiels (y compris le transport, l'électricité, l'approvisionnement en eau et les télécommunications) et activation des services d'urgence (Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2019b).

Le tableau 10.5 fournit de l'information sur les vulnérabilités des établissements de santé du Canada face à des aléas climatiques particulières. On y trouve des exemples de impacts climatiques sur les établissements de santé. Comme il n'existe pas de système de surveillance complet et centralisé pour le suivi de ces types d'impacts, ces dernières sont probablement considérablement sous-estimées.

Tableau 10.5 : Vulnérabilités des établissements de santé canadiens aux aléas climatiques

ALÉA CLIMATIQUE	IMPACTS POSSIBLES SUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ	EXEMPLES DE FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ ET DE RISQUE	EXEMPLES D'IMPACTS SUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ CANADIENS
Températures extrêmes : événements de chaleur extrême comprenant des périodes de chaleur plus longues, des nuits plus chaudes et une humidité élevée	<ul style="list-style-type: none">• Perturbation ou fermeture de services particuliers (p. ex., blocs opératoires)• Transferts de patients• Augmentation du nombre d'admissions de patients• Décès plus nombreux et, par conséquent, pression sur l'utilisation de la morgue	<ul style="list-style-type: none">• Nécessité de maintenir la température à des niveaux sécuritaires pour garder les patients, le personnel et les visiteurs en bonne santé• Nécessité de maintenir la température et l'humidité à des niveaux précis pour certains services médicaux et certaines procédures médicales (p. ex., blocs opératoires)• Risque accru de maladies d'origine alimentaire, hydrique et vectorielle posé par des températures plus chaudes• Afflux de membres de la collectivité vers les hôpitaux afin de se rafraîchir	<ul style="list-style-type: none">• Hôpital Royal Victoria, Barrie (Ontario), 2019 Bris du système de climatisation dans la partie plus vieille de l'hôpital en raison de la chaleur et de l'humidité, ce qui a forcé l'annulation de 130 interventions chirurgicales non urgentes, le transfert de patients, la stérilisation de l'équipement médical et de la literie (CTV Barrie, 2019).• Neuf régions sanitaires du Québec, 2018 Attribution de 86 décès à un événement de chaleur extrême. Signalement dans plusieurs régions d'une augmentation importante des hospitalisations, des transports ambulanciers et des admissions aux services d'urgence. Préoccupation en ce qui concerne la santé des patients à cause du manque de climatisation dans les chambres des patients (Poitras, 2018).• Huit régions sanitaires du Québec, 2010 Augmentation importante des admissions à l'urgence (4 %) et hausse de 33 % des taux de mortalité dans toutes les régions sanitaires en raison de la vague de chaleur de juillet 2010.• Hôpitaux de la région de Toronto (Ontario), de 2002 à 2010 Augmentation de 29 % des visites à l'urgence pour des maladies mentales et comportementales particulières, sur une période cumulative de sept jours après l'exposition à une température ambiante élevée (température moyenne quotidienne à 28 °C ou plus).• Regina General Hospital, Regina (Saskatchewan), 2007 Fermeture du bloc opératoire pendant huit jours en raison des niveaux élevés de chaleur et d'humidité.



ALÉA CLIMATIQUE	IMPACTS POSSIBLES SUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ	EXEMPLES DE FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ ET DE RISQUE	EXEMPLES D'IMPACTS SUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ CANADIENS
<p>Températures extrêmes : vagues de froid, y compris les tempêtes de verglas et les chutes de neige extrêmes</p>	<ul style="list-style-type: none">• Interruption ou fermeture de services particuliers (p. ex., blocs opératoires)• Transferts de patients• Augmentation du nombre d'admissions de patients• Pannes d'électricité• Pénuries de personnel• Perturbation des réseaux de transport• Pénurie de sang	<ul style="list-style-type: none">• Afflux de membres de la collectivité vers les hôpitaux afin de se réchauffer• Incidence possible des vagues de froid et des tempêtes de verglas sur les systèmes d'énergie dans les établissements de santé• Incidence possible des tempêtes hivernales sur les réseaux de transport essentiels au fonctionnement des établissements de soins de santé	<ul style="list-style-type: none">• Eastern Health (EH), St. John's (T.-N.-L.), 2020 Déclaration de l'état d'urgence pendant huit jours de la ville de St. John's en raison de chutes de neige extrêmes. Ralentissement des services d'urgence et annulation de tous les autres services pendant quelques jours dans cinq établissements de santé de St. John's. Fermeture des cliniques de médecins de famille et de spécialistes, des pharmacies et des centres de collecte de sang de patients externes; interruption des services aux patients comme des rendez-vous, des interventions et des chirurgies; nécessité de demeurer en poste pendant 60 heures pour certains professionnels de la santé.• Sunnybrook Health Sciences, Toronto (Ontario), 2013 Panne du réseau électrique pendant 39 heures en raison d'une tempête de verglas. Poursuite des activités dans les salles de traumatologie, les salles d'urgence et les unités de soins intensifs grâce à une installation d'alimentation électrique d'urgence. Répercussions, toutefois, sur certains services moins essentiels : annulation des rendez-vous d'imagerie médicale, report des tests de laboratoire, retards sur le plan de la livraison d'aliments aux patients hospitalisés, perte d'électricité des services alimentaires au détail et perturbation des réseaux informatiques et des systèmes de courrier électronique. Transfert de six nourrissons de l'unité de soins intensifs néonataux dans d'autres hôpitaux par mesure de précaution. Afflux de membres de la collectivité à l'hôpital pour se réchauffer (Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2017)



ALÉA CLIMATIQUE	IMPACTS POSSIBLES SUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ	EXEMPLES DE FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ ET DE RISQUE	EXEMPLES D'IMPACTS SUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ CANADIENS
<p>Inondations en raison de chutes de pluie extrêmes, rivières en crue, gel des conduites d'eau et ondes de tempête causées par les ouragans</p>	<ul style="list-style-type: none">• Transfert de patients à partir des établissements de santé touchés• Pénurie de personnel en raison des répercussions sur la santé et des perturbations des voies de transport• Avis d'ébullition de l'eau• Pannes d'électricité• Interruption ou fermeture de services particuliers (urgences, cliniques)• Dommages causés à l'infrastructure (toit arraché par des vents violents)• Inondation interne, y compris les sous-sols• Répercussions sur la santé mentale du personnel• Pénurie de sang• Dommages causés à l'équipement médical	<ul style="list-style-type: none">• Possibilité de dommages causés par des ouragans, des ondes de tempête et des inondations à l'infrastructure essentielle des établissements de santé, et d'interruption des chaînes d'approvisionnement en aliments, en eau, en énergie et en fournitures médicales• Destruction possible des routes dans les situations d'urgence météorologique ou fermeture pour dissuader les gens de se déplacer• Accès aux établissements de santé réduit ou impossible en raison du nettoyage après un événement ou une catastrophe• Impacts sur les dons de sang par le public• Effets possibles des inondations sur la santé physique et mentale du personnel des établissements de santé	<ul style="list-style-type: none">• Hôpital Hôtel-Dieu Saint-Joseph, Perth-Andover (N.-B.), 2012 Fermeture temporaire de l'hôpital en raison d'une inondation dont le niveau a dépassé un mètre et transfert de 21 patients vers d'autres établissements (Canadian Broadcasting Corporation, 2012; gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2012). Construction d'un nouvel immeuble de services essentiels grâce à un investissement de 7,65 millions de dollars visant à restaurer, à préserver et à protéger l'infrastructure essentielle de l'hôpital (gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2018).• Hôpital Memorial du comté de Kings, Montague (Île-du-Prince-Édouard), 2010 Fuites au plafond en raison des fortes pluies et d'un mauvais système de drainage du toit. Fermeture du service des urgences et transferts de patients à l'hôpital Queen Elizabeth de Charlottetown (Canadian Broadcasting Corporation, 2010).• Hôpitaux du Québec dans la région de Montréal (Québec), 2017 Évacuation de trois établissements de santé en raison des inondations dans les villes de Montréal et Laval (Presse canadienne, 2017). Transfert des patients d'un centre de soins de longue durée (Canadian Broadcasting Corporation, 2017). Services de soutien psychosocial offerts par le ministère de la Santé et des Services sociaux partout au Québec (Presse canadienne, 2017).



ALÉA CLIMATIQUE	IMPACTS POSSIBLES SUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ	EXEMPLES DE FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ ET DE RISQUE	EXEMPLES D'IMPACTS SUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ CANADIENS
Inondations en raison de chutes de pluie extrêmes, rivières en crue, gel des conduites d'eau et ondes de tempête causées par les ouragans (suite)			<ul style="list-style-type: none">• Centre des sciences de la santé de Winnipeg (Manitoba), 2014 Inondation, à cause de pluies torrentielles, du sous-sol de l'immeuble Ann Thomas où se fait le retraitement des dispositifs médicaux. Inondation également de nombreuses salles d'entreposage d'équipement et perturbation des services d'alimentation des patients ayant causé des retards dans les services aux patients et aux visiteurs. Aucun retard des interventions chirurgicales attribuable à l'incident, car le personnel du service ainsi que les équipes d'entretien et de nettoyage ont pu travailler toute la nuit pour évacuer l'eau, réparer les plafonds et retraiter les dispositifs médicaux (Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2015a).• Établissements de santé de l'Alberta (Alberta), 2013 Inondations ayant entraîné des évacuations, des isolements et des dommages dans de nombreux hôpitaux, centres de soins d'urgence, centres de soins continus et de soins de longue durée, ainsi que dans les bureaux, centres communautaires, centres de services médicaux d'urgence et cabinets de médecins des Alberta Health Services (Alberta Health Services, 2013a; Canadian Broadcasting Corporation, 2013; MNP LLP, 2013; United Nurses of Alberta, 2013; Alberta Health Services, 2014; Watts, 2014). Évacuation de plus de 1 000 patients dans la région de Calgary au cours des 24 premières heures (Alberta Health Services, 2013b). Affectation des employés dans un autre lieu de travail, et destruction ou endommagement des maisons d'un bon nombre d'entre eux (Watts, 2014). Émission d'un certain nombre d'avis d'ébullition de l'eau dans la province en raison des inondations (Alberta Health Services, 2013a). Affectation d'équipes mobiles de santé mentale à High River pour faciliter l'accès aux services et fournir du soutien en santé mentale (Alberta Health Services, 2013b).



ALÉA CLIMATIQUE	IMPACTS POSSIBLES SUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ	EXEMPLES DE FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ ET DE RISQUE	EXEMPLES D'IMPACTS SUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ CANADIENS
Inondations en raison de chutes de pluie extrêmes, rivières en crue, gel des conduites d'eau et ondes de tempête causées par les ouragans (suite)			<ul style="list-style-type: none">• Ouragan Maria, Porto Rico (États-Unis), 2017 Pénuries mondiales de fournitures médicales occasionnées par l'ouragan Maria. Incidence double des forces destructrices des ouragans sur les établissements de santé : premièrement, impacts physiques sur les établissements de santé locaux et les ressources nécessaires (Panditharatne, 2018) et, deuxièmement, impacts possibles sur les chaînes d'approvisionnement mondiales de produits médicaux (Kodjak, 2017; GEP, 2017). Problèmes de fabrication attribuables à dévastation généralisée des infrastructures essentielles, y compris les réseaux d'électricité et d'alimentation en eau (Kodjak, 2017; GEP, 2017). Présence à Porto Rico de plus de 50 fabricants d'appareils médicaux et de plus de 80 fabricants de produits pharmaceutiques (GEP, 2017) qui approvisionnent les hôpitaux canadiens.
Vents extrêmes, y compris ceux causés par les tornades et les ouragans	<ul style="list-style-type: none">• Interruptions des technologies de l'information et des communications• Transfert de patients à partir des établissements de santé touchés• Pénurie de personnel en raison des répercussions sur la santé et des perturbations des voies de transport• Augmentation des admissions• Avis d'ébullition de l'eau	<ul style="list-style-type: none">• Possibilité de dommages causés par des tornades à l'infrastructure essentielle des établissements de santé, et d'interruption des chaînes d'approvisionnement en aliments, en eau, en énergie et en fournitures médicales• Destruction possible des routes dans les situations d'urgence météorologique ou fermeture pour dissuader les gens de se déplacer	<ul style="list-style-type: none">• Autorité sanitaire de la Nouvelle-Écosse (N.-É.), 2019 Pannes d'électricité dans de nombreux hôpitaux et points de service causées par les vents violents accompagnant l'ouragan Dorian, et nécessité pour ces établissements d'avoir recours à des génératrices de secours. Autres impacts à certains endroits, notamment des problèmes de téléphone, d'Internet et de réseau, des dommages causés par l'eau, des fermetures temporaires, l'annulation de rendez-vous de patients et de procédures (Autorité sanitaire de la Nouvelle-Écosse, 2019a; Autorité sanitaire de la Nouvelle-Écosse, 2019b).



ALÉA CLIMATIQUE	IMPACTS POSSIBLES SUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ	EXEMPLES DE FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ ET DE RISQUE	EXEMPLES D'IMPACTS SUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ CANADIENS
<p>Vents extrêmes, y compris ceux causés par les tornades et les ouragans</p> <p>(suite)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Interruption ou fermeture de services particuliers (urgences, cliniques) • Dommages à l'infrastructure (toit arraché par des vents violents, inondation des sous-sols) • Répercussions sur la santé mentale du personnel • Pénurie de sang • Pannes d'électricité 	<ul style="list-style-type: none"> • Accès aux établissements de santé réduit ou impossible en raison du nettoyage après un événement ou une catastrophe • Effets possibles des tempêtes violentes sur la santé physique et mentale du personnel des établissements de santé 	<ul style="list-style-type: none"> • Victoria General Hospital, Halifax (N.-É.), 2003 Pannes d'électricité et destruction d'une partie du toit de l'hôpital par les vents violents accompagnant l'ouragan Juan, ce qui a nécessité l'évacuation de 51 patients. Report de centaines de chirurgies et de rendez-vous dans tout le réseau de la santé à cause de cet événement. Problèmes de transport ayant compliqué le travail des Services de santé d'urgence, et préoccupations des Services de santé publique à l'égard de la salubrité des aliments, de l'approvisionnement en eau et de la propagation possible de maladies transmissibles (Globe and Mail, 2003; Nouvelle-Écosse, 2003) • Hôpital Memorial, Sudbury (Ontario), 1970 Six morts, 200 blessés et des centaines de sans-abri en raison des vents causés par une tornade. Destruction par le vent du toit d'une aile partiellement construite de l'hôpital Memorial (Comminto, 2018).
<p>Feux de forêt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Transfert de patients à partir des établissements de santé touchés • Pénurie de personnel en raison des répercussions sur la santé et des perturbations des voies de transport • Avis d'ébullition de l'eau • Interruption ou fermeture de services particuliers en raison de la contamination de l'air (p. ex., urgences, cliniques) 	<ul style="list-style-type: none"> • Destruction possible des routes pendant les feux de forêt ou fermeture pour dissuader les gens de se déplacer • Accès aux établissements de santé réduit ou impossible en raison du nettoyage après un événement ou une catastrophe • Effets possibles des feux de forêt sur la santé physique et mentale du personnel des établissements de santé 	<ul style="list-style-type: none"> • Interior Health (Colombie-Britannique), 2017 Avertissements sur la qualité de l'air en raison très haut risque pour la santé posé par la fumée des feux de forêt et fermeture de 19 établissements de soins de santé. De plus, évacuation de 880 patients et déplacement de plus de 700 employés des services de santé, ce qui a coûté 2,7 millions de dollars à l'autorité sanitaire. Évacuation de nombreux patients vers des établissements de santé du Nord à proximité, ce qui a mis à rude épreuve les ressources en soins de santé à Kamloops et à Prince George (Canadian Health Facilities, 2017; Interior Health, 2017).



ALÉA CLIMATIQUE	IMPACTS POSSIBLES SUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ	EXEMPLES DE FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ ET DE RISQUE	EXEMPLES D'IMPACTS SUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ CANADIENS
Feux de forêt (suite)	<ul style="list-style-type: none"> • Dommages à l'infrastructure (toit arraché par les vents violents, sous-sols inondés) • Répercussions sur la santé mentale du personnel • Pénurie de sang 		<ul style="list-style-type: none"> • Centre de santé régional Northern Lights, Fort McMurray (Alberta), 2016 Déplacement en raison des feux de forêt de 73 patients en soins de courte durée, dont neuf bébés dans l'unité néonatale et leurs mères, et de 32 patients en fauteuil roulant en soins de longue durée dans trois zones d'accueil différentes à l'extérieur de Fort McMurray, par ambulance et autobus (Warr, 2016). Réservation par les Alberta Health Services de 92 chambres d'hôtel à Edmonton pour les travailleurs de la santé accompagnant leurs patients. Dommages causés par la fumée et problèmes de qualité de l'air parmi les autres répercussions subies par l'hôpital (Drinkwater, 2016; KPMG, 2016).
Glissements de terrain et avalanches	<ul style="list-style-type: none"> • Interruptions des technologies de l'information et des communications • Voies de transport bloquées 	<ul style="list-style-type: none"> • Report d'interventions chirurgicales 	<ul style="list-style-type: none"> • Colombie-Britannique, 2020 Destruction des tours de téléphonie cellulaire par des éboulements causés par de la forte pluie, ce qui a perturbé l'ensemble du service téléphonique dans toute la Colombie-Britannique, y compris les communications avec le personnel des soins de santé (Boynton, 2020).
Fonte du pergélisol	<ul style="list-style-type: none"> • Déstabilisation de l'infrastructure du bâtiment • Instabilité des voies de transport (y compris les pistes d'atterrissage) construites sur le pergélisol; baisse de la fiabilité des routes de glace hivernales • Dommages causés aux pipelines et aux lignes de transport d'électricité 	<ul style="list-style-type: none"> • Stabilité du sol nécessaire pour les établissements de soins de santé et les autres bâtiments du réseau de santé 	<ul style="list-style-type: none"> • Arctique canadien Fonte du pergélisol en raison de la hausse des températures dans le Grand Nord, ce qui exige qu'un certain nombre de bâtiments des établissements de soins de santé soient dotés de thermosiphons structuraux pour les empêcher de couler (Holubec, 2008).

Source : D'après Balbus et coll., 2016, avec des données de la Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2020.

Les impacts climatiques ne correspondent pas tous à des événements extrêmes. Les impacts peuvent être moins radicaux et à plus long terme, mais ces effets cumulatifs peuvent également être importants. Des précipitations plus fréquentes ou une augmentation graduelle des températures et des niveaux d'humidité le jour et la nuit peuvent exercer une pression sur les installations physiques (c.-à-d. les systèmes de climatisation et de ventilation) tout en augmentant le besoin de services de santé (c.-à-d. hausse des cas de stress thermique). La fonte du pergélisol dans le Grand Nord du Canada est un autre exemple; elle endommage les fondations de certaines cliniques médicales et le réchauffement continu nécessitera des mesures correctives pour prévenir d'autres dommages à ces structures (Holubec, 2008). Des cartes du pergélisol ont été élaborées pour les autorités sanitaires du Nunavik afin d'orienter les décisions futures concernant la planification de nouvelles constructions et la rénovation des bâtiments menacés par le dégel (L'Hérault et coll., 2013).

Les aléas climatiques peuvent également se combiner ou se produire en série, comme ce fut le cas à Dunrobin, en Ontario; cette collectivité a été touchée par des inondations record en 2017, des tornades dévastatrices en 2018 et d'autres inondations graves en 2019. De même, les inondations survenues au Japon en 2018 ont tué plus de 200 personnes et ont été suivies, pendant les activités de nettoyage moins d'un mois plus tard, par une vague de chaleur record qui a provoqué au moins 30 décès et 10 000 hospitalisations (ABC News, 2018). Qu'il s'agisse de chocs graves liés aux changements climatiques ou de pressions chroniques, les impacts des changements climatiques obligeront les systèmes de santé à réagir et à s'adapter (Ebi et coll., 2018b).

Les impacts sur les réseaux de santé canadiens peuvent être très graves, comme ce fut le cas lors des inondations de 2013 dans le sud de l'Alberta, qui ont obligé certains hôpitaux à fermer, ont exigé l'évacuation des patients et ont causé des dommages importants à l'infrastructure (MNP LLP, 2013; Roles, 2013). Les feux de forêt catastrophiques en Colombie-Britannique en 2017 et en 2018 ont également entraîné des fermetures d'établissements, des transferts de patients et d'importantes perturbations des soins (Legassic, 2018). Les événements climatiques peuvent avoir des impacts disproportionnés sur les collectivités autochtones. Par exemple, près de 2 000 personnes déplacées de quatre collectivités des Premières Nations au Manitoba après d'importantes inondations en 2011 n'avaient toujours pas pu retourner chez elles en 2017 (Lambert, 2018).

L'un des principaux défis auxquels font face les systèmes de santé au Canada en raison des changements climatiques est la possibilité de surprises ou encore d'aléas ou d'événements imprévus; ces possibilités présentent des menaces nouvelles ou plus graves pour la santé des Canadiens et des Canadiennes ou pour les soins de santé. Par exemple, il existe une grande incertitude quant aux impacts des changements climatiques sur la migration humaine et très peu de recherches ont été menées dans le contexte canadien. Cependant, certaines données indiquent que les changements climatiques pourraient entraîner de grands mouvements de populations cherchant un répit face aux catastrophes liées au climat et à d'autres répercussions. Selon une étude du National Intelligence Council des États-Unis, les changements climatiques continueront de menacer la stabilité de nombreux pays en raison de perturbations induites par le climat qui peuvent dépasser la capacité d'intervention (NIC, 2016). Missirian et Schlenker (2017) soutiennent que dans un scénario d'émissions élevées, l'Union européenne pourrait recevoir chaque année 660 000 demandes d'asile supplémentaires d'ici la fin du siècle, soit une augmentation de 175 % par rapport à la situation actuelle.

Les données indiquent que de nombreux établissements de santé (qui sont une composante essentielle des systèmes de santé dans les efforts de réduction des impacts du changement climatique) ne prennent pas les

mesures nécessaires pour se préparer aux risques actuels et au réchauffement futur. En 2019, la Coalition canadienne pour un système de santé écologique a mené, à l'aide des questions du Green Hospital Scorecard, un sondage auprès du personnel de 102 établissements de soins de santé, comme des directeurs ou gestionnaires d'établissement, des coordonnateurs de la durabilité et des gestionnaires de l'énergie (Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2019b). Les répondants travaillaient principalement en Ontario, bien que le sondage ait inclus certaines installations en Colombie-Britannique, au Manitoba et en Nouvelle-Écosse. Le sondage a révélé que les autorités sanitaires reconnaissent que les changements climatiques sont un sujet de préoccupation et que certaines prennent des mesures d'adaptation. Par exemple, 55 % des répondants ont déclaré que la haute direction avait confié des responsabilités en matière de changements climatiques à au moins une personne au sein de leur autorité sanitaire. Cependant, seul un faible pourcentage d'établissements de soins de santé (8 %) ont tenu compte des changements climatiques dans leur plan stratégique ou ont inclus les risques climatiques dans des politiques particulières. Un plus petit nombre d'installations (4 %) ont déclaré que les impacts des événements climatiques comme les inondations et les événements météorologiques violents ont été pris en compte d'autres façons. De plus, près du tiers (27 %) des installations n'ont pas jugé que les changements climatiques étaient un problème préoccupant et 10 % ont répondu ne pas le savoir (Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2019b).

La sensibilisation à la nécessité d'examiner les impacts possibles des changements climatiques sur les établissements de santé est relativement nouvelle. Par conséquent, peu d'établissements de santé au Canada ont entrepris des évaluations de la vulnérabilité ou comprennent bien ce que signifie une évaluation de la vulnérabilité. Parmi les répondants des établissements de soins de santé (99 membres du personnel), 9 % ont déclaré avoir effectué des évaluations de la résilience, tandis que seulement 4 % ont effectué des évaluations de la vulnérabilité (Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2019b).

Le recours à des systèmes d'énergie renouvelable sur place peut améliorer la résilience de l'établissement de soins de santé pendant les pannes d'électricité du réseau et réduire la production de GES découlant de l'utilisation de combustibles fossiles. Un peu plus du quart (27 %) des établissements de soins de santé ont déclaré qu'ils disposaient actuellement d'une certaine forme d'énergie renouvelable et bon nombre d'entre eux ont affirmé avoir plusieurs types de systèmes (100 participants ont fourni des réponses multiples, sur un total de 245) (Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2019b). Parmi les systèmes d'énergie renouvelable en place, les systèmes photovoltaïques sont actuellement les plus populaires (9 %), suivis du refroidissement par l'eau profonde d'un lac (4 %) et d'autres types de systèmes d'énergie renouvelable en nombres beaucoup moins élevés. L'utilisation des systèmes d'énergie renouvelable devrait connaître une forte croissance puisque 46 % des établissements espèrent adopter certaines formes d'énergie renouvelable à l'avenir (Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2019b). Les types d'énergie renouvelable qui présentent le plus grand intérêt pour l'avenir sont les systèmes photovoltaïques (45 %), les systèmes géothermiques (14 %), le refroidissement par l'eau profonde d'un lac (13 %) et les chauffe-eau à l'énergie solaire (12 %) (Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2019b).

Étant donné que le système de santé et les établissements de soins de santé constituent les première et dernière lignes de défense contre les impacts des changements climatiques sur la santé des Canadiens et des Canadiennes, le nombre limité de mesures prises pour renforcer la résilience des établissements de soins de santé dans l'ensemble du Canada ainsi que la sensibilisation et la formation des responsables de la santé laissent croire qu'il y a de nombreuses possibilités de réduire la vulnérabilité existante aux impacts sur la santé.

10.4.2 Impacts économiques des effets des changements climatiques sur la santé et les systèmes de santé

L'augmentation de la mortalité ou de la morbidité en raison des changements climatiques amoindrit le bien-être de la société et entraîne un manque à gagner et une diminution de la création de richesse. Les changements climatiques peuvent également perturber la productivité du travail, le degré d'instruction et d'autres déterminants de la santé, affaiblissant ainsi la production économique et le potentiel pour l'avenir. Malgré les données limitées dont on dispose, les impacts des changements climatiques sur divers secteurs économiques (p. ex., l'extraction des ressources) peuvent perturber les revenus futurs du gouvernement, y compris ceux qui financent les services de santé et les services sociaux. En outre, l'augmentation des maladies et des blessures peut accroître les pressions sur les systèmes de santé et les frais connexes et avoir des effets généraux sur la productivité économique en raison de la hausse des congés de maladie et de l'absentéisme (Campbell-Lendrum et coll., non daté; Martinez et coll., 2018). Afin de gérer efficacement les risques croissants pour la santé, les décideurs doivent disposer des renseignements suivants quant aux options d'adaptation : 1) les coûts économiques des répercussions climatiques sur la santé s'il n'y a pas d'intervention; 2) les coûts associés à la mise en œuvre des mesures d'adaptation pour protéger la santé, y compris celles prises dans le secteur de la santé et en dehors; et 3) les coûts associés aux impacts sur la santé qui sont résiduelles ou qui surviennent encore après la prise de mesures (Campbell-Lendrum et coll., non daté).

Il y a peu d'information sur les coûts économiques de la variabilité actuelle du climat et des changements climatiques prévus en ce qui concerne la santé des personnes et les systèmes de santé à l'échelle internationale (Hutton et Menne, 2014; Martinez et Berry, 2018) et au Canada (Berry et coll., 2014). Cependant, les changements climatiques devraient entraîner des coûts tangibles importants pour les réseaux de santé et la société en général (Kovats et coll., 2011; Watkiss, 2015; Ebi et coll., 2017).

Les projections des coûts économiques futurs des changements climatiques pour la santé sont incertaines et varient considérablement en fonction de la disponibilité des données et des méthodes utilisées. L'OMS a prévu qu'une gamme restreinte d'effets directs des changements climatiques sur la santé entraînerait des coûts économiques de 2 à 4 milliards de dollars d'ici 2030 (OMS, 2018b). Une autre étude comportant un ensemble plus vaste de résultats en matière de santé et incluant les frais indirects prévoit que les pays de l'Union européenne à eux seuls pourraient s'attendre à des coûts en matière de santé totalisant entre 9 et 106 milliards d'euros pour la période de 2041 à 2070 (Ciscar et coll., 2014). Aux États-Unis, une étude a estimé les coûts pour la santé de 10 événements climatiques en 2012, notamment des vagues de chaleur, des ouragans, des feux de forêt, des inondations, des épidémies de maladies infectieuses et la pollution par l'ozone. Le coût total s'élevait à au moins 10 milliards de dollars américains, liés à 900 décès, 21 000 hospitalisations, 18 000 visites à l'urgence et 37 000 visites ambulatoires (Limaye et coll., 2019). Les feux de forêt très violents dans l'État de Washington et le Colorado cette année-là ont entraîné 419 décès et 627 admissions à l'hôpital, pour un coût total de 3,9 milliards de dollars américains (Limaye et coll., 2019).

Selon des recherches récentes menées au Québec, l'augmentation des effets sur la santé des allergies à l'herbe à poux attribuables aux changements climatiques s'établit à 360 millions de dollars pour les gouvernements dans cette province et à 475 millions de dollars pour l'ensemble de la société, de 2015 à 2065. L'étude a estimé que la chaleur extrême entraînerait des coûts de 370 millions de dollars pour les

gouvernements et de plus de 33 milliards de dollars pour la société. De plus, la fréquence accrue de la maladie de Lyme attribuable aux changements climatiques devrait coûter entre 60 et 95 millions de dollars aux gouvernements, selon le niveau de préparation de la santé publique (Larrivée et coll., 2015).

Les coûts des soins de santé ne seront pas assumés uniformément au sein de la population. Par exemple, les données indiquent que les personnes les plus vulnérables au sein de la société assument une part disproportionnée des coûts quant aux soins de santé en raison des effets de la chaleur extrême (Wondmagegn et coll., 2019). L'encadré 10.5 présente les impacts sur les systèmes de santé et les coûts économiques des feux de forêt violents qui ont récemment touché la Colombie-Britannique.

Encadré 10.5 Répercussions des feux de forêt de 2017 et de 2018 sur les systèmes de santé de la Colombie-Britannique

Les saisons des feux de forêt 2017 et 2018 en Colombie-Britannique ont été deux des pires saisons jamais enregistrées. En 2018, 2 117 incendies ont consumé 1 354 284 hectares de terrain et les activités d'extinction des feux de forêt ont coûté au total 615 millions de dollars (gouvernement de la Colombie-Britannique, 2019). Les feux de forêt de 2017 ont entraîné l'évacuation de 65 000 personnes et un état d'urgence provincial de 70 jours, du 7 juillet au 15 septembre (gouvernement de la Colombie-Britannique, 2019). Heureusement, aucun décès n'a été signalé. Toutefois, les efforts déployés pour protéger les gens ont eu des impacts importants sur les systèmes de santé. Par exemple, les feux de forêt de 2017 ont touché 19 établissements ou centres de santé de l'autorité sanitaire de l'Intérieur (Interior Health Authority) et ont entraîné l'évacuation de 880 patients, ainsi que le déplacement de 700 membres du personnel des services de santé, ce qui a coûté environ 2,7 millions de dollars à l'autorité sanitaire (Toews, 2018). Ces feux de forêt ont également provoqué l'accueil de plus de 10 000 personnes évacuées par l'autorité sanitaire du Nord et des coûts connexes de prestation de services de santé de plus de 4,5 millions de dollars (Northern Health, 2018a; Northern Health, 2018b).

En 2018, les feux de forêt ont occasionné l'évacuation d'un certain nombre de collectivités de l'autorité sanitaire du Nord, y compris le transfert préventif de patients de l'hôpital Stuart Lake à Fort St. James (Northern Health, 2018b). La région a souffert des feux de forêt et des conditions de fumée qui y sont associées pendant la majeure partie de l'été, mais l'expérience acquise par le personnel de l'autorité sanitaire du Nord en soutien à l'autorité sanitaire de l'Intérieur en 2017 a aidé l'autorité sanitaire à se préparer et à intervenir lors des feux de forêt de l'année suivante (Northern Health, 2018c). La valeur de cette expérience a souligné le rôle que peuvent jouer les échanges de personnel, l'application des connaissances et la collaboration interorganisationnelle dans le renforcement de la résilience climatique.

Some of the costs to health and health care systems from climate change are avoidable through adaptation, but these actions often require upfront development and subsequent maintenance costs. Greater research is needed on the costs and benefits of various adaptations to reduce risks to Canadians from extreme heat and other climate change hazards.

10.5 Systèmes de santé résilients face aux changements climatiques

Compte tenu de la gravité et de la fréquence croissantes des urgences et des catastrophes liées au climat, les autorités sanitaires doivent préparer les services de santé et d'urgence à être en mesure d'intervenir lors de tels événements (Bureau des Nations Unies pour la prévention des catastrophes, 2015; Watts et coll., 2018; OMS, 2018c). Le renforcement des systèmes de santé est une stratégie « sans regret » qui peut réduire les risques climatiques tout en protégeant la santé face à d'autres défis mondiaux, tels que les pandémies (Banwell et coll., 2018). La santé et le bien-être sont mieux protégés contre les impacts des changements climatiques lorsque les autorités sanitaires prennent des mesures pour accroître la résilience climatique de l'ensemble des systèmes de santé (OMS, 2015; OMS, 2018c; Ebi et coll., 2019). Le « système de santé » désigne de façon générale les organisations de personnes, les établissements et les ressources qui travaillent à protéger et à promouvoir la santé de la population (Ebi et coll., 2019) et comprend les fonctions de planification des soins de santé, les installations et les services de même que les fonctions traditionnelles de santé publique (p. ex., la promotion de la santé par la participation sociale et l'autonomisation; la surveillance et l'intervention en cas de maladie; la préparation aux situations d'urgence; la recherche en santé et les systèmes d'information sur la santé) (OMS, 2015). Un système de santé résilient face aux changements climatiques a la capacité de surveiller, de prévoir et de gérer les risques pour la santé liés aux changements climatiques, en plus de s'y adapter, afin de maintenir l'efficacité et la capacité d'améliorer la santé de la population, et de réduire les iniquités et les vulnérabilités à mesure que les impacts des changements climatiques augmentent (OMS, 2015) (figure 10.3).

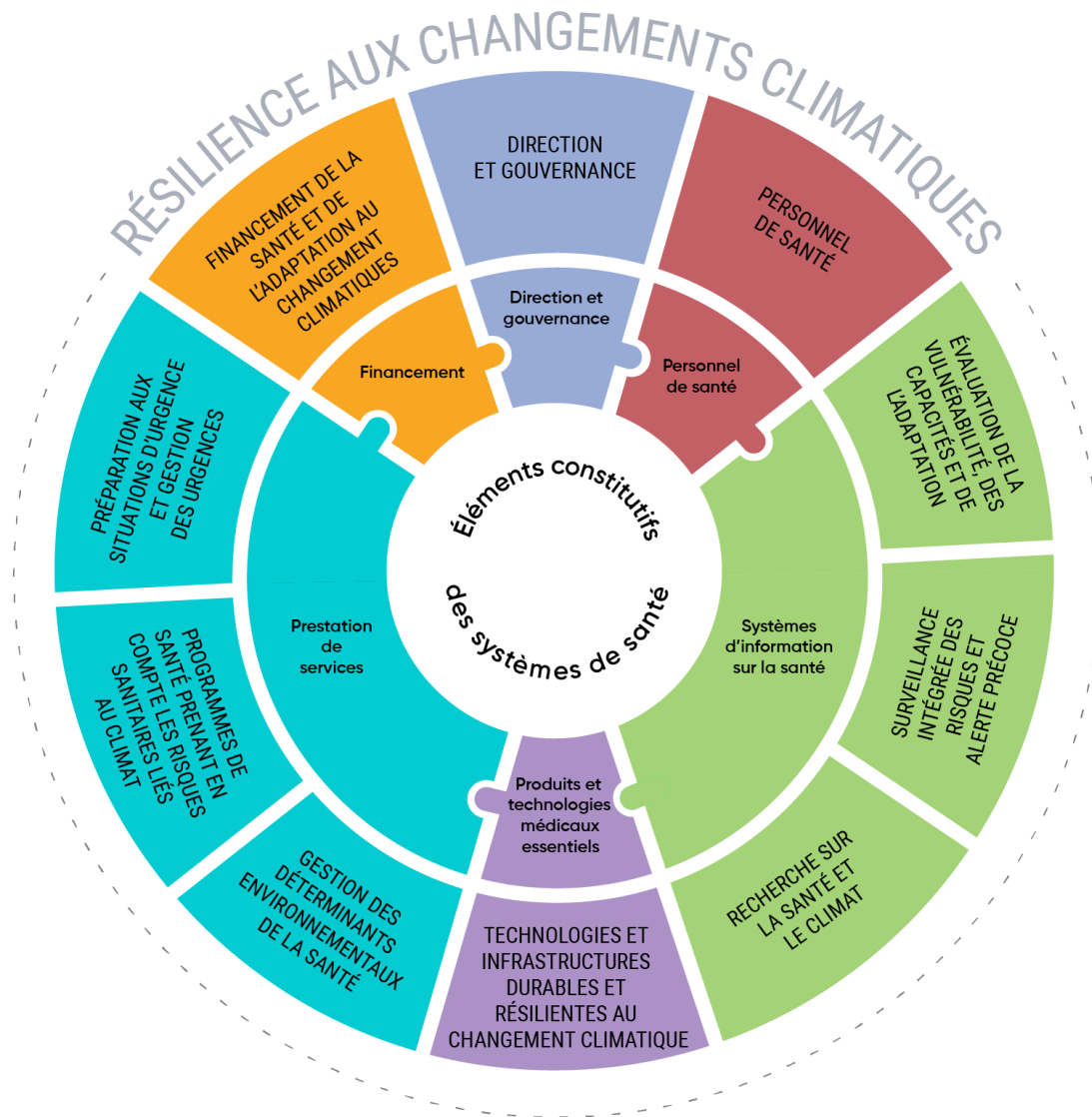


Figure 10.3 Dix éléments constituant le cadre opérationnel de l'OMS pour renforcer la résilience des systèmes de santé face aux changements climatiques. Source : OMS, 2015.

Un certain nombre d'autorités sanitaires au sein d'organismes non gouvernementaux, d'agences bilatérales et de ministères de la Santé nationaux ou infranationaux utilisent à l'heure actuelle le cadre opérationnel de l'OMS pour renforcer la capacité et établir une base de connaissances afin de pouvoir intégrer le volet des changements climatiques dans les politiques et programmes associés à la santé (Ebi et coll., 2019).

Les autorités sanitaires admettent davantage que les établissements de santé jouent un rôle essentiel dans la protection de la population contre les impacts des changements climatiques, étant donné qu'ils constituent le dernier recours pour le traitement des maladies et des blessures (OMS, 2015; Balbus et coll., 2016; Miller et coll., 2018). Les responsables des établissements de santé et les réseaux de santé en général peuvent se

préparer aux impacts des changements climatiques et réduire les risques liés aux aléas actuels grâce à un certain nombre d'activités (Balbus et coll., 2016; OMS et LaBanque mondiale, 2018; Ribesse et Varangu, 2019) :

- concevoir des initiatives visant à accroître la résilience aux changements climatiques, notamment en adaptant les politiques et les processus, au besoin, pour relever les défis liés aux changements climatiques;
- donner l'exemple en réduisant les émissions de GES tout en favorisant la durabilité dans l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement;
- rendre les établissements de soins de santé plus sécuritaires et plus durables sur le plan environnemental;
- former le personnel de la santé à reconnaître et à comprendre les effets des changements climatiques;
- encourager le personnel de la santé à plaider et à agir pour réduire l'empreinte climatique et renforcer la résilience.

Au Canada, les systèmes de santé ont la possibilité de contribuer aux efforts visant à ralentir les changements climatiques tout en augmentant la résilience face à leurs impacts (Miller et coll., 2018). Sans mesures solides pour réduire les GES, l'adaptation aux effets des changements climatiques sera beaucoup plus difficile (GIEC, 2014). La préparation des Canadiens et des Canadiennes aux impacts des changements climatiques sur la santé exige une très bonne connaissance des risques pour les établissements de santé et les services de soins de santé dans le contexte des vulnérabilités plus générales auxquelles font face les collectivités et les populations à risque plus élevé. Les enquêtes sur la vulnérabilité des établissements de santé peuvent fournir des données utiles, y compris des estimations de la résilience climatique actuelle et future des bâtiments et des services cliniques, et de l'information sur les admissions de patients, afin de comprendre les besoins d'amélioration des soins aux patients pendant les urgences liées au climat. Par exemple, Haines et Ebi (2019) soutiennent que les efforts pour modifier les politiques actuelles en santé et les mesures pour protéger la santé contre les changements climatiques doivent tenir compte des modifications requises aux nouveaux codes du bâtiment et à l'emplacement optimal des nouveaux bâtiments, y compris les établissements de soins de santé, dans le but de réduire les risques d'impacts associés aux températures plus chaudes et aux inondations.

Il existe de nouveaux outils et de nouvelles méthodes d'évaluation pour aider les responsables des établissements de soins de santé au Canada à entreprendre des études qui évaluent la résilience de ceux-ci aux impacts des changements climatiques et à justifier les mesures visant à accroître leur durabilité (Balbus et coll., 2016; Ribesse et Varangu, 2019; BC Health Authorities, 2020). Par exemple, en partenariat avec Santé Canada, la Coalition canadienne pour un système de santé écologique a élaboré une liste de vérification de la résilience aux changements climatiques des établissements de soins de santé (Paterson et coll., 2014) qui comprend des questions sur la gestion des urgences, la gestion des installations, les services de soins de santé et la gestion de la chaîne d'approvisionnement. La Coalition a également offert un programme de mentorat sur la résilience aux changements climatiques qui incluait des ressources d'apprentissage en ligne.

De plus, Ingénieurs Canada, en partenariat avec Ressources naturelles Canada, a conçu un processus d'évaluation de la vulnérabilité des infrastructures aux effets climatiques, appelé protocole du Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques (CVIIP). Cet outil encadre l'examen des données

climatiques antérieures afin de prévoir la nature, la gravité et la probabilité de événements climatiques futurs et leurs impacts sur les infrastructures sur le plan de la détérioration, des dommages ou de la destruction afin de déterminer les éléments constitutifs à risque élevé (CVIIP, non daté). Le Regional General Hospital de Nanaimo en Colombie-Britannique a utilisé cet outil et le rapport a fourni des données visant à établir l'ordre de priorité des éléments constitutifs devant être adaptés, et à comprendre les meilleures façons de les adapter, y compris par des modifications de conception ou des changements relatifs aux procédures d'exploitation ou d'entretien (RDH Building Science, 2018).

La plupart des évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation relativement à la santé et aux changements climatiques qui ont été effectuées au Canada (aux échelles locale, provinciale, territoriale et nationale) n'ont pas examiné ou abordé en détail les risques et les vulnérabilités auxquels font face les établissements de santé, ni les options d'adaptation (Séguin, 2008; Gosselin, 2010; Berry et coll., 2014a; Berry et coll., 2014b; Levison et coll., 2018). Les évaluations futures bénéficieraient de l'examen des risques liés aux changements climatiques pour les établissements de santé et de la participation de représentants du secteur de la santé (Ebi et coll., 2018b; Ribesse et Varangu, 2019). En 2016, une étude du Fraser Basin Council de la Colombie-Britannique a révélé qu'une inondation côtière très grave (un cas en 500 ans) pourrait affaiblir trois installations de traitement des eaux usées et 15 % des établissements de soins de santé, notamment trois hôpitaux, en plus de déplacer quelque 238 000 personnes (Fraser Basin Council, 2016).

Des exercices de simulation de crise relatifs à la santé et aux changements climatiques concernant des établissements de santé et d'autres éléments essentiels du réseau de santé peuvent être inclus dans des évaluations plus générales visant à déterminer les chocs et contraintes climatiques perturbateurs qui pourraient excéder la capacité de réaction à ces événements. Les autorités de la santé peuvent utiliser des scénarios hypothétiques et des exercices de simulation dans le cadre d'ateliers pour en apprendre davantage sur les points de basculement possibles de la résilience au sein des établissements et ainsi pouvoir concevoir et mettre en œuvre les mesures d'adaptation adéquates (Ebi et coll., 2018b). Des exercices de simulation de crise ont été entrepris pour examiner la résilience des hôpitaux de la Vancouver Coastal Health Authority, en Colombie-Britannique (Lower Mainland Facilities Management, 2020). L'intégration de renseignements sur les établissements de santé dans les évaluations favorisera une préparation plus générale de la collectivité quant aux impacts des changements climatiques, compte tenu de l'importance du transport, de l'électricité, de l'alimentation en eau et des services de traitement des eaux usées pour les hôpitaux lors d'urgences, et du rôle crucial que ces établissements de santé jouent sur le plan de la diminution des blessures et des maladies liées au climat dans les collectivités (Ribesse et Varangu, 2019).

Les catégories d'indicateurs de résilience pour les établissements de soins de santé au Canada qui peuvent être utilisées dans les évaluations ont été proposées en s'appuyant sur le Cadre opérationnel de l'OMS (tableau 10.6) (Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2018).

Tableau 10.6 Catégories d'indicateurs de résilience climatique proposées pour les établissements de soins de santé au Canada

ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU CADRE PROPOSÉS POUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SOINS DE SANTÉ	CATÉGORIES D'INDICATEURS DE RÉSILIENCE PROPOSÉES POUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SOINS DE SANTÉ
Direction et gouvernance	<ul style="list-style-type: none">• Responsabilité du pouvoir exécutif à l'égard des changements climatiques
Personnel de santé	<ul style="list-style-type: none">• Information et sensibilisation du personnel quant aux impacts climatiques sur la santé et le système de santé ainsi que les interventions cliniques• Préparation de la main-d'œuvre aux événements climatiques et soutien pendant ces événements• Préparation à l'égard de la communication à l'interne et à l'externe sur les changements climatiques• Coordination et collaboration en matière de changements climatiques avec des organismes externes
Évaluation de la vulnérabilité, des capacités, de l'adaptation et de la résilience	<ul style="list-style-type: none">• Repérage des vulnérabilités aux changements climatiques par les établissements de soins de santé• Évaluation de la résilience utilisée pour élaborer le plan de résilience des établissements de soins de santé• Participation à des évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation avec des organismes locaux de santé publique et communautaires• Plans de renforcement des capacités pour combler les lacunes en matière de ressources humaines et de capacités institutionnelles
Surveillance des risques et alerte précoce	<ul style="list-style-type: none">• Systèmes d'alerte précoce et autres outils pour les événements météorologiques extrêmes et les maladies liées au climat
Recherche sur la santé et le climat	<ul style="list-style-type: none">• Recherche en santé relativement aux changements climatiques dans les établissements de soins de santé



ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU CADRE PROPOSÉS POUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SOINS DE SANTÉ	CATÉGORIES D'INDICATEURS DE RÉSILIENCE PROPOSÉES POUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SOINS DE SANTÉ
Chaîne d'approvisionnement durable et résiliente face aux changements climatiques, et soutien logistique	<ul style="list-style-type: none">• Sélection de produits et de services tenant compte de la durabilité et de la résilience face aux impacts climatiques
Infrastructure des établissements durable et résiliente face aux changements climatiques	<ul style="list-style-type: none">• Évaluation de l'impact des établissements de soins de santé sur l'environnement, y compris les émissions de carbone• Intégration des impacts climatiques dans la définition de la portée des travaux de construction et d'aménagement• Utilisation des nouvelles technologies pour aborder l'atténuation des GES, la résilience, l'adaptation et la gestion des urgences• Évaluation de l'impact sur la santé des nouvelles initiatives d'atténuation et d'adaptation
Prestation des services dans les établissements de santé ⁸	<ul style="list-style-type: none">• Sensibilisation du personnel aux effets du climat sur la santé et les réseaux de santé• Préparation de la main-d'œuvre aux événements climatiques et soutien pendant ces événements• Préparation à l'égard de la communication à l'interne et à l'externe sur les changements climatiques• Coordination et collaboration en matière de changements climatiques avec des organismes externes• Sensibilisation du personnel aux effets du climat sur la santé et les réseaux de santé• Utilisation de systèmes d'alerte précoce et d'autres outils pour les événements météorologiques extrêmes et les maladies liées au climat• Sélection de produits et de services tenant compte de la durabilité et de la résilience face aux répercussions climatiques

8 Les indicateurs de résilience s'appliquent aussi à d'autres catégories.

ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DU CADRE PROPOSÉS POUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SOINS DE SANTÉ	CATÉGORIES D'INDICATEURS DE RÉSILIENCE PROPOSÉES POUR LES ÉTABLISSEMENTS DE SOINS DE SANTÉ
Préparation aux situations d'urgence et gestion des urgences	<ul style="list-style-type: none">• Établissement d'un plan de gestion des urgences et de continuité qui tient compte des changements climatiques et comprend des mesures d'anticipation des changements climatiques, ainsi que d'intervention, de préparation, de rétablissement et d'adaptation à cet égard• Plan de gestion et de continuité en cas d'urgence en fonction de la mobilisation des intervenants et de la collaboration, avec la participation, l'adhésion et l'approbation de la collectivité
Financement des programmes sur le climat et la santé	<ul style="list-style-type: none">• Ressources financières disponibles et attribuées au renforcement de la résilience, de la durabilité environnementale, de l'atténuation des émissions de carbone et de l'adaptation

Source : D'après un document de la Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2018.

De nombreux responsables du secteur de la santé sont disposés à adopter des mesures pour préparer les établissements de santé aux menaces liées aux changements climatiques lorsqu'ils disposent de l'information requise sur les impacts et les vulnérabilités actuelles et futures des changements climatiques. Des sondages effectués auprès des participants au programme de mentorat sur la résilience face aux changements climatiques donnent un aperçu des types de mesures prises par les établissements de soins de santé du Canada à la suite d'une évaluation de la résilience (2016-2019). Au total, 31 participants provenant de 21 établissements de soins de santé ont participé à ce programme, dont 13 participants issus d'organismes de soins de santé de l'Ontario. Les autres venaient de la Colombie-Britannique, du Manitoba et du Nouveau-Brunswick (Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2019a). La majorité (77 %) des répondants au sondage ont adopté des pratiques de résilience dans leurs établissements, notamment la communication aux collègues des rapports d'évaluation climatique, l'amélioration de l'infrastructure et de l'équipement, l'examen d'options d'énergie renouvelable, la création de nouveaux codes d'intervention pour les aléas climatiques, l'exécution d'évaluations de la vulnérabilité, la mise à jour des plans d'urgence et d'intervention en cas de catastrophes, ainsi que des listes de fournitures d'urgence, et la prestation de conseils aux patients sur la façon de se protéger en cas de chaleur extrême. Bon nombre des participants ont aussi commencé à aborder la question des changements climatiques avec les hauts dirigeants. Les principaux obstacles à la réalisation d'évaluations de la résilience face aux changements climatiques qui ont été signalés sont le manque de soutien de la part des hauts dirigeants et un manque de fonds et de ressources (Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2019b).

Encadré 10.6 Résilience des établissements de soins de santé face aux changements climatiques – Regional General Hospital de Nanaimo (Colombie-Britannique)

Le Regional General Hospital de Nanaimo, en Colombie-Britannique, a reconnu l'importance de se préparer aux risques climatiques futurs en rénovant son installation de 247 lits afin de la rendre résiliente. L'hôpital, construit de 1960 à 1963, a fait l'objet de nombreux travaux de rénovation et un nouveau service d'urgence a été ajouté en 2012 pour atténuer durablement les risques en cas d'événement météorologique extrême et répondre aux besoins des 160 000 résidents du centre de l'Île de Vancouver et de 400 000 autres personnes aiguillées vers cet hôpital (Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2015b).

Afin de diminuer les frais énergétiques tout en réduisant les émissions de GES, la conception du bâtiment comprend plusieurs mesures de durabilité. Pendant les heures de clarté, la majeure partie de l'immeuble compte largement sur la lumière naturelle provenant des fenêtres et des cours intérieures, même dans la salle de traumatologie, alors que des fenêtres mobiles permettent une ventilation naturelle (Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2015). Ces adaptations réduisent la dépendance à l'égard de l'électricité et permettent une redondance en cas d'urgence afin d'améliorer les résultats pour les patients et réduire le stress du personnel. Le refroidisseur à récupération de chaleur du bâtiment est doté d'un labyrinthe souterrain pour le stockage de la chaleur, qui peut être utilisé pour préchauffer l'eau chaude domestique et pour chauffer les zones extérieures au besoin, comme lors d'un événement météorologique extrême. Les autres mesures comprennent la ventilation par déplacement de l'air, les produits du bois associés à une réduction des émissions de GES, l'isolation supplémentaire du toit, l'ombrage solaire et les contrôles numériques (Coalition canadienne pour un système de santé écologique, 2015b).

Les établissements de soins de santé qui prennent des mesures pour se préparer aux changements climatiques pourraient réaliser des économies importantes. Une étude fondée sur une mise en situation dans laquelle un hôpital des États-Unis ayant investi dans la résilience climatique est victime d'un grave ouragan a révélé que cet hôpital serait resté opérationnel et aurait évité une perte de revenus de 10 % (estimation pour un établissement qui ne s'est pas préparé). Il aurait également subi une augmentation de 5 % de ses frais en raison de réparations mineures (comparativement à une hausse de 20 % pour un établissement non préparé) et aurait épargné un total de 100 millions de dollars grâce à ses mesures d'adaptation au climat (Health Care Without Harm, 2018).

10.6 Avantages accessoires pour la santé des mesures d'adaptation et d'atténuation des émissions de GES

Compte tenu de la possibilité de faire de grands progrès sur le plan de la santé de la population grâce à l'atténuation des GES et à un éventail de mesures d'adaptation, le Lancet Countdown sur la santé et les changements climatiques a indiqué que la lutte contre les changements climatiques pourrait être la plus grande occasion en matière de santé mondiale du XXI^e siècle (Watts et coll., 2015). L'élaboration de mécanismes de lutte contre les changements climatiques bien conçus qui font appel à un large éventail de secteurs (p. ex., l'énergie, l'approvisionnement en eau, le logement, l'urbanisme, le transport, l'assurance, l'agriculture et les systèmes alimentaires) dans le cadre d'une approche stratégique intégrant le volet de la santé dans toutes les politiques⁹ pourrait produire de très importants avantages accessoires pour la santé immédiatement et à long terme ainsi que des économies pour le système de santé (Haines et coll., 2009; Friel et coll., 2011; Jarrett et coll., 2012; Cheng et Berry, 2013; Springmann et coll., 2016; NASEM, 2018; OMS, 2018b; Hamilton et coll., 2021). Par exemple, les efforts d'adaptation et de réduction des GES qui diminuent beaucoup l'utilisation de combustibles fossiles (p. ex., la modification des plans de l'infrastructure de transport afin d'améliorer le confort thermique et l'utilisation de véhicules à faibles émissions et de favoriser activement le transport actif et en commun) et qui améliorent également la qualité de l'air par la réduction des matières particulaires fines, y compris le carbone suie et l'ozone troposphérique, peuvent présenter de multiples avantages accessoires, notamment la diminution des maladies cardiovasculaires et respiratoires (voir le chapitre 5 : Qualité de l'air). Le verdissement des collectivités pour les rafraîchir peut également avoir de multiples répercussions sur la santé, comme la réduction des maladies chroniques et l'amélioration de la santé mentale (Santé Canada, 2020a), tout comme d'autres mesures visant à rendre la vie dans les collectivités plus agréable, comme les sentiers pédestres et cyclables (Green et coll., 2018). Ces mesures peuvent également avoir un impact positif en réduisant l'isolement social et la criminalité dans certains quartiers (Beaudoin et Levasseur, 2017). Le gouvernement du Canada s'est engagé à tenir compte des avantages accessoires pour la santé, comme la réduction des émissions de polluants atmosphériques, lors de l'élaboration de politiques et de mesures visant à réduire les émissions de GES (gouvernement du Canada, 2016).

9 L'approche intégrant un volet sur la santé dans toutes les politiques exige que les décideurs de tous les secteurs élaborent des politiques et des programmes qui tiennent compte de l'information en matière de santé (ASPC, 2017).

Encadré 10.7 Outil d'aide à la décision afin de transformer l'environnement bâti pour des collectivités plus saines

Les responsables de la santé publique et les urbanistes ont besoin d'information afin de concevoir ou de modifier l'environnement bâti dans les collectivités pour le double objectif de réduire les émissions de GES et de favoriser la santé humaine. L'outil Impacts of Cycling Tool (ICT)¹⁰, conçu pour être utilisé en Angleterre, permet aux utilisateurs de visualiser les habitudes de déplacement et d'analyser divers scénarios pour l'adoption de comportements à vélo. Il fournit un modèle en source libre avec une interface Web permettant de visualiser les données en fonction des personnes et des parcours, d'après les données de l'enquête English National Travel Survey, 2004-2014. Les utilisateurs peuvent comparer des scénarios en fonction d'augmentations modélisées de la proportion de la population se déplaçant régulièrement à vélo, puis estimer les impacts probables sur les habitudes de déplacement, la santé et les émissions de GES. L'outil ICT permet également aux utilisateurs d'étudier les résultats probables de scénarios avec une utilisation plus équitable des comportements cyclistes (en fonction des catégories d'âge et de sexe) que le profil des cyclistes actuels (Woodcock et coll., 2018).

La valeur des éventuels avantages accessoires des actions pour la santé est très grande. On estime que les maladies non transmissibles coûtent 68 milliards de dollars en dépenses de soins de santé chaque année (ASPC, 2011, cité dans Alliance pour la prévention des maladies chroniques du Canada, 2017), tandis qu'on évalue que l'insuffisance de l'activité physique coûte au système de santé 2 milliards de dollars en coûts directs de traitement (Janssen, 2012). Par conséquent, des réductions relativement modestes de ces maladies grâce aux efforts d'obtention d'avantages accessoires en matière de santé pourraient permettre de réaliser d'importantes économies. Aux États-Unis, on a estimé que les politiques d'énergie propre visant à réduire les GES conformément à l'objectif de l'Accord de Paris pourraient entraîner une réduction des niveaux de matières particulaires et d'ozone, ce qui pourrait prévenir 175 000 décès prématurés d'ici 2030 et environ 22 000 décès chaque année à l'avenir (Shindell et coll., 2016). Dans le cadre d'une analyse mondiale similaire des avantages accessoires pour la santé de 2020 à 2100 dans les centres urbains, des calculs ont été faits pour Toronto (11 000 décès évités) et Montréal (4 000 décès évités) (Shindell et coll., 2018). De plus, une analyse des effets sur la santé menée pour l'adoption de normes concernant les véhicules et les carburants de niveau 3 au Canada en 2015 a permis d'estimer que, d'ici 2030, les améliorations de la qualité de l'air qui en résulteraient permettraient d'éviter 1 400 décès prématurés, près de 200 000 jours de symptômes d'asthme et 2,8 millions de jours de problèmes respiratoires aigus, avec des avantages cumulatifs pour la santé et l'environnement s'élevant à 7,5 milliards de dollars (gouvernement du Canada, 2015). La figure 10.4 donne un aperçu des avantages accessoires et les risques possibles pour la santé associés à divers secteurs et mesures d'atténuation des GES.

10 Il est possible d'accéder à l'outil à l'adresse <www.pct.bike/ict>

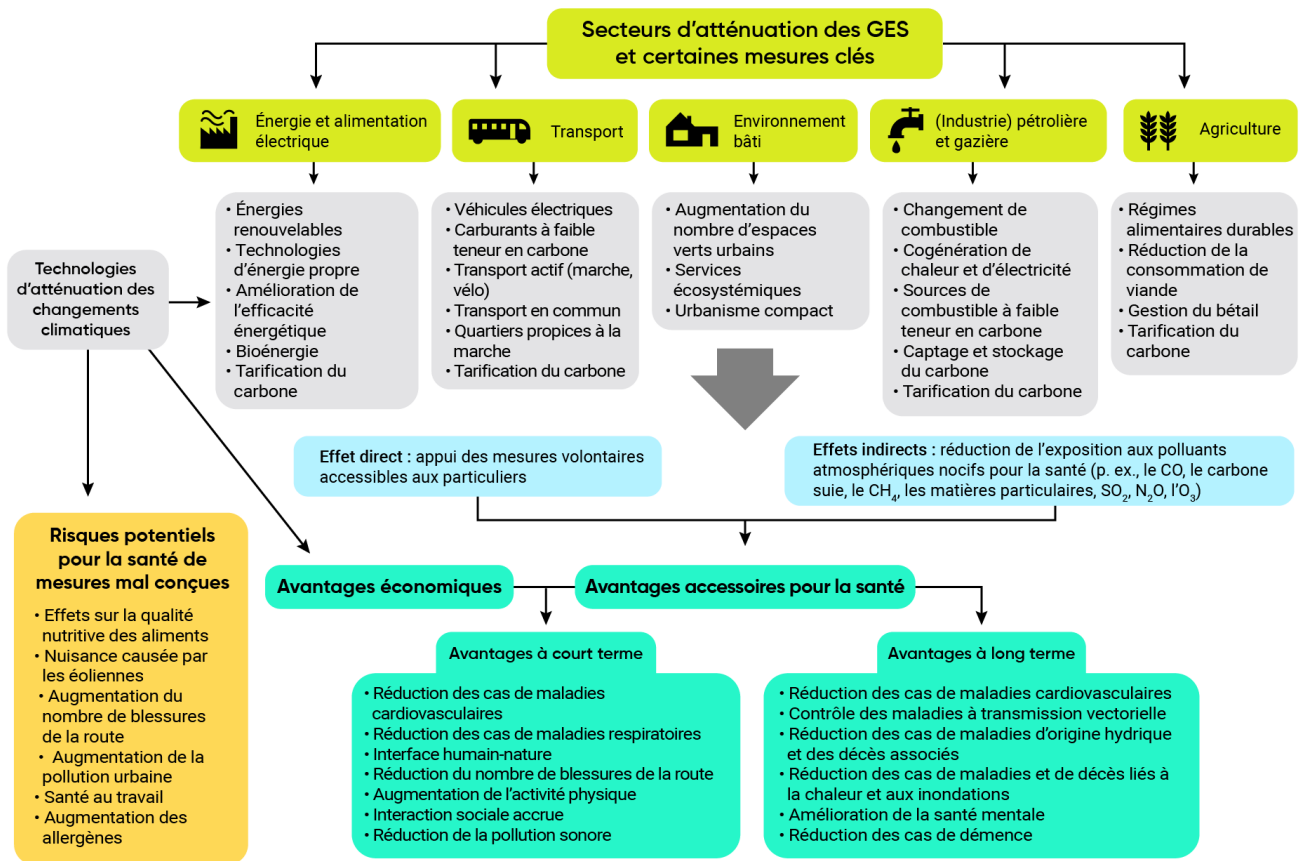


Figure 10.4 Avantages accessoires et risques possibles pour la santé des mesures d'atténuation des GES. Source : D'après Luehr, 2018.

Les mesures d'adaptation et d'atténuation des GES qui ne tiennent pas compte des répercussions sur la santé humaine peuvent donner des résultats néfastes pour la santé de la population et ainsi miner la résilience climatique (Haines et coll., 2009; Haines et Ebi, 2019). Elles peuvent aussi accentuer les iniquités en santé au sein de la population et accroître par le fait même la vulnérabilité des personnes et des collectivités face aux changements climatiques futurs (voir le chapitre 9 : Changements climatiques et équité en santé). Par exemple, un certain nombre de caractéristiques des quartiers pouvant aggraver l'iniquité en santé ont été cernées, notamment (ASPC, 2017) :

- le manque d'options en matière de transport;
- l'accès restreint à des aliments sains, au logement et aux soins de santé;
- le manque de parcs et d'installations récréatives;
- des bâtiments et des terrains vides;
- une mauvaise qualité de l'air ou de l'eau;

- le manque de sécurité et la hausse de la criminalité;
- l'accroissement de l'isolement social;
- la ségrégation résidentielle.

Comparativement à l'atténuation des GES, il y a eu beaucoup moins d'études sur les avantages accessoires et les risques possibles pour la santé des mesures d'adaptation aux changements climatiques (Cheng et Berry, 2013). Les responsables de la santé reconnaissent la nécessité d'une approche systémique de lutte contre les changements climatiques au moyen de mesures d'atténuation des émissions de GES et d'adaptation qui exigent la collaboration active et avisée d'autres secteurs, l'évaluation des vulnérabilités et des capacités locales et la conception collaborative de politiques et de programmes en fonction de cette information (Ebi et coll., 2016a; Ebi et coll., 2016c). Les travaux visant à réaliser des avantages accessoires pour la santé dans le secteur de la santé grâce à la réduction des émissions de GES et au renforcement de la résilience climatique par l'adaptation pourraient être triplement bénéfiques pour les Canadiens et les Canadiennes, notamment en 1) offrant une protection supérieure aux patients, au personnel et aux collectivités pendant les catastrophes et urgences climatiques; 2) en contribuant au ralentissement des changements climatiques par la réduction des émissions de GES; et 3) en permettant aux établissements de santé qui prennent des mesures d'adaptation de réaliser des économies. Les avantages possibles sont très importants; en 2014, il y avait 798 hôpitaux au Canada, comptant environ 90 000 lits (ICIS, 2018). Les établissements de soins de santé (en particulier les campus hospitaliers) affichent l'intensité énergétique la plus élevée de tous les bâtiments commerciaux et institutionnels au Canada. De plus, les émissions directes ont augmenté deux fois plus que le taux de la moyenne nationale entre 2009 et 2015 (Ribesse et Varangu, 2019). La figure 10.5 illustre les points de recoupement des systèmes de santé à faibles émissions de carbone et des systèmes de soins de santé résilients.

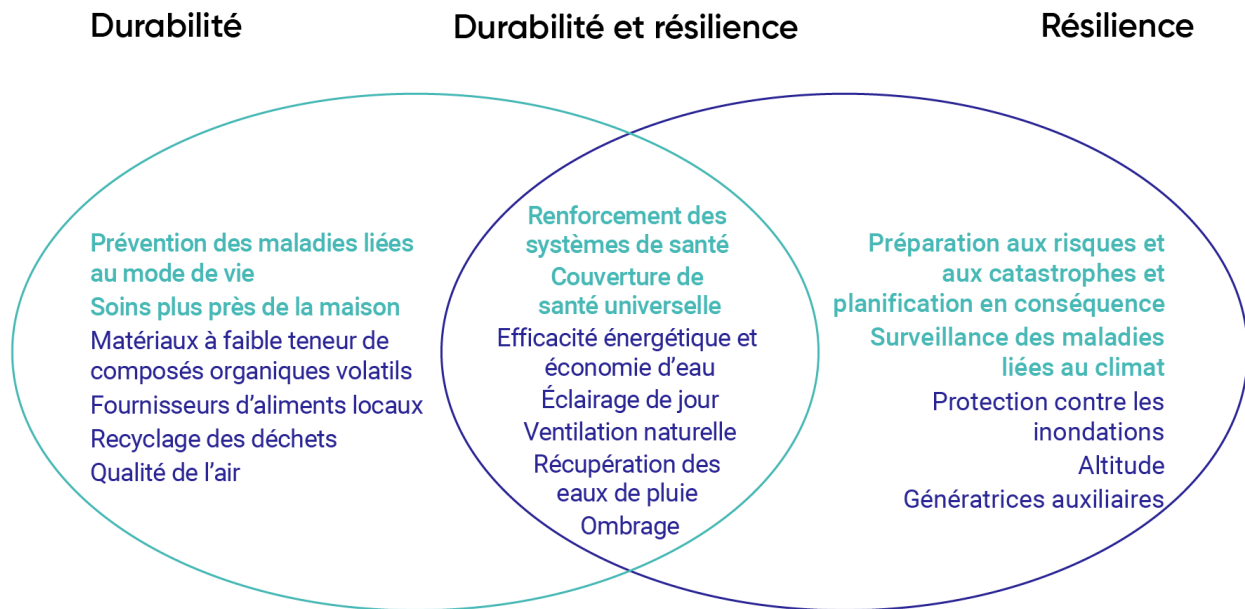


Figure 10.5 Soins de santé intelligents face au climat : points de recoupement des systèmes de santé à faibles émissions de carbone et des systèmes de soins de santé résilients. Source : La Banque mondiale, 2017.

À l'échelle mondiale, les émissions moyennes par habitant pour les activités de soins de santé sont de 0,28 t d'équivalents CO₂ (Health Care Without Harm et ARUP, 2019). Le système de santé du Canada a été désigné comme l'un des quatre grands émetteurs nationaux d'émissions par habitant avec un rapport de 1,1 t d'équivalents CO₂ par habitant (Health Care Without Harm et ARUP, 2019). On estime que le secteur canadien de la santé dans son ensemble, et principalement les services hospitaliers, pharmaceutiques et médicaux, a produit entre 4,6 % et 5,1 % des émissions nationales totales de GES (soit entre 29,6 et 33 Mt d'équivalents CO₂) chaque année entre 2009 et 2014, ou 4,6 % des émissions nationales totales de GES en 2014 (Eckelman et coll., 2018). Pichler et coll. (2019) ont estimé l'empreinte carbone du domaine de la santé des pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), ce qui comprend les émissions de CO₂ liées aux fournisseurs de biens et de services pour les soins de santé, tels que les détaillants médicaux, les hôpitaux ainsi que les soins ambulatoires, à long terme ou préventifs. L'empreinte carbone du domaine de la santé au Canada en 2014 a été estimée à 5,1 % de l'empreinte carbone nationale totale (Pichler et coll., 2019). En 2017, au moins 16 hôpitaux canadiens émettaient plus de 10 kt de GES (ECCC, 2019).

Au Canada, 26 % des émissions du secteur de soins de santé proviennent directement des établissements de soins de santé et des véhicules appartenant au système de soins de santé, et 13 % proviennent indirectement des sources d'énergie achetées, comme l'électricité, la vapeur, la climatisation et le chauffage. La majorité (61 %) des GES du secteur de la santé sont attribués à la chaîne d'approvisionnement, qui comprend la production, le transport et l'élimination de biens et de services, comme les produits pharmaceutiques et autres produits chimiques, les produits alimentaires et agricoles, les dispositifs médicaux, l'équipement hospitalier et les instruments (Health Care Without Harm, 2019). On estime que 68 % de ces émissions

de carbone sont produites au pays, ce qui indique que les biens importés contribuent également de façon importante à ces émissions.

Encadré 10.8 Réduction des GES et renforcement de la résilience climatique au Réseau universitaire de santé

Le Réseau universitaire de santé (RUS) de Toronto, en Ontario, a réduit ses émissions directes de GES (émissions provenant de la combustion sur place de gaz naturel) et ses émissions indirectes de GES (émissions provenant de la consommation d'électricité, de chaleur ou de vapeur achetée) de 19 % entre 2010 et 2019 (Vanlint, 2019). Une grande partie des économies est attribuable aux 214 projets énergétiques réalisés entre 2013 et 2018, qui ont permis au RUS d'économiser 18,9 millions de dollars en frais de services publics (Vanlint, 2019). Le RUS réduit ses émissions de carbone en s'attaquant à l'intensité en carbone de son système de refroidissement, un problème qui a été décrit comme une source importante d'émissions mondiales d'équivalent CO₂ pour le secteur de la santé (Kigali Cooling Efficiency Program, 2018). Le RUS a remplacé les refroidisseurs traditionnels par une technologie de refroidissement par l'eau profonde du lac Ontario dans certaines de ses installations. Cette nouvelle technologie accroît la capacité, la résilience et la fiabilité du système de refroidissement d'eau du RUS et lui permet d'économiser plus de 22 millions de dollars sur 20 ans, 67 millions de litres d'eau par année, 7 millions de kWh d'électricité par année et 269 Mt de GES par année (Vanlint, 2019).

Les autres mesures prévues pour réduire l'empreinte carbone du RUS comprendront la conception du plus grand système de transfert d'énergie brute d'eaux usées au monde au Toronto Western Hospital et à la Krembil Discovery Tower. Grâce à l'exploitation de l'énergie thermique des eaux usées qui s'écoulent dans les égouts du campus à proximité, on estime que le nouveau système de transfert d'énergie d'eaux usées permettra une réduction de 250 000 tonnes métriques des GES au cours des 30 prochaines années (RUS, 2021).

Étant donné le volume élevé d'énergie et de fournitures utilisées par les organismes du secteur de la santé, comme les hôpitaux, les efforts déployés pour devenir plus durables peuvent être très avantageux sur le plan de l'économie et de la santé. L'Environmental Protection Agency (Agence de protection de l'environnement des États-Unis) a estimé que les établissements de soins de santé aux États-Unis ont économisé plus de 192 milliards de dollars américains en frais d'énergie au cours des 20 dernières années (Ribesse et Varangu, 2019). Dans une autre étude, le Health Care Climate Council (2018) a constaté que, si le système de santé américain réduisait la consommation d'électricité et la pollution par le carbone de 30 %, il empêcherait 4 130 décès prématurés, 85 000 crises d'asthme, 4 millions de symptômes respiratoires et 3 750 visites à l'hôpital d'ici 2030, ce qui entraînerait des économies d'environ 1,2 milliard de dollars américains. Les initiatives visant à améliorer la conservation de l'énergie et à réduire les émissions de GES grâce à une conception appropriée des bâtiments, à l'achat de produits éconergétiques et à l'intégration de systèmes d'énergie renouvelable pourraient permettre aux hôpitaux canadiens de réaliser de très importantes économies; selon une étude qui



constitue probablement une sous-estimation, des économies cumulatives de 150 millions de dollars par an pourraient être réalisées sur les dépenses de services publics avec une période de récupération moyenne de sept ans (Waddington et Varangu, 2016). À l'heure actuelle, Santé Canada collabore avec le Conseil canadien des normes pour explorer la possibilité d'intégrer de l'information sur les changements climatiques dans les codes du bâtiment des hôpitaux.

Certains hôpitaux au Canada prennent des mesures pour réduire leur consommation de combustibles fossiles et leurs émissions de GES et devenir ainsi plus résilients (Waddington et Varangu, 2016). Grâce à la réduction de leur consommation énergétique sur place, les hôpitaux peuvent surmonter des pannes électriques plus longues en utilisant leur dispositif d'alimentation de secours limité. L'un des défis liés à la compréhension des émissions de GES déclarées par les hôpitaux est le manque d'uniformité dans la façon dont cette information est suivie et déclarée. Ces incohérences rendent difficile le regroupement de l'information sur les progrès dans le secteur de la santé.

Le Canada peut tirer des leçons des mesures prises par un certain nombre de partenaires internationaux dans le cadre des efforts visant à réduire les GES dans le secteur de la santé et à renforcer la résilience climatique. Selon Pichler et coll. (2019), 14 pays, principalement en Europe, ont pu réduire l'empreinte carbone du secteur de la santé même si les dépenses réelles continuent d'augmenter. Les efforts déployés par le National Health Service (NHS) au Royaume-Uni, qui a été le premier système de soins de santé au monde à produire régulièrement des rapports sur les émissions de GES, illustrent le grand potentiel d'amélioration pour la santé et l'environnement. Comme le secteur de la santé du Canada, le NHS est responsable de 4 % à 5 % de l'empreinte carbone du pays. Le NHS a entrepris une initiative concertée pour comprendre où les GES sont générés dans le système de santé et a élaboré une stratégie et une feuille de route pour réduire ces émissions.

En 2016, l'unité du développement durable du NHS pour NHS England et Public Health England a déclaré que le NHS avait réduit ses émissions de carbone de 11 % entre 2007 et 2015, dépassant ainsi la cible de 10 % fixée en 2009 (National Health Service, 2016). Le secteur dans son ensemble, qui comprend également la santé publique et l'aide sociale, a connu une réduction de 13 % au cours de la même période. Ces réductions d'émissions se sont produites malgré une augmentation de 18 % des activités de santé et d'aide sociale. Les réductions des émissions de carbone comprenaient une réduction de 16 % en lien avec l'approvisionnement, comme l'amélioration de l'empreinte des produits; une réduction de 4 % des émissions d'énergie grâce à l'efficacité et à la conservation énergétiques; et une réduction de 5 % des déplacements. (National Health Service, 2016).

10.7 Lacunes en matière de connaissances

Les nouvelles connaissances, les partenariats et le renforcement des capacités en matière de changements climatiques et de santé dans le secteur de la santé au Canada ont accru les possibilités d'utiliser des renseignements fondés sur des données probantes pour faire progresser davantage les efforts de protection des Canadiens et des Canadiennes contre les impacts futurs. Des outils et des méthodes d'évaluation ont été mis au point, par exemple, pour examiner les impacts des contraintes et des pressions prévues des changements climatiques sur les systèmes et les établissements de santé afin d'évaluer leur résilience face aux impacts des changements climatiques. Cependant, une grande partie de la recherche sur les changements climatiques et l'adaptation sanitaire n'est ni accessible ni pratique pour la prise de décisions; il existe peu d'études sur l'efficacité des mesures de protection de la santé, la facilité de mise en œuvre et la capacité requise pour prendre des mesures (Banwell et coll., 2018).

Les évaluations et rapports nationaux préparés au Canada depuis 1995 ont permis de cerner des lacunes dans les connaissances qui doivent être comblées pour appuyer les efforts des décideurs en vue de se préparer aux impacts sanitaires des changements climatiques (Société royale du Canada, 1995; Santé Canada, 1999; Santé Canada, 2001; Santé Canada, 2004; Séguin, 2008; Berry et coll., 2014a; Brettle et coll., 2016; Maguet, 2020). Il existe, entre les provinces et les territoires ainsi que partout au Canada, des disparités dans les niveaux de recherche sur les changements climatiques et la santé (Brettle et coll., 2016). Un examen de la recherche canadienne sur les changements climatiques et la santé mené de 2006 à 2016 a révélé l'existence de recherches sur toutes les lacunes relevées, mais avec de grandes variations en ce qui concerne la question ou la région du Canada, l'orientation, l'échelle de la recherche et le stade de maturation des connaissances (p. ex., un nombre limité d'études sur le terrain ont été menées et peu d'interventions ont été évaluées) (Kolnick, 2016). Sur les 672 articles consacrés aux changements climatiques et à la santé, les thèmes des populations à risque accru, des évaluations, des aléas naturels ainsi que de la salubrité et de la sécurité alimentaires ont fait l'objet d'un pourcentage d'articles nettement plus élevé que les thèmes de la qualité de l'air, des substances toxiques ou des impacts psychosociaux. Les stratégies et les mesures d'adaptation n'ont été abordées que dans 11 % des articles. De plus, l'orientation régionale de la recherche était également assez disparate, puisqu'il y a eu beaucoup plus d'articles sur les changements climatiques et les questions de santé au Québec, en Colombie-Britannique et en Ontario, un peu moins dans le Nord et encore moins dans d'autres régions du Canada, en particulier en Nouvelle-Écosse, au Nouveau-Brunswick et à l'Île-du-Prince-Édouard (Kolnick, 2016). Une grande partie de la recherche a porté sur les changements climatiques et la santé d'un point de vue national. Cela peut accroître la pertinence de ces études pour un éventail d'intervenants plus large, mais, dans certains cas, cela peut réduire la possibilité que ces études éclairent la prise de décisions et les évaluations au niveau local.

L'étude n'a probablement pas pris en compte la recherche qui intégrait le savoir autochtone et ne brosse donc pas un portrait complet de la recherche sur les changements climatiques et la santé au Canada. Cependant, il existe d'importantes lacunes dans les connaissances sur les changements climatiques et la santé des Premières Nations, des Inuits et des Métis au Canada, y compris les options d'adaptation (voir le chapitre 2 : Changements climatiques et santé des peuples autochtones du Canada). De nombreuses collectivités du Nord du Canada ont accru leur capacité et leur expertise en matière de gestion de la recherche, de conception de la recherche, d'interprétation et de communication des résultats des études (Abele et Gladstone, non daté).

D'autres recherches sont nécessaires dans les domaines suivants pour appuyer les efforts visant à protéger la santé et à bâtir des systèmes de santé résilients face aux changements climatiques au Canada :

Mesures d'adaptation

- Détermination de mesures d'adaptation équitables et efficaces (et rentables) pour réduire les risques sanitaires découlant de la variabilité actuelle du climat et des changements climatiques prévus.
- Mesures d'adaptation pour s'attaquer aux défis en matière de santé et aux problèmes de capacité auxquels sont confrontés les Premières Nations, les Inuits et les Métis en raison des changements climatiques, y compris les collectivités rurales, éloignées et nordiques.
- Mesures d'adaptation conçues pour des populations particulières, par exemple, les personnes en situation d'itinérance (Kidd et coll., 2020), les enfants, les personnes âgées et les personnes vivant dans les collectivités rurales, éloignées et nordiques.
- Mesures d'adaptation visant à réduire, pour les personnes et les systèmes de santé, les risques découlant d'événements cumulés et en série, y compris ceux découlant d'éventuels changements non linéaires des conditions météorologiques et du climat futur (Ebi et coll., 2016a).
- Synergies techniques et opérationnelles entre les mesures afin de réduire les risques de catastrophe; options d'adaptation en matière de changements climatiques et de santé (p. ex., plans de préparation aux situations d'urgence des établissements de santé) (Banwell et coll., 2018).
- Surveillance et suivi novateurs, intégrés et multidisciplinaires des changements climatiques et de la santé (p. ex., collecte et analyse de données, science citoyenne, diagnostics en laboratoire, métagénomique et cartographie géospatiale) (ECCC, 2020).
- Adoption d'indicateurs normalisés des risques pour la santé que posent les changements climatiques et de moyens de vérification semblables aux indicateurs utilisés pour mesurer les variables météorologiques et climatologiques, afin d'établir des points de référence pour surveiller l'efficacité des adaptations (Cheng et Berry, 2013; Ebi et coll., 2018a).
- Détermination des compromis de risque associés à diverses adaptations sanitaires (p. ex., voir s'il est possible d'utiliser un tissu respirant pour se protéger contre les piqûres de tiques et de moustiques; s'assurer que les espaces verts qui contribuent à rafraîchir les établissements de soins de santé sont conçus pour ne pas attirer les vecteurs porteurs de maladies).
- Désignation d'outils, de méthodes de diffusion et d'approches efficaces pour communiquer avec les décideurs et le public au sujet des changements climatiques et de la santé (OMS, 2009).
- Stratégies efficaces pour faire cadrer les efforts de promotion relativement aux changements climatiques et à la santé avec les activités de communication afin d'appuyer la réduction des GES.
- Renseignements à l'appui des efforts d'éducation, communication des résultats des recherches et renforcement de la résilience dans les communautés des Premières Nations, des Inuits et des Métis, tout en soutenant et en renforçant le partage et l'application du savoir autochtone, y compris les expériences en matière d'adaptation.

Résilience des systèmes de santé

- Répercussions, vulnérabilités et coûts actuels et prévus liés au climat pour les systèmes et les établissements de santé (p. ex., politiques, programmes, services et infrastructures de santé; planification, gestion et formation des ressources humaines en santé; chaînes d'approvisionnement essentielles pour la santé), y compris pour les systèmes de santé ruraux, éloignés et du Nord.
- Impacts, vulnérabilités et coûts actuels et prévus liés au climat pour les systèmes et les établissements de santé qui desservent les collectivités des Premières Nations, des Inuits et des Métis.
- Mesures efficaces d'adaptation et de renforcement de la résilience pour les systèmes et les établissements de santé, y compris les systèmes de santé des régions rurales, éloignées et du Nord et les systèmes qui desservent les Premières Nations, les Inuits et les Métis.
- Méthodologies normalisées de mesure des GES (p. ex., analyse du cycle de vie) pour le suivi des émissions de GES du système de santé et des hôpitaux afin d'appuyer les cibles et les objectifs du secteur pour réduire son empreinte carbone et améliorer la résilience.
- Meilleures approches pour réduire l'empreinte carbone du secteur de la santé, par exemple, en rénovant les établissements de soins de santé existants.
- Mesures efficaces pour réduire les émissions de GES provenant de la chaîne d'approvisionnement du secteur de la santé, y compris l'évaluation des pratiques d'achat actuelles dans le système de santé canadien et les possibilités pour les fournisseurs de concevoir de nouveaux produits et services à faibles émissions de carbone pour le secteur de la santé.
- Synergies existant entre les mesures de résilience aux changements climatiques, d'adaptation et de durabilité environnementale dans le réseau de santé et les mesures de durabilité financière (c.-à-d. économies découlant des investissements dans l'efficacité énergétique, télémédecine et soins de santé virtuels, dossiers de santé électroniques, coûts de la chaîne d'approvisionnement).
- Technologies et pratiques de refroidissement facilement accessibles et ne reposant pas sur des combustibles fossiles pour les établissements de soins de santé, les centres de rafraîchissement publics et le refroidissement des maisons, à la fois pour les nouvelles constructions et pour la rénovation des bâtiments existants.

Avantages accessoires pour la santé et risques des mesures

- Avantages accessoires synergiques en matière de santé de diverses stratégies de réduction des émissions de GES par rapport aux cibles nationales qui réduisent également la pollution atmosphérique.
- Avantages accessoires directs et indirects en matière de santé et risques liés aux mesures prises par d'autres secteurs (p. ex., l'eau, l'agriculture, le logement, le transport, l'assurance, l'énergie, l'urbanisme) pour s'adapter aux impacts (ECCC, 2020), y compris pour les Premières Nations, les Inuits et les Métis ainsi que les collectivités rurales, éloignées et nordiques.

- Stratégies qui soutiennent la santé, y compris celles qui s'attaquent aux causes profondes de la vulnérabilité et des iniquités en santé, et qui soutiennent la transition vers une économie à faibles émissions de carbone dans les secteurs de l'énergie, de l'agriculture, des transports, de la fabrication et des bâtiments, entre autres.

Coûts et avantages économiques

- Coûts économiques des impacts de la variabilité actuelle du climat et des changements climatiques prévus sur la santé humaine et les systèmes de santé au Canada, ainsi que sur les services sociaux qui appuient les déterminants de la santé.
- Évaluations des coûts économiques et des avantages accessoires pour la santé des activités d'atténuation et d'adaptation aux GES (OMS, 2009; Huang et coll., 2013).
- Avantages économiques, sociaux et sanitaires des mesures visant à mettre en place des systèmes de santé résilients face aux changements climatiques (ECCC, 2020).

Ces lacunes dans la recherche couvrent un large éventail d'aléas et d'impacts des changements climatiques sur la santé, ainsi que des interventions communes en santé publique et dans le système de santé pour protéger les populations. Le fait de répondre à ces besoins en matière d'information contribuerait probablement à réduire, pour les Canadiens et les Canadiennes, les menaces associées à d'autres risques sanitaires tels que les pandémies, facilitant alors l'adaptation et la résilience à un large éventail d'aléas.

10.8 Conclusion

Les changements climatiques constituent une menace croissante pour la santé des Canadiens et des Canadiennes, des collectivités et des systèmes de santé. Les systèmes et les établissements de santé au Canada sont vulnérables aux changements climatiques et bon nombre d'entre eux sont déjà touchés par des aléas météorologiques et climatiques. Les changements climatiques augmentent les risques pour le personnel, le fonctionnement et les infrastructures des établissements et du système de santé. Même si de nombreux facteurs, comme les niveaux futurs d'iniquité, la cohésion sociale et l'innovation technologique, influenceront la façon dont la santé des Canadiens et des Canadiennes et de leurs collectivités sont touchées par les changements climatiques, un facteur important sera la résilience des systèmes de santé et la volonté et la capacité des décideurs de prendre les mesures d'adaptation nécessaires, de concert avec des partenaires d'autres secteurs.

Les mesures d'adaptation visant à préparer les Canadiens et les Canadiennes, y compris ceux qui sont plus à risque, peuvent être efficaces pour réduire les impacts sur la santé. Par exemple, la réponse récente au danger croissant des événements de chaleur extrême par la mise au point du SAIC a réduit les risques pour la santé et les mauvais résultats pour la santé dans certains pays. Un programme d'adaptation robuste visant à réduire les risques pour la santé exige l'adaptation d'un large éventail d'intervenants de la

société à de multiples échelles temporelles et géographiques en fonction de déterminants complexes des problèmes de santé.

L'analyse effectuée dans le présent chapitre indique qu'un certain nombre d'autorités sanitaires canadiennes aux échelles locale, provinciale, territoriale et nationale prennent des mesures d'adaptation afin de réduire les risques pour la santé. Cependant, elles sont beaucoup moins nombreuses à prendre des mesures concrètes comme l'élaboration d'un programme sur les changements climatiques et la santé, l'affectation de ressources ciblées à l'adaptation, l'évaluation de la résilience des infrastructures essentielles de la santé ou la formation des professionnels de la santé et du personnel. De plus, peu de provinces et territoires ont un plan complet ou valable (p. ex., portant sur une vaste gamme de risques possibles pour la santé) d'adaptation sanitaire aux changements climatiques dans le cadre de leurs stratégies plus générales à l'égard des changements climatiques, et aucune administration n'a de plan d'action distinct ou une stratégie distincte portant exclusivement sur les changements climatiques et la santé. La grande diversité des efforts parmi les autorités sanitaires, du niveau local au niveau national, certaines prenant des mesures énergiques et d'autres en faisant moins, indique beaucoup de collectivités et de systèmes de santé sont plus vulnérables aux impacts actuels et futurs prévus sur la santé, y compris les effets potentiellement très graves d'événements cumulés ou en série.

10.8.1 Intensification de l'adaptation sanitaire

L'intensification rapide des mesures d'adaptation sanitaires est nécessaire afin d'aider à protéger les Canadiens et les Canadiennes contre les aléas actuels pour la santé et de réduire les risques liés aux impacts des changements climatiques à l'avenir, comme les événements météorologiques extrêmes qui dépassent les seuils d'adaptation. Les autorités sanitaires devraient s'appuyer sur les efforts passés et actuels pour se préparer à un monde plus chaud, notamment en réalisant des évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation en matière de changements climatiques et de santé, en examinant les risques pour les établissements de santé découlant des changements climatiques et en mettant en œuvre des adaptations ciblées telles que des systèmes d'alerte précoce. Pour ce faire, il faudra peut-être aller au-delà des approches normales utilisées par les ministères de la santé, par exemple, élargir les activités intégrées de suivi et de surveillance, intégrer l'information sur les risques climatiques dans les nouveaux programmes et politiques, ainsi que former les cliniciens, les chercheurs en santé et les professionnels de la santé publique sur la façon de protéger la santé dans un climat changeant.

10.8.2 Leadership autochtone et collaboration

Pour faire progresser les efforts de protection des Canadiens et des Canadiennes contre les changements climatiques, il faut s'engager à maintenir le leadership autochtone et les partenariats en matière de développement de recherche et d'adaptation, y compris en reconnaissant et en utilisant le savoir autochtone de manière respectueuse. Ces efforts sont associés à une ouverture aux diverses façons de savoir et de tirer des leçons de points de vue complémentaires et différents pour la prise de décisions en matière d'adaptation. Une collaboration respectueuse permettra de s'assurer que les mesures de protection

de la santé reposent sur un engagement significatif éclairé par les circonstances et les possibilités particulières des peuples autochtones et des collectivités nordiques, éloignées et rurales, afin de respecter, de préserver et de faire progresser les droits des peuples autochtones.

10.8.3 Collaboration avec d'autres secteurs

Les progrès en matière d'adaptation nécessiteront également de travailler plus étroitement avec les décideurs en dehors du secteur de la santé (p. ex., eau, agriculture, assurances, logement, énergie, environnement, gestion des urgences, planification urbaine, transports et infrastructure) afin de mettre en œuvre des mesures préventives et équitables pour protéger les Canadiens et les Canadiennes, notamment en s'attaquant plus vigoureusement aux déterminants sociaux et environnementaux de la santé. Ces activités devraient mettre l'accent sur les possibilités d'éliminer les obstacles qui limitent la préparation (p. ex., pauvreté, logements et infrastructures inadéquats, communications inefficaces) et de réduire l'incertitude grâce à une recherche collaborative accrue sur les impacts et l'efficacité de l'adaptation.

Des mesures énergiques de réduction des GES sont nécessaires pour protéger la santé et s'assurer que la capacité d'adaptation des Canadiens et des Canadiennes n'est pas limitée en raison de la gravité des impacts. D'importants avantages accessoires en matière de santé peuvent être obtenus grâce à l'adaptation multisectorielle aux changements climatiques pour renforcer la résilience et grâce à des efforts bien conçus d'atténuation des GES. Les décideurs en santé ont un rôle de leadership important à jouer dans la sensibilisation à ces avantages et dans la communication de l'information nécessaire pour soutenir les efforts énergiques de lutte contre les changements climatiques par l'atténuation des GES, y compris la réduction de l'empreinte carbone du secteur de la santé, qui est un grand émetteur de GES (ASPC, 2017).

10.8.4 Une stratégie nationale d'adaptation sanitaire

Les stratégies nationales d'adaptation en matière de changements climatiques et de santé doivent fournir un cadre global définissant les acteurs clés, les responsabilités, les domaines d'action prioritaires ainsi que des objectifs clairs. Ces stratégies peuvent réduire les coûts futurs de la préparation grâce à un échange d'information plus poussé ainsi qu'à une collaboration plus solide et à une meilleure coordination des efforts (OMS, 2021). Le gouvernement du Canada élabore sa toute première stratégie nationale d'adaptation, dont la publication est prévue pour 2023 (gouvernement du Canada, 2021). L'aspect sanitaire d'une stratégie nationale, pour être solide, comprendrait des efforts visant à aider les personnes et les communautés les plus à risque grâce à des mesures d'adaptation équitables. Les mesures permettraient de s'attaquer aux risques physiques et opérationnels des changements climatiques pour les systèmes de santé et leur infrastructure en appuyant les évaluations des installations, la préparation et le renforcement de la résilience, en tenant compte des défis particuliers auxquels sont confrontés les services de santé ruraux, éloignés et autochtones et en s'efforçant de mettre à jour les codes et les normes pertinents. On pourrait ainsi renforcer les capacités de modélisation des changements climatiques et de la santé ainsi que les capacités de prévision, et disposer de systèmes d'alerte précoce de pointe fondés sur la surveillance des indicateurs des changements climatiques et de la santé. Un élément central d'une stratégie d'adaptation sanitaire serait le travail avec



d'autres secteurs pour intégrer les points de vue et les besoins des groupes en quête d'équité et du grand public. Des considérations de justice sociale et d'intégration d'une perspective axée sur le genre dans les futures activités liées aux changements climatiques et à la santé sont nécessaires pour soutenir les efforts de renforcement de la résilience; ces considérations comprennent l'autonomisation des personnes touchées de manière disproportionnée par les changements climatiques (p. ex., les peuples autochtones, les femmes, les personnes ayant un statut socio-économique inférieur, les immigrants) en tant qu'éducateurs, soignants, détenteurs de savoir et agents de changement social (Sorensen et coll., 2018).

Des efforts accrus sont nécessaires pour éduquer le public et les décideurs sur les impacts potentiels et les avantages de la préparation afin d'appuyer l'intensification des mesures. Cela peut inclure la collaboration sur les communications en matière des changements climatiques et la santé avec la communauté des soins de santé et les organisations non gouvernementales; l'amélioration de l'éducation en santé publique à l'aide de conseils fondés sur des données probantes et d'approches de marketing social; ainsi que la création d'un guichet unique pour faciliter l'accès au matériel et aux messages de communication sur les changements climatiques et la santé (Brettelle et coll., 2016). De telles activités aideraient les Canadiens et les Canadiennes, les collectivités et leurs systèmes de santé à dépasser l'adaptation réactive et coûteuse au profit d'une adaptation transformationnelle qui renforce la résilience face aux changements climatiques futurs.

Une stratégie nationale pourrait s'attaquer à de nombreux obstacles existants à l'adaptation sanitaire, y compris le capital social limité et la capacité de mobiliser les secteurs sanitaires pertinents, les limites cognitives au changement de comportement (Huang et coll., 2011), l'étroitesse du cadre des interventions de santé publique qui omet la prise de mesures sur les causes profondes de la vulnérabilité (Gould et Rudolph, 2015) et l'absence de planification coordonnée entre les partenaires du secteur de la santé à tous les niveaux de gouvernement. Grâce à une collaboration étroite, les décideurs en matière de santé, les partenaires de la société civile, les chercheurs et les membres du public peuvent s'attaquer au défi des changements climatiques en améliorant la résilience des systèmes de santé et des collectivités pour mieux protéger la santé, maintenant et à l'avenir.

10.9 Références

- ABC News. (2018). *Japan heatwave kills 30 and hospitalises thousands as authorities continue flood clean-up*. Consulté sur le site: <<https://www.abc.net.au/news/2018-07-22/japan-heatwave-kills-30-and-sees-thousands-in-hospital/10022488>>
- Abele, F., et Gladstone, J. (n.d.). *Santé Canada Climate Change Health Adaptation Program: Synthesis report and impact analysis*. Climate Telling. Consulté sur le site: <http://www.climatecalling.info/uploads/2/5/6/1/25611440/cchap_final_report.pdf>
- Adaptation to Climate Change Team (ACT). (2018). *LCR conceptual process model*. Consulté sur le site: <http://act-adapt.org/wp-content/uploads/2018/12/2.2_lcr_best_practices_web.pdf>
- Agence de la santé publique du Canada (ASPC). (2017). *Rapport de l'administrateur en chef de la santé publique sur l'état de la santé publique au Canada, 2017 – Concevoir un mode de vie sain*. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/publications/rapport-administrateur-en-chef-sante-publique-sur-etat-sante-publique-au-canada/2017-concevoir-mode-vie-sain.html>>
- Alberta Health Services. (2013a). *AHS Update: Medicine Hat field hospital to close as waters recede; focus on safe return home for evacuees*. Consulté sur le site: <<https://www.albertahealthservices.ca/news/releases/2013/Page8677.aspx>>
- Alberta Health Services. (2013b). *100 days after the flood*. Consulté sur le site: <<https://www.albertahealthservices.ca/news/features/2013/Page9142.aspx>>
- Alberta Health Services. (2014). *Alberta Health Services Annual Report 2013-2014*. Alberta, ON. Consulté sur le site: <<https://www.albertahealthservices.ca/Publications/ahs-pub-2013-2014-annual-report.pdf>>
- Anderson, H., Brown, C., Cameron, L. L., Christenson, M., Conlon, K. C., Dorevitch, S., Dumas, J., Eidson, M., Ferguson, A., Grossman, E., Hanson, A., Hess, J. J., Hoppe, B., Horton, J., Jagger, M., Krueger, S., Largo, T. W., Losurdo, G. M., Mack, S. R., Moran, C., ... Walker, R. (2017). *Climate and Health Intervention Assessment: Evidence on Public Health Interventions to Prevent the Negative Health Effects of Climate Change*. Climate and Health Technical Report Series. Centers for Disease Control and Prevention. Consulté sur le site: <https://www.cdc.gov/climateandhealth/docs/ClimateAndHealthInterventionAssessment_508.pdf>
- Arbuthnott, K., Hajat, S., et Heaviside, C. (2016). Changes in population susceptibility to heat and cold over time: assessing adaptation to climate change. *Environmental Health*, 15(S33). <<https://doi.org/10.1186/s12940-016-0102-7>>
- Austin, S. E., Biesbroek, R., Berrang-Ford, L., Ford, J. D., Parker, S., et Fleury, M. D. (2016). Public Health Adaptation to Climate Change in OECD Countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(9), 889. <<https://doi.org/10.3390/ijerph13090889>>
- Austin, S. E., Ford, J. D., Berrang-Ford, L., Biesbroek, R., et Ross, N. A. (2019). Enabling local public health adaptation to climate change. *Social Science et Medicine* (1982), 220, 236–244. <<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2018.11.002>>
- Autorité sanitaire de la Nouvelle-Écosse. (2019a). *PSA: Nova Scotia Health Authority responding to impacts of Hurricane Dorian*. Consulté sur le site: <<https://www.nshealth.ca/news/psa-nova-scotia-health-authority-responding-impacts-hurricane-dorian>>
- Autorité sanitaire de la Nouvelle-Écosse. (2019b). *Several NSHA facilities experiencing downed phones lines in wake of Hurricane Dorian*. Consulté sur le site: <<https://www.nshealth.ca/news/several-nsha-facilities-experiencing-downed-phones-lines-wake-hurricane-dorian>>
- Baccini, M., Kosatsky, T., Analitis, A., Anderson, H. R., D'Ovidio, M., Menne, B., ... Biggeri, A. (2011). Impact of heat on mortality in 15 European cities: Attributable deaths under different weather scenarios. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 65(1), 64–70. <<https://doi.org/10.1136/jech.2008.085639>>
- Balbus, J., Berry, P., Brettell, M., Jagarine-Azan, S., Soares, A., Ugarte, C., Varangu, L., et Prats, E. V. (2016). Enhancing the sustainability and climate resiliency of health care facilities: a comparison of initiatives and toolkits. *Revista Panamericana de Salud Publica = Pan American Journal of Public Health*, 40(3), 174–180.
- Banwell, N., Rutherford, S., Mackey, B., et Chu, C. (2018). Towards Improved Linkage of Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation in Health: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(4), 793. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15040793>>
- Barreca, A., Clay, K., Deschenes, O., Greenstone, M., et Shapiro, J. S. (2016). Adapting to climate change: The remarkable decline in the US temperature-mortality relationship over the twentieth century. *Journal of Political Economy*, 124(1), 105-159.
- Bartko, M., et Macdonald, I. (2017). *Climate resilience feasibility study of facilities at Fraser Canyon Hospital*. National Research Council Canada, A1-010678.2. Consulté sur le site: <<https://bcgreencare.ca/system/files/resource-files/Fraser%20Health%20Final%20Report%202010%20November.pdf>>
- BC Health Authorities. (2020). *Climate resilience guidelines for BC health facility planning et design*. Consulté sur le site: <https://bcgreencare.ca/system/files/resource-files/Climate-Resilience-Guidelines-Health-Facilities_v1-1.pdf>

- Beaudoin, M., et Gosselin, P. (2016). An effective public health program to reduce urban heat islands in Québec, Canada. *Revista Panamericana de Salud Publica = Pan American Journal of Public Health*, 40(3), 160–166.
- Beaudoin, M., et Levasseur, M.-E. (2017). *Verdir les villes pour la santé de la population Verdir les villes pour la santé de la population*. Institut National De Santé Publique Du Québec. Consulté sur le site: <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2265_verdir_villes_sante_population.pdf>
- Benmarhnia, T., Bailey, Z., Kaiser, D., Auger, N., King, N., et Kaufman, J. S. (2016). A Difference-in-Differences Approach to Assess the Effect of a Heat Action Plan on Heat-Related Mortality, and Differences in Effectiveness According to Sex, Age, and Socioeconomic Status (Montreal, Quebec). *Environmental Health Perspectives*, 124(11), 1694–1699. <<https://doi.org/10.1289/EHP203>>
- Benmarhnia, T., Zhao, X., Wang, J., Macdonald, M., et Chen, H. (2019). Evaluating the potential public health impacts of the Toronto cold weather program. *Environment International*, 127, 381–386. <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.03.042>>
- Berry, P. (2008). Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada. Dans J. Séguin (éd.), *Santé et changements climatiques: évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada* (pages 367 à 448). Ottawa, ON: Gouvernement of Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.635906/publication.html>>
- Berry, P., Clarke, K.-L., Fleury, M. D., et Parker, S. (2014a). Santé humaine. Dans F. J. Warren et D. S. Lemmen (éd.), *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation* (pages 191 à 232). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.643395/publication.html>>
- Berry, P., Paterson, J., et Buse, C. (2014b). *Assessment of vulnerability to the health impacts of climate change in Middlesex-London*. Report prepared for the Middlesex-London Health Unit. London, United Kingdom. Consulté sur le site: <<https://www.healthunit.com/climate-change>>
- Berry, P., Enright, P. M., Shumake-Guillemot, J., Villalobos Prats, E., et Campbell-Lendrum, D. (2018). Assessing Health Vulnerabilities and Adaptation to Climate Change: A Review of International Progress. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2626. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15122626>>
- Boeckmann, M., et Rohn, I. (2014). Is planned adaptation to heat reducing heat-related mortality and illness? A systematic review. *BMC public health*, 14, 1112. <<https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-1112>>
- Bouzid, M., Hooper, L., et Hunter, P. R. (2013). The effectiveness of public health interventions to reduce the health impact of climate change: a systematic review of systematic reviews. *PLoS One*, 8(4), e62041. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062041>>
- Boynton, S. (2020). Landslides created by B.C. storm lead to phone service outages across province. *Global News*. Consulté sur le site: <<https://globalnews.ca/news/6495369/bc-landslides-cell-service-roads/>>
- Brettell, M., MacMillan, K.-A., Kolnick, L., et Berry, P. (2016). *Climate change and health resiliency collaboration: Workshop report*. Ottawa, ON: Santé Canada.
- Bureau des Nations Unies pour la prévention des catastrophes. (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*. Consulté sur le site: <<https://www.unisdr.org/we/inform/publications/43291>>
- Bureau des Nations Unies pour la prévention des catastrophes. (2019). *Critical infrastructure including schools, health facilities, and roads threatened by the climate crisis*. Consulté sur le site: <<https://www.undrr.org/news/critical-infrastructure-including-schools-health-facilities-and-roads-threatened-climate>>
- Bustinza, R., Lebel, G., Gosselin, P., Bélanger, D., et Chebana, F. (2013). Health impacts of the July 2010 heat wave in Québec, Canada. *BMC Public Health*, 13, 56. <<https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-56>>
- Callison, C., et Tindall, D. B. (2017). Climate change communication in Canada. *Oxford Research Encyclopedia of Climate Science*. <<https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190228620.013.477>>
- Campbell-Lendrum, D., Guillemot, J., et Ebi, K. L. (2015). Climate change and health vulnerability assessments: A Practical Approach. In G. Luber, et J. Lemery (Eds.), *Global Climate Change and Human Health: From Science to Practice*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Campbell-Lendrum, D., Villalobos Prats, E., et Kendrovski, V. (n.d.). Estimating the cost of health adaptation [Webinar Presentation]. World Health Organization. Consulté sur le site: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CGE_wenbinar%236_presentation.pdf>
- Canadian Broadcasting Corporation. (2010). Emergency room shut down by flooding. *CBC News*. Consulté sur le site: <<https://www.cbc.ca/news/canada/prince-edward-island/emergency-room-shut-down-by-flooding-1.905581>>
- Canadian Broadcasting Corporation. (2012). Flooding causes state of emergency in N.B. community. *CBC News*. Consulté sur le site: <<https://www.cbc.ca/news/canada/new-brunswick/flooding-causes-state-of-emergency-in-n-b-community-1.1196731>>

- Canadian Broadcasting Corporation. (2013). Flood in High River destroyed many medical files. *CBC News*. Consulté sur le site: <<https://www.cbc.ca/news/canada/calgary/flood-in-high-river-destroyed-many-medical-files-1.1329905>>
- Canadian Broadcasting Corporation. (2017). Maniwaki long-term care home to be evacuated due to floods. *CBC News*. Consulté sur le site: <<https://www.cbc.ca/news/canada/ottawa/maniwaki-seniors-home-evacuated-due-to-floods-1.5133108>>
- Centre de recherche par sondage. (2019). *Survey of health sector officials: A contribution to Santé Canada's Climate Change and Health Adaptation Capacity Building Program and the National Assessment - Technical and data analysis report*. Report prepared for Santé Canada. University of Waterloo.
- Coalition canadienne pour un système de santé écologique. (2015a). *Resiliency Profile 1: Health Sciences Centre Well Equipped to Handle Flooding Events on Urban Campus*. Consulté sur le site: <<https://greenhealthcare.ca/resiliency/images/publications/1-Resiliency-Profile-Winnipeg.pdf>>
- Coalition canadienne pour un système de santé écologique. (2015b). *Resiliency Profile 2: Nanaimo Hospital Builds resiliency into new Emergency Department*. Consulté sur le site: <<https://greenhealthcare.ca/resiliency/images/publications/2-Resiliency-Profile-Nanaimo.pdf>>
- Coalition canadienne pour un système de santé écologique. (2017). *Resiliency Profile 7: Ice storm and backup generator failures combine for unparalleled challenges*. Consulté sur le site: <<https://greenhealthcare.ca/wp-content/uploads/2017/04/7-Resiliency-Profile-Sunnybrook-ice-March24-2017-FINAL.pdf>>
- Coalition canadienne pour un système de santé écologique. (2018). *Identifying methods, data sources and indicators of climate change impacts for assessing the resiliency of Canadian health care facilities*. Report prepared for Santé Canada.
- Coalition canadienne pour un système de santé écologique. (2019a). *Climate Change Resiliency Mentoring*. Consulté sur le site: <<http://greenhealthcare.ca/mentoring/>>
- Coalition canadienne pour un système de santé écologique. (2019b). *Green Hospital Scorecard 2018 Survey Results*. Consulté sur le site: <<https://greenhealthcare.ca/ghs/>>
- Coalition canadienne pour un système de santé écologique. (2020). *Green Health Leaders' Initiative*. Consulté sur le site: <<https://greenhealthcare.ca/ghli/>>
- Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). (2015). L'Accord de Paris. <https://unfccc.int/sites/default/files/french_paris_agreement.pdf>
- Canadian Healthcare Facilities. (2017). In the face of Fire. *Journal of Canadian Healthcare Engineering Society*, 38(1), 28-29.
- Casanueva, A., Burgstall, A., Kotlarski, S., Messeri, A., Morabito, M., Flouris, A. D., Nybo, L., Spirig, C., et Schwierz, C. (2019). Overview of Existing Heat-Health Warning Systems in Europe. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(15), 2657. <<https://doi.org/10.3390/ijerph16152657>>
- Chau, P. H., Chan, K. C., et Woo, J. (2009). Hot weather warning might help to reduce elderly mortality in Hong Kong. *International Journal of Biometeorology*, 53(5), 461–468. <<https://doi.org/10.1007/s00484-009-0232-5>>
- Cheng, J. J., et Berry, P. (2013). Health co-benefits and risks of public health adaptation strategies to climate change: a review of current literature. *International journal of public health*, 58(2), 305–311. <<https://doi.org/10.1007/s00038-012-0422-5>>
- Chronic Disease Prevention Alliance of Canada. (2017). *Submission to SOCI regarding Bill S-228, An Act to amend the Food and Drugs Act (prohibiting food and beverage marketing directed at children)*. Consulté sur le site: <https://sencanada.ca/content/sen/committee/421/SOCI/Briefs/ChronicDiseasePreventionAlliance_e.pdf>
- Ciscar, J. C., Feyen, L., Soria, A., Lavalle, C., Raes, F., Perry, M., Nemry, F., Demirel, H., Rozsai, M., Dosio, A., Donatelli, M., Srivastava, A., Fumagalli, D., Niemeyer, S., Shrestha, S., Ciaian, P., Himics, M., Van Doorslaer, B., Barrios, S., Ibáñez, N.,... Ibarreta, D. (2014). *Climate Impacts in Europe*. The JRC PESETA II Project. Luxembourg, Luxembourg: Publications Office of the European Union. Consulté sur le site: <<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC87011>>
- City of Toronto. (2019). *City of Toronto Hot Weather Response Framework 2019*. Consulté sur le site: <https://www.toronto.ca/wp-content/uploads/2019/05/9030-2019-HWR-Framework-updated-05-22-19.AODA_.pdf>
- Commito, M. (2018). Six dead, hundreds of homes destroyed: Today's the anniversary of the deadly 1970 tornado. *Sudbury Local News*. Consulté sur le site: <<https://www.sudbury.com/local-news/today-marks-anniversary-of-1970-tornado-699382>>
- Conseil des académies canadiennes (CAC). (2019). *Les principaux risques des changements climatiques pour le Canada : Comité d'experts sur les risques posés par les changements climatiques et les possibilités d'adaptation*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site: <<https://www.rapports-cac.ca/wp-content/uploads/2019/07/Rapport-Les-principaux-risques-des-changements-climatiques-pour-le-Canada.pdf>>



- Crump, J., Jacob, K., King, P., Mangalagu, D., Zickgraf, C., Abiodun, B. J., Armiento, G., Bailey, R., Baker, E., Bowen, K. J., Dankelman, I., Djalante, R., Dutta, M., Hurley, F., Iraola, M. J., Kim, R. E., King, R., Kirilenko, A., dos Santos Lucon, O., Lyne, K., Martino, D., ... Wright, C. Y. (2019). Systemic Policy Approaches for Cross-cutting Issues. In P. Ekins, J. Gupta, et P. Boileau (Eds.), *Global Environment Outlook GEO-6: Healthy Planet, Healthy People* (p. 425-448). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press. Consulté sur le site: <<https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27539>>
- CTV Barrie. (2019). 130 surgeries cancelled at RVH due to A/C malfunction. CTV News. Consulté sur le site: <<https://barrie.ctvnews.ca/130-surgeries-cancelled-at-rvh-due-to-a-c-malfunction-1.4499225>>
- Curtis, S., Fair, A., Wistow, J., Val, D. V., et Oven, K. (2017). Impact of extreme weather events and climate change for health and social care systems. *Environmental Health : A Global Access Science Source*, 16(Suppl 1), 128. <<https://doi.org/10.1186/s12940-017-0324-3>>
- Das, S., et Smith, S. C. (2012). Awareness as an adaptation strategy for reducing mortality from heat waves: evidence from a disaster risk management program in India. *Climate Change Economics*, 3(2), 1250010. <<https://doi.org/10.1142/S2010007812500108>>
- Deas, M., Grannis, J., Hoverter, S., et DeWeese, J. (2017). *Opportunities for equitable adaptation in cities: A workshop summary report*. Washington, DC: Georgetown Climate Centre. Consulté sur le site: <https://www.georgetownclimate.org/files/report/GCC-Opportunities_for_Equitable_Adaptation-Feb_2017.pdf>
- de' Donato, F. K., Leone, M., Scortichini, M., De Sario, M., Katsouyanni, K., Lanki, T., Basagaña, X., Ballester, F., Åström, C., Paldy, A., Pascal, M., Gasparri, A., Menne, B., et Michelozzi, P. (2015). Changes in the Effect of Heat on Mortality in the Last 20 Years in Nine European Cities. Results from the PHASE Project. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(12), 15567–15583. <<https://doi.org/10.3390/ijerph121215006>>
- Demers-Bouffard, D. (2021). *L'adaptation aux changements climatiques dans le réseau de la santé au Québec : les progrès, les facteurs facilitants, les barrières et les besoins*. Institut national de santé publique du Québec. Consulté sur le site <<https://www.inspq.qc.ca/publications/2719-adaptation-changements-climatiques-reseau-sante-quebec>>
- DesMeules, M., et Pong, R. (Éd.). (2006). *Comment se portent les Canadiens vivant en milieu rural? Une évaluation de leur état de santé et des déterminants de la santé*. Ottawa, Ontario: Institut canadien d'information sur la santé. Consulté sur le site: <https://publications.gc.ca/collections/collection_2013/icis-cthi/H118-91-2006-fra.pdf>
- Dodd, W., Scott, P., Howard, C., Scott, C., Rose, C., Cunsolo, A., et Orbinski, J. (2018). Lived experience of a record wildfire season in the Northwest Territories, Canada. *Canadian journal of public health = Revue canadienne de sante publique*, 109(3), 327–337. <<https://doi.org/10.17269/s41997-018-0070-5>>
- Doyle, H., Malim, S., et Tapinder, F. S. (2017). *Climate change and public health in Ontario*. Ontario Public Health Association.
- Drinkwater, R. (2016). Fort McMurray fire: Hospital safely moves all 105 patients. *The Canadian Press*. Consulté sur le site: <<https://www.huffingtonpost.ca/entry/9843450>>
- Dupuis, J., et Biesbroek, R. (2013). Comparing apples and oranges: The dependent variable problem in comparing and evaluating climate change adaptation policies. *Global Environmental Change*, 23(6), 1476-1487. <<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.07.022>>
- Ebi K. L. (2011a). Climate change and health risks: assessing and responding to them through 'adaptive management'. *Health affairs (Project Hope)*, 30(5), 924–930. <<https://doi.org/10.1377/hlthaff.2011.0071>>
- Ebi K. L. (2011b). Resilience to the health risks of extreme weather events in a changing climate in the United States. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(12), 4582–4595. <<https://doi.org/10.3390/ijerph8124582>>
- Ebi, K. L. (2016). Adaptation and resilience. *Public Health Reviews*, 37(17). <<https://doi.org/10.1186/s40985-016-0032-5>>
- Ebi, K. L., et del Barrio, M. O. (2017). Lessons Learned on Health Adaptation to Climate Variability and Change: Experiences Across Low- and Middle-Income Countries. *Environmental Health Perspectives*, 125(6), 065001. <<https://doi.org/10.1289/EHP405>>
- Ebi, K. L., Berry, P., Campbell-Lendrum, D., Cissé, G., Hess, J., Ogden, N., et Schnitter, R. (2019). *Health System Adaptation to Climate Variability and Change*. Washington, DC: University of Washington. Consulté sur le site: <https://gca.org/wp-content/uploads/2020/12/HealthSystemAdaptationToClimateVariabilityandChange_0.pdf>
- Ebi, K. L., Berry, P., Hayes, K., Boyer, C., Sellers, S., Enright, P. M., et Hess, J. J. (2018b). Stress Testing the Capacity of Health Systems to Manage Climate Change-Related Shocks and Stresses. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(11), 2370. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15112370>>
- Ebi, K. L., Boyer, C., Bowen, K. J., Frumkin, H., et Hess, J. (2018a). Monitoring and Evaluation Indicators for Climate Change-Related Health Impacts, Risks, Adaptation, and Resilience. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(9), 1943. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15091943>>



- Ebi, K. L., Boyer, C., Ogden, N., Paz, S., Berry, P., Campbell-Lendrum, D., Hess, J. J., et Woodward, A. (2021). Burning embers: synthesis of the health risks of climate change. *Environmental Research Letters*, 16(4), 044042. doi:10.1088/1748-9326/abeadd
- Ebi, K. L., Hess, J. J., et Isaksen, T. B. (2016c). Using Uncertain Climate and Development Information in Health Adaptation Planning. *Current Environmental Health Reports*, 3(1), 99–105. <<https://doi.org/10.1007/s40572-016-0077-0>>
- Ebi, K. L., Hess, J. J., et Watkiss, P. (2017). Health risks and costs of climate change variability and change. In C. N. Mock, R. Nugent, O. Kobusingye, et K. R. Smith (Eds.), *Injury prevention and environmental health: Disease control priorities* (3rd, ed.). Washington, DC: World Bank Group.
- Ebi, K. L., et Semenza, J. C. (2008). Community-based adaptation to the health impacts of climate change. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(5), 501–507. <<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2008.08.018>>
- Ebi, K. L., Semenza, J. C., et Rocklöv, J. (2016b). Current medical research funding and frameworks are insufficient to address the health risks of global environmental change. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 15(1), 108. <<https://doi.org/10.1186/s12940-016-0183-3>>
- Ebi, K. L., Ziska, L. H., et Yohe, G. W. (2016a). The shape of impacts to come: Lessons and opportunities for adaptation from uneven increases in global and regional temperatures. *Climatic Change*, 139(3), 341–349. <<https://doi.org/10.1007/s10584-016-1816-9>>
- Eckelman, M. J., Sherman, J. D., et MacNeill, A. J. (2018). Life cycle environmental emissions and health damages from the Canadian healthcare system: An economic-environmental-epidemiological analysis. *PLoS Medicine*, 15(7), e1002623. <<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002623>>
- Elliott, S. J., Bisung, E., Mulligan, K., et Wandel, J. (2017). *Assessing Resilience of the Canadian Health System to the Impacts of Climate Change: A Proposed Analytical Framework*. Report prepared for Santé Canada. Ottawa, ON.
- Environics Research Group. (2017). *Public Perceptions of Climate Change – Final Report*. Report Prepared for Santé Canada. Ottawa, ON.
- Environnement et changement climatique Canada (ECCC). (2019). *Données sur les gaz à effet de serre déclarées par les installations*. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changes-climatiques/emissions-gaz-effet-serre/declaration-installations/donnees.html>>
- Environnement et changement climatique Canada (ECCC). (2020). *Science du climat 2050 : Faire progresser la science et le savoir sur les changements climatiques*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site: <https://publications.gc.ca/collections/collection_2020/eccc/En4-414-2020-fra.pdf>
- Eyzaguirre, J., et Warren, F. J. (2014). Adaptation : établir un lien entre la recherche et la pratique. Dans F. J. Warren, et D. S. Lemmen (Éd.), *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation* (pp. 253–286). Ottawa, Ontario: Gouvernement du Canada.
- Ford, J. D., et King, D. (2015). A framework for examining adaptation readiness. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 20, 505–526. <<https://doi.org/10.1007/s11027-013-9505-8>>
- Ford, J. D., Sherman, M., Berrang-Ford, L., Llanos, A., Carcamo, C., Harper, S., Lwasa, S., Namanya, D., Marcello, T., Maillet, M., et Edge, V. (2018). Preparing for the health impacts of climate change in Indigenous communities: The role of community-based adaptation. *Global Environmental Change*, 49, 129–139. <<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.02.006>>
- Fouillet, A., Rey, G., Wagner, V., Laaidi, K., Empereur-Bissonnet, P., Le Tertre, A., ... Hémon, D. (2008). Has the impact of heat waves on mortality changed in France since the European heat wave of summer 2003? A study of the 2006 heat wave. *International Journal of Epidemiology*, 37(2), 309–17. <<https://doi.org/10.1093/ije/dym253>>
- Fraser Basin Council. (2016). *Lower Mainland Flood Management Strategy: Phase 1 Summary Report*. Consulté sur le site: <https://www.fraserbasin.bc.ca/_Library/Water_Flood_Strategy/FBC_LMFMS_Phase_1_Report_Web_May_2016.pdf>
- Friel, S. (2019). *Climate Change and the People's Health* (N. Krieger, Ed). Oxford University Press.
- Friel, S., Bowen, K., Campbell-Lendrum, D., Frumkin, H., McMichael, A. J., et Rasanathan, K. (2011). Climate change, noncommunicable diseases, and development: the relationships and common policy opportunities. *Annual Review of Public Health*, 32, 133–147. <<https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-071910-140612>>
- Frumkin, H. (2011). Bumps on the road to preparedness. *American journal of preventive medicine*, 40(2), 272–273. <<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2010.11.001>>
- Frumkin, H., Hess, J., Luber, G., Malilay, J., et McGeehin, M. (2008). Climate change: the public health response. *American Journal of Public Health*, 98(3), 435–445. <<https://doi.org/10.2105/AJPH.2007.119362>>
- GEP. (2017). *Puerto Rico Crisis – Impact on Healthcare Supplies*. Consulté sur le site: <<https://www.gep.com/mind/blog/puerto-rico-crisis-impact-healthcare-supplies>>



- Glasser, R. (2019). *Special Report: Preparing for the Era of Disasters*. Australian Strategic Policy Institute. Consulté sur le site: <<https://www.aspi.org.au/report/preparing-era-disasters>>
- Global Heat Health Information Network (GHHN). (2018). *Heat health action plans database*. Consulté sur le site: <<https://ghhin.org/heat-action-plans-and-case-studies/>>
- Globe and Mail. (2003). Halifax cleans up after the biggest storm in decades. *The Globe and Mail*. Consulté sur le site: <<https://www.theglobeandmail.com/news/national/halifax-cleans-up-after-biggest-storm-in-decades/article20451342/>>
- Gosselin, P. (2010). Santé des populations. Dans C. DesJarlais, M. Allard, D. Bélanger, A. Blondlot, A. Bouffard, A. Bourque, D. Chaumont, P. Gosselin, D. Houle, C. Larrivée, N. Lease, A. T. Pham, R. Roy, J.-P.
- Gosselin, P., Mehiriz, K., Tardif, I., Lemieux, M.-A., et Beaudoin, S. (2018). *Téléphone santé : un automate d'appel aux résultats prometteurs lors de vagues de chaleur ou de smog*. Institut National de Santé Publique du Québec. Consulté sur le site <<https://www.inspq.qc.ca/bise/telephone-sante-un-automate-d-appel-aux-resultats-prometteurs-lors-de-vagues-de-chaleur-ou-de-smog>>
- Gosselin, P., Bustinza, R. et Bélanger, D. (2021). *Les changements climatiques Abrégé à l'intention des professionnels de la santé*. Institut national de santé publique du Québec. Consulté sur le site <<https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2777-changements-climatiques-abrege-professionnels-sante.pdf>>
- Gould, S., et Rudolph, L. (2015). Challenges and Opportunities for Advancing Work on Climate Change and Public Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(12), 15649–15672. <<https://doi.org/10.3390/ijerph121215010>>
- Gouvernement du British Columbia. (2019). *Carbon Neutral Government Program Requirements*. Consulté sur le site: <<https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/climate-change/public-sector/carbon-neutral>>
- Gouvernement du Canada. (2015). *Véhicules et carburants plus propres pour la population canadienne - Normes définitives du groupe 3 visant les véhicules et les carburants*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/nouvelles/archive/2015/07/vehicules-carburants-plus-propres-population-canadienne-normes-definitives-groupe-3-visant-vehicules-carburants.html>>
- Gouvernement du Canada. (2016). *Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site: <https://publications.gc.ca/collections/collection_2017/eccc/En4-294-2016-fra.pdf>
- Gouvernement du Canada. (2017). *Septième communication nationale sur les changements climatiques et troisième rapport biennal du Canada : mesures prises pour mettre en œuvre les engagements du Canada sous la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site: <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.846640/publication.html>>
- Gouvernement du Canada. (2019). *Les changements climatiques et la santé : Effets sur la santé*. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/changements-climatiques-sante.html>>
- Gouvernement du Canada. (2020a). *Programme sur le changement climatique et l'adaptation du secteur de la santé*. Consulté sur le site: <<https://www.sac-isc.gc.ca/fra/1536238477403/1536780059794>>
- Gouvernement du Canada. (2020b). *Un environnement sain et une économie saine: Le plan climatique renforcé du Canada pour créer des emplois et soutenir la population, les communautés et de la planète*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/services/environnement/meteo/changementsclimatiques/plan-climatique/survol-plan-climatique/environnement-sain-economie-saine.html>>
- Gouvernement du Canada. (2021). Émissions de gaz à effet de serre: facteurs et incidences. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/indicateurs-environnementaux/emissions-gaz-effet-serre-facteurs-incidences.html>>
- Gouvernement du Nouveau Brunswick. (2012). *Détails sur l'inondation - 2012-03-23 - 2012-03-25*. Consulté sur le site: <<https://www.elgegl.gnb.ca/0001/fr/Inondation/D%C3%A9tails/322>>
- Gouvernement du Nouveau Brunswick. (2018). *Les travaux d'amélioration à l'hôpital de Perth-Andover sont presque finis*. Consulté sur le site: <<https://www2.snb.ca/content/gnb/fr/nouvelles/communiqu%C3%A9.2018.05.0629.html>>
- Gouvernement du Québec. (2012a). *Le Québec en action : Vert 2020 – Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques*. Québec, Qc. Consulté sur le site : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/plan_action/pacc2020.pdf>
- Gouvernement du Québec. (2012b). *Le Québec en action: Vert 2020 – Stratégie gouvernementale d'adaptation aux changements climatiques 2013-2020*. Québec, Qc. Consulté sur le site: <https://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/plan_action/strategie-adaptation2013-2020.pdf>
- Green, S., Kim, S., Gaudet, M., et Cheung, E. (2018). Doctor's prescription for cycling. *Canadian family Physician Medecin de Famille Canadien*, 64(10), 715–716.



- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2014). *Climate change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Core Writing Team, R. K. Pachauri et L. A. Meyer, Eds.). Geneva, Switzerland.
- Guilbault, S., Kovacs, P., Berry, P., et Richardson, G. R. A. (2016). *Les villes s'adaptent à la chaleur accablante: Célébrer le leadership local. Institut de prévention des sinistres catastrophiques*. Consulté sur le site: <https://www.iclr.org/wp-content/uploads/2018/04/Cities-Adapt-to-Extreme-Heat_FR_PDF.pdf>
- Hackett, F., Got, T., Kitching, G. T., MacQueen, K., et Cohen, A. (2020). Training Canadian doctors for the health challenges of climate change. *The Lancet. Planetary health*, 4(1), e2–e3. <[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30242-6](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30242-6)>
- Haines, A., et Ebi, K. (2019). The Imperative for Climate Action to Protect Health. *The New England Journal of Medicine*, 380(3), 263–273. <<https://doi.org/10.1056/NEJMra1807873>>
- Haines, A., McMichael, A. J., Smith, K. R., Roberts, I., Woodcock, J., Markandya, A., Armstrong, B. G., Campbell-Lendrum, D., Dangour, A. D., Davies, M., Bruce, N., Tonne, C., Barrett, M., et Wilkinson, P. (2009). Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: overview and implications for policy makers. *Lancet (London, England)*, 374(9707), 2104–2114. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61759-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61759-1)>
- Hamilton, I., Kennard, H., McGushin, A., Höglund-Isaksson, L., Kiesewetter, G., Lott, M., Milner, J., Purohit, P., Rafaj, P., Sharma, R., Springman, M., Woodcock, J., et Watts, N. (2021). The public health implications of the Paris Agreement: a modelling study. *Lancet Planetary Health*, 5(2), e74–e83. <[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30249-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30249-7)>
- Hathaway, J., et Maibach, E. W. (2018). Health Implications of Climate Change: a Review of the Literature About the Perception of the Public and Health Professionals. *Current Environmental Health Reports*, 5(1), 197–204. <<https://doi.org/10.1007/s40572-018-0190-3>>
- Health Care Climate Council. (2018). *Climate action: A playbook for hospitals*. Consulté sur le site: <<https://climatecouncil.noharm.org/>>
- Health Care Without Harm. (2018). *Safe haven: Protecting lives and margins with climate-smart health care*. Consulté sur le site: <<https://noharm-uscanada.org/sites/default/files/documents-files/5146/Safe%20Haven.pdf>>
- Health Care Without Harm et ARUP. (2019). *Health Care's Climate Footprint: How the Health Sector Contributes to the Global Climate Crisis and Opportunities for Action*. Consulté sur le site: <https://noharm-global.org/sites/default/files/documents-files/5961/HealthCaresClimateFootprint_092319.pdf>
- Hess, J. J., et Ebi, K. L. (2016). Iterative management of heat early warning systems in a changing climate. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1382(1), 21–30.
- Hess, J., Lm, S., Knowlton, K., Saha, S., Dutta, P., Ganguly, P., Tiwari, A., Jaiswal, A., Sheffield, P., Sarkar, J., Bhan, S., Begda, A., Shah, T.A., Solanki, B., et Mavalankar, D. (2018). Building Resilience to Climate Change: Pilot Evaluation of the Impact of India's First Heat Action Plan on All-Cause Mortality. *Journal of Environmental and Public Health*, 2018(9). <<https://doi.org/10.1155/2018/7973519>>
- Heudorf, U., et Schade, M. (2014). Heat waves and mortality in Frankfurt am Main, Germany, 2003-2013: what effect do heat-health action plans and the heat warning system have?. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 47(6), 475–482. <<https://doi.org/10.1007/s00391-014-0673-2>>
- Hill, J. (2012). *Analysis of Climate Change and Health-Promotion Campaigns in Relation to Heat-Health Messages*. Report prepared for Santé Canada. Ottawa, ON.
- Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M., Bindi, M., Brown, S., Camilloni, I., Dieghiou, A., Djalante, R., Ebi, K. L., Engelbrecht, F., Guiot, J., Hijjoka, Y., Mehrotra, S., Payne, A., Seneviratne, S. I., Thomas, A., Warren, R., et Zhou, G. (2018). Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems. In V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, et T. Waterfield (Eds.), *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Holubec, I. (2008). *Flat Loop Thermosyphon Foundations in Warm Permafrost*. Prepared for Gouvernement du the NT Asset Management Division Public Works and Services and Climate Change Vulnerability Assessment Canadian Council of Professional Engineers. Consulté sur le site: <https://pievc.ca/sites/default/files/appendix_b.6_northwest_territories_thermosyphon_foundations.pdf>
- Hondula, D. M., Balling, R. C., Vanos, J. K., et Georgescu, M. (2015). Rising Temperatures, Human Health, and the Role of Adaptation. *Current Climate Change Reports*, 1(3), 144–154. <<https://doi.org/10.1007/s40641-015-0016-4>>
- Howard, C., Rose, C., et Hancock, T. (2017). *Lancet countdown 2017 report: Briefing for Canadian policymakers*. Lancet Countdown, Canadian Medical Association, and Canadian Public Health Association. Consulté sur le site: <https://www.cpha.ca/sites/default/files/uploads/advocacy/2017_lancet_canada_brief.pdf>



- Howard, C., Rose, C., et Rivers, N. (2018). *Lancet countdown 2018 report: Briefing for Canadian policymakers*. Lancet Countdown, Canadian Medical Association, and Canadian Public Health Association. Consulté sur le site: <<https://cape.ca/wp-content/uploads/2018/11/2018-Lancet-Countdown-Policy-Brief-Canada.pdf>>
- Huang, C., Vaneckova, P., Wang, X., Fitzgerald, G., Guo, Y., et Tong, S. (2011). Constraints and barriers to public health adaptation to climate change: a review of the literature. *American Journal of Preventive Medicine*, 40(2), 183–190. <<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2010.10.025>>
- Huang, C., Barnett, A. G., Xu, Z., Chu, C., Wang, X., Turner, L. R., et Tong, S. (2013). Managing the health effects of temperature in response to climate change: challenges ahead. *Environmental Health Perspectives*, 121(4), 415–419. <<https://doi.org/10.1289/ehp.1206025>>
- Hunt, A., Ferguson, J., Baccini, M., Watkiss, P., et Kendrovski, V. (2017) Climate and weather service provision: Economic appraisal of adaptation to health impacts. *Climate Services*, 7, 78–86. <<https://doi.org/10.1016/j.cliser.2016.10.004>>
- Hutton, G., et Menne, B. (2014). Economic evidence on the health impacts of climate change in Europe. *Environmental Health Insights*, 8, 43–52. <<https://doi.org/10.4137/EHI.S16486>>
- Institut canadien sur les choix climatiques (ICCC). (2021). *Les coûts des changements climatiques pour la santé : Comment le Canada peut s'adapter, se préparer et sauver des vies*. Consulté sur le site: <<https://choixclimatiques.ca/reports/les-couts-des-changements-climatiques-pour-la-sante/>>
- Institut canadien d'information sur la santé (ICIS). (2018). *Statistiques éclair*. Consulté sur le site: <<https://www.cih.ca/fr/statistiques-eclair>>
- Interior Health. (2017). *@Interior Health: A publication for staff and physicians of IH*.
- Janssen I. (2012). Health care costs of physical inactivity in Canadian adults. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquée, Nutrition et Métabolisme*, 37(4), 803–806. <<https://doi.org/10.1139/h2012-061>>
- Jarrett, J., Woodcock, J., Griffiths, U. K., Chalabi, Z., Edwards, P., Roberts, I., et Haines, A. (2012). Effect of increasing active travel in urban England and Wales on costs to the National Health Service. *Lancet (London, England)*, 379(9832), 2198–2205. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60766-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60766-1)>
- Jay, O., Capon, A., Berry, P., Broderick, C., de Dear, R., Havenith, G., Honda, Y., Kovats, R.S., Ma, W., Malik, A., Morris, N.B., Nybo, L., Seneviratne, S.I., Vanos, J., Ebi, K.L. Heat and Health 2 - Reducing the health effects of hot weather and heat extremes: from personal cooling strategies to green cities. *The Lancet*. Vol 398: 709–24. <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34419206/>>
- Kennedy, E., Olsen, H., Vanos, J., Vecellio, D. J., Desat, M., Richters, K., Rutledge, A., et Richardson, G. (2021). Reimagining spaces where children play: developing guidance for thermally comfortable playgrounds in Canada. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne de Santé Publique*, 112(4), 706–713. <<https://doi.org/10.17269/s41997-021-00522-7>>
- Kidd, S. A., Greco, S. et McKenzie, K. (2020). Global Climate Implications for Homelessness: A Scoping Review. *Journal of Urban Health*, 98, 385-393. <<https://doi.org/10.1007/s11524-020-00483-1>>
- Kigali Cooling Efficiency Program. (2018). *Global Climate Impact from Hospital Cooling*. Consulté sur le site: <<https://www.climateworks.org/wp-content/uploads/2018/11/kigali-ceo-global-hospital-cooling-report.pdf>>
- King, N., Bishop-Williams, K. E., Beauchamp, S., Ford, J. D., Berrang-Ford, L., Cunsolo, A., IHACC Research Team., et Harper, S. L. (2019). How do Canadian media report climate change impacts on health? A newspaper review. *Climatic Change*, 152, 581-596. <<https://doi.org/10.1007/s10584-018-2311-2>>
- Knowledge Management. (2018). *Towards a Pan-Canadian surveillance system for climate-related health indicators: Final report*. Kingston, ON: KFLetA Public Health.
- Kodjak, A. (2017). Hurricane Damage To Manufacturers In Puerto Rico Affects Mainland Hospitals, Too. *National Public Radio*. Consulté sur le site: <<https://www.npr.org/sections/health-shots/2017/11/15/564203110/hurricane-damage-to-manufacturers-in-puerto-rico-affects-mainland-hospitals-too>>
- Kolnick, L. (2016). *Analysis of a decade of climate change and health research in Canada: Are researchers making progress in addressing identified knowledge gaps?*. Report prepared for Santé Canada.
- Kovacs, P., Guilbault, S., Darwish, L., et Comella, M. (2018). *Les villes s'adaptent aux phénomènes météorologiques extrêmes: Célébrer le leadership local. Institut de prévention des sinistres catastrophiques*. Consulté sur le site: <https://www.iclr.org/wp-content/uploads/2020/09/Cities-Adapt-EW_French_Revisee_Complete.pdf>
- Kovacs, P., Guilbault, S., Lambert, E., et Kovacs, R. (2020). *Cities adapt to extreme wildfires: Celebrating local leadership. Institute for Catastrophic Loss Reduction*. Consulté sur le site: <https://www.iclr.org/wp-content/uploads/2020/12/Cities-Adapt-to-Extreme-WILDFIRES_Final_Dec19.pdf>
- Kovats, S., Lloyd, S., Hunt, A., et Watkiss, P. (2011). *The Impacts and Economic Costs on Health in Europe and the Costs and Benefits of Adaptation*. Technical Policy Briefing Note Series. Oxford, United Kingdom: Stockholm Environment Institute.



- KPMG. (2017). *May 2016 Wood Buffalo Wildfire Post-Incident Assessment Report. Report prepared for Alberta Emergency Management Agency*. Prepared for Alberta Emergency Management Agency. Consulté sur le site: <<https://www.alberta.ca/assets/documents/Wildfire-KPMG-Report.pdf>>
- Kuchmij, N., Berry, P., Enright, P., Schnitter, R., et Hamilton, S. (2020). *Climate and Health Vulnerability et Adaptation Assessments: A Knowledge to Action Resource Guide*. Ottawa, ON: Santé Canada.
- Kysely, J., et Plavcová, E. (2012). Declining impacts of hot spells on mortality in the Czech Republic, 1986–2009: Adaptation to climate change? *Climatic Change*, 113, 437–453.
- L'Héroult, E., Michel, A., Fortier, D., Carbonneau, A.-S., Doyon-Robitaille, J., Lachance, M.-P., Ducharme, M.-A., Larrivée, K., Grandmont, K., et Lemieux, C. (2013). *Production de cartes prédictives des caractéristiques du pergélisol afin de guider le développement de l'environnement bâti pour les communautés du Nunavik*. Rapport final. Québec, QC : Centre d'études nordiques, Université Laval.
- Lambert, S. (2018). Judge approves \$90M settlement for flooded Manitoba First Nations. *CBC News*. Consulté sur le site: <<https://www.cbc.ca/news/canada/manitoba/manitoba-first-nations-flooding-settlement-1.4482353>>
- Larrivée, C., Sinclair-Désagné, N., Da Silva, L., Revéret, J. P., et Desjarlais, C. (2015). *Évaluation des impacts des changements climatiques et de leurs coûts pour le Québec et l'État québécois*.
- Rapport d'étude. Montréal, QC: Ouranos. Consulté sur le site <<https://www.environnement.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/evaluation-impacts-cc-couts-qc-etat.pdf>>
- La Banque mondiale. (2017). *Climate-smart health care: Low-carbon and resilience strategies for the health sector*. Washington, DC. Consulté sur le site: <<https://documents1.worldbank.org/curated/en/322251495434571418/pdf/113572-WP-PUBLIC-FINAL-WBG-Climate-smart-Healthcare-002.pdf>>
- Lebel, G., Dubé, M., et Bustinza, R. (2019). *Surveillance des impacts des vagues de chaleur extrême sur la santé au Québec à l'été 2018*. Institut National De Santé Publique du Québec. Consulté sur le site <<https://www.inspq.qc.ca/bise/surveillance-des-impacts-des-vagues-de-chaleur-extreme-sur-la-sante-au-quebec-l-ete-2018>>
- Lee, V., Zermoglio, F., Ebi, K. L., et Chemonics International Inc. (2019). *Heat Waves and Human Health: Emerging Evidence and Experience to Inform Risk Management in a Warming World*. United States Agency for International Development. Consulté sur le site: <https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/2019_USAID-ATLAS_Heat-Waves-and-Human-Health.pdf>
- Legassic, A. (2018). Interior Health facilities filling up with wildfire evacuated patients. *Info News*. Consulté sur le site: <<https://infotel.ca/newsitem/interior-health-facilities-filling-up-with-wildfire-evacuated-patients/it44209>>
- Le programme du Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques (CVIIP). (n.d.). *The Protocol*. Consulté sur le site: <<https://pievc.ca/protocol>>
- Lesnikowski, A., Ford, J., Berrang-Ford, L., Paterson, J., Barrera, M., et Heymann, S. (2011). Adapting to health impacts of climate change: A study of UNFCCC Annex I parties. *Environmental Research Letters*, 6(4), 044009. doi:10.1088/1748-9326/6/4/044009
- Levison, M. M., Butler, A. J., Rebellato, S., Armstrong, B., Whelan, M., et Gardner, C. (2018). Development of a Climate Change Vulnerability Assessment Using a Public Health Lens to Determine Local Health Vulnerabilities: An Ontario Health Unit Experience. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(10), 2237. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15102237>>
- Limaye, V. S., Max, W., Conobile, J., et Knowlton, K. (2019). Estimating the health-related costs of 10 climate-sensitive U.S. events during 2012. *GeoHealth*, 3(9), 245-265. <<https://doi.org/10.1029/2019GH000202>>
- Lower Mainland Facilities Management. (2020). *Moving towards climate resilient health facilities for Vancouver Coastal Health*. Consulté sur le site: <https://bcgreencare.ca/system/files/resource-files/VCH_ClimateReport%2BAppendices_Final_181025.pdf>
- Luehr, G. (2018). *Health co- 'benefits' and 'risks' in climate change mitigation technologies and policies: A review for Canada*. Report Prepared for Santé Canada.
- MacIntyre, E., Khanna, S., Darychuk, A., Copes, R., et Schwartz, B. (2019). Evidence synthesis - Evaluating risk communication during extreme weather and climate change: a scoping review. *Health Promotion and Chronic Disease Prevention in Canada : Research, Policy and Practice*, 39(4), 142–156. <<https://doi.org/10.24095/hpcdp.39.4.06>>
- Maguet, S. (2020). *Climate change and health: A research agenda for BC*. Consulté sur le site: <<https://shiftcollaborative.ca/wp-content/uploads/2020/05/Adaptation-Canada-2020-Climate-Change-and-Health-Dialogue-Report.pdf>>
- Maibach, E. (2019). Increasing public awareness and facilitating behavior change: Two guiding heuristics. In L. Hannah et T. Lovejoy (Eds.), *Climate Change and Biodiversity* (2nd ed.) Yale University Press.
- Man, R. X., Lack, D. A., Wyatt, C. E., et Murray, V. (2018). The effect of natural disasters on cancer care: a systematic review. *The Lancet. Oncology*, 19(9), e482–e499. <[https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(18\)30412-1](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(18)30412-1)>



- Martinez, G. S., Berry, P., Balbus, J., Hodgson, T., Salazar, M., Sellers, S., et Hess, J. (2018). The adaptation health gap: A global overview. In H. Neufeldt, G. S. Martinez, A. Olhoff, C. Knudsen, et K. Dorkenoo (Eds.), *The Adaptation Gap Health Report*. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme (UNEP). Consulté sur le site: <<https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2018>>
- Martinez, G. S., Linares, C., Ayuso, A., Kendrovski, V., Boeckmann, M., et Diaz, J. (2019). Heat-health action plans in Europe: Challenges ahead and how to tackle them. *Environmental Research*, 176, 108548. <<https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108548>>
- Matthies, F., Bickler, G., Marin, N. C., et Hales, S. (Eds.). (2008). *Heat health action plan guidance*. World Health Organization Europe. Consulté sur le site: <http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/95919/E91347.pdf?ua=1>
- McGregor, G. R., Bessemoulin, P., Ebi, K., et Menne B. (Eds.). (2015). *Heatwaves and Health: Guidance on Warning-System Development*. World Meteorological Organization and World Health Organization. Consulté sur le site: <https://www.who.int/globalchange/publications/WMO_WHO_Heat_Health_Guidance_2015.pdf?ua=1>
- Mehiriz, K., et Gosselin, P. (2019). Evaluation of the Impacts of a Phone Warning and Advising System for Individuals Vulnerable to Smog. Evidence from a Randomized Controlled Trial Study in Canada. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(10), 1817. <<https://doi.org/10.3390/ijerph16101817>>
- Mehiriz, K., Gosselin, P., Tardif, I., et Lemieux, M. A. (2018). The Effect of an Automated Phone Warning and Health Advisory System on Adaptation to High Heat Episodes and Health Services Use in Vulnerable Groups-Evidence from a Randomized Controlled Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(8), 1581. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15081581>>
- Michelozzi, P., De Sario, M., Accetta, G., de'Donato, F., Kirchmayer, U., D'Ovidio, M., Perucci, C. A., et HHWWS Collaborative Group (2006). Temperature and summer mortality: geographical and temporal variations in four Italian cities. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 60(5), 417–423. <<https://doi.org/10.1136/jech.2005.040857>>
- Miller, F., Bytautas, J.P., et Feng, P. (2018). *Opportunities for engaging Canadian health systems in addressing the challenge of climate change*. Consulté sur le site: <<https://ssrn.com/abstract=3167088>>
- Missirian, A., et Schlenker, W. (2017). Asylum applications respond to temperature fluctuations. *Science (New York, N.Y.)*, 358(6370), 1610–1614. <<https://doi.org/10.1126/science.aao0432>>
- MNP LLP. (2013). *Review and Analysis of the Gouvernement du Alberta's Response to and Recovery from the 2013 Floods*. Report prepared for the Alberta Emergency Management Agency and the Gouvernement du Alberta. Consulté sur le site: <<https://open.alberta.ca/dataset/48bd39ee-2a5a-4846-944d-6004e0a8a498/resource/8404f003-1bde-49d9-a953-d37e0d671dac/download/2013-flood-response-report.pdf>>
- Morabito, M., Profili, F., Crisci, A., Francesconi, P., Gensini, G. F., et Orlandini, S. (2012). Heat-related mortality in the Florentine area (Italy) before and after the exceptional 2003 heat wave in Europe: an improved public health response?. *International journal of biometeorology*, 56(5), 801–810. <<https://doi.org/10.1007/s00484-011-0481-y>>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM). (2018). *Protecting the health and well-being of communities in a changing climate: Proceedings of a workshop*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Health Service. (2016). *NHS and health and care sector hit first target on climate change – but more testing goals are to come*. Consulté sur le site: <<https://www.england.nhs.uk/2016/01/climate-change/>>
- National Intelligence Council (NIC). (2016). *Implications for US National Security of Anticipated Climate Change*. Consulté sur le site: <https://www.dni.gov/files/documents/Newsroom/Reports%20and%20Pubs/Implications_for_US_National_Security_of_Anticipated_Climate_Change.pdf>
- Noble, I. R., Huq, S., Anokhin, Y. A., Carmin, J., Goudou, D., Lansigan, F. P., Osman-Elasha, B., et Villamizar, A. (2014). Adaptation needs and options. In C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, et L. L. White (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Northern Health. (2018a). *2017 Cariboo Wildfires: Northern Health After Action Report*. Prince George, BC: Northern Health Emergency Management. Consulté sur le site: <<https://physicians.northernhealth.ca/sites/physicians/files/news/documents/2018/after-action-review-report-cariboo-wildfires-2017.pdf>>
- Northern Health. (2018b). *Stuart Lake Hospital (Fort St. James) - advance patient transfers*. Consulté sur le site: <<https://www.northernhealth.ca/newsroom/stuart-lake-hospital-fort-st-james-advance-patient-transfers>>
- Northern Health. (2018c). *Wildfires, heart health and hospital projects: NH Board meeting highlights*. Consulté sur le site: <<https://www.northernhealth.ca/newsroom/wildfires-heart-health-and-hospital-projects-nh-board-meeting-highlights?keys=2018%20wildfire#>>



- Nova Scotia. (2003). *A Report on emergency response to Hurricane Juan*. Consulté sur le site: <https://www.halifaxaminer.ca/wp-content/uploads/2019/09/report_on_the_emergency_response_to_hurricane_juan.pdf>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2009). *Protecting health from climate change: Global research priorities*. Geneva, Switzerland. Consulté sur le site: <<https://www.afro.who.int/publications/protecting-health-climate-change-global-research-priorities>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2010). *Protéger la santé dans un environnement mis à mal par le changement climatique : Cadre d'action régional européen*. Copenhagen, Danemark. Consulté sur le site: <https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/95883/Parma_EH_Conf_fd0c06rev1.pdf>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2013). *Protéger la santé face au changement climatique: évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation*. Consulté sur le site: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/151810>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2015). *Cadre opérationnel pour renforcer la résilience des systèmes de santé face au changement climatique*. Genève, Suisse. Consulté sur le site : <<https://www.who.int/fr/publications/i/item/operational-framework-for-building-climate-resilient-health-systems>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2018a). *WHO UNFCCC Climate Health Country Profile Project—Monitoring Health Impacts of Climate Change and Progress in Building Climate Resilient Health Systems*.
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2018b). *Changement climatique et santé*. Consulté sur le site: <<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2018c). *COP24 Special Report: Health and Climate Change*. Consulté sur le site: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/276405/9789241514972-eng.pdf>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2019). *2018 WHO health and climate change survey report: Tracking global progress*. Consulté sur le site: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/329972>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2020). *Établissements de Santé Résilients Face au Changement Climatique et Écologiquement Viables - Orientations de l'OMS*. Genève, Suisse. Consulté sur le site: <<https://www.who.int/fr/publications/i/item/climate-resilient-and-environmentally-sustainable-health-care-facilities>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2021). *Critères de qualité Applicables aux Plans Nationaux d'Adaptation du Secteur de la Santé*. Genève, Suisse. Consulté sur le site: <<https://www.who.int/fr/publications/i/item/quality-criteria-health-national-adaptation-plans>>
- Organisation mondiale de la santé (OMS), et La Banque mondiale (2018). *Methodological guidance: Climate change and health diagnostic. Country-based approach for assessing risks and investing in climate-smart health systems*. Consulté sur le site: <<https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/552631515568426482/a-country-based-approach-for-assessing-risks-and-investing-in-climate-smart-health-systems>>
- Paavola, J. (2017). Health impacts of climate change and health and social inequalities in the UK. *Environmental Health*, 16, 113. <<https://doi.org/10.1186/s12940-017-0328-z>>
- Panditharatne, M. (2018). *Six Months After Maria: Puerto Rico's Growing Health Crisis*. Natural Resource Defense Council. Consulté sur le site: <<https://www.nrdc.org/experts/mekela-panditharatne/six-months-after-maria-puerto-ricos-growing-health-crisis>>
- Paterson, J. A., Ford, J. D., Berrang-Ford, L., Lesnikowski, A., Berry, P., Henderson, J., et Heymann, J. (2012). Adaptation to climate change in the Ontario public health sector. *BMC Public Health*, 12, 452. <<https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-452>>
- Paterson, J., Berry, P., Ebi, K., et Varangu, L. (2014). Health care facilities resilient to climate change impacts. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(12), 13097–13116. <<https://doi.org/10.3390/ijerph111213097>>
- Patz, J. A., et Thomson, M. C. (2018). Climate change and health: Moving from theory to practice. *PLoS Medicine*, 15(7), e1002628. <<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002628>>
- Perotta, K. (Ed.). (2019). *Boîte à outils sur les changements climatiques pour les professionnels de la santé*. Association Canadienne des Médecins pour l'Environnement (ACME). Consulté sur le site: <<https://cape.ca/boite-a-outils-sur-les-changements-climatiques-pour-les-professionnels-de-la-sante/>>
- Philip, S. Y., Kew, S. F., van Oldenborgh, G. J., Yang, W., Vecchi, G. A., Anslow, F. S., Li, S., Seneviratne, S. I., Luu, L. N., Arrighi, J., Singh, R., van Aalst, M., Hauser, M., Schumacher, D. L., Marghidan, C. P., Ebi, K. L., Bonnet, R., Vautard, R., Tradowsky, J., ... Otto, F. E. L., (2021). *Rapid attribution analysis of the extraordinary heatwave on the Pacific Coast of the US and Canada June 2021*. Consulté sur le site: <<https://www.ecodebate.com.br/wp-content/uploads/2021/07/20210707-rapid-attribution-analysis-of-the-extraordinary-heatwave-on-the-pacific-coast-of-the-us-and-canada-june-2021.pdf>>
- Pichler, P. P., Jaccard, I. S., Weisz, U., et Weisz, H. (2019). International comparison of health care carbon footprints *Environmental Research Letters*, 14(6), 064004. <[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30121-2](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30121-2)>
- Poitras, A. (2018). *Les vagues de chaleur extrême au Québec*. Consulté sur le site: <<https://donneesclimatiques.ca/etude-de-cas/les-vagues-de-chaleur-extreme-au-quebec/>>



- Presse Canadienne. (2017). Quebec floods: Long wait for some patients forced out by water. *Montreal Gazette*. Consulté sur le site: <<https://montrealgazette.com/news/local-news/quebec-floods-long-wait-for-some-hospital-patients-forced-out-by-water>>
- Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). (2018). *The Adaptation Gap Report 2018*. Nairobi, Kenya. Consulté sur le site: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27114/AGR_2018.pdf?sequence=3>
- RDH Building Science. (2018). *Nanaimo Regional General Hospital Climate Change Vulnerability Assessment Report*. Consulté sur le site: <<https://pievc.ca/sites/default/files/nrgh-pievc-climate-change-vulnerability-assessment-report-e.pdf>>
- Ribesse, J., et Varangu, L. (2019). *Boîte à outils sur les changements climatiques pour les professionnels de la santé: Module 6 – Contre les changements climatiques dans les établissements de soins de santé*. Association canadienne des médecins pour l'environnement (ACME). Consulté sur le site: <<https://cape.ca/wp-content/uploads/2019/04/Overall-Climate-Toolkit-FR-April-2019.pdf>>
- Roffel, B. (2021). BC's heat wave likely contributed to 719 sudden deaths in a week, coroner says – triple the usual number. *CBC News*. Consulté sur le site: <<https://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/heat-wave-719-deaths-1.6088793>>
- Roles, A. (2013). *Southern Alberta Flood*. Presented to the Canadian Healthcare Network.
- Santé Canada. (1999). CAPITALizing on Science: Report of a Workshop on Climate Change, Science and Health. *Canadian Journal of Public Health*.
- Santé Canada. (2001). *How will climate change affect priorities for your health science and policy research?* [Conference]. First annual national health and climate change science and policy research consensus conference. Ottawa, ON.
- Santé Canada. (2004). *Climate change and health: Research report*. Ottawa, ON.
- Santé Canada. (2012). *Élaboration de systèmes d'avertissement et d'intervention en cas de chaleur afin de protéger la santé : Guide des pratiques exemplaires*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/changement-climatique-sante/elaboration-systemes-avertissement-intervention-cas-chaleur-afin-protger-sante-guide-pratiques-exemplaires.html>>
- Santé Canada. (2019a). *ADAPTATIONSanté*. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/programmes/adaptation-sante.html>>
- Santé Canada. (2020a). *Il fait vraiment trop chaud! Protégez-vous du temps très chaud*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/trop-chaud-rotegez-vous-temps-chaud.html>>
- Santé Canada. (2020b). *Gardez les enfants à l'abri de la chaleur! Protégez votre enfant de la chaleur accablante*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/gardez-enfants-abri-chaleur-accablante.html>>
- Santé Canada. (2020c). *Vous êtes actif quand il fait chaud. Vous êtes à risque! Protégez-vous du temps très chaud*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/changement-climatique-sante/vous-etes-actif-quand-fait-chaud-vous-etes-risque-rotegez-vous-temps-tres-chaud-feuillet-2011-sante-canada.html>>
- Santé Canada. (2020d). *Réduire les îlots de chaleur urbains pour protéger la santé au Canada. Introduction pour les professionnels de la santé publique*. Ottawa, Ontario. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/services/sante/publications/vie-saine/reduire-ilots-chaleur-urbains-protger-sante-canada.html>>
- Santé Canada. (2021). *Chaleur accablante et santé humaine : Information à l'intention des pharmaciens et des techniciens en pharmacie*. Consulté sur le site : <<https://www.canada.ca/content/dam/hc-sc/documents/services/publications/healthy-living/extreme-heat-human-health-pharmacists-technicians/extreme-heat-human-health-pharm-tech-fra.pdf>>
- Savard, R. Turcotte, et C. Villeneuve (Éd.), *Savoir s'adapter aux changements climatiques*. Montréal, Qc: Ouranos. Consulté sur le site: <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportDesjarlais2010_FR.pdf>
- Sécurité publique Canada (SPC). (2017). *Un cadre de sécurité civile pour le Canada - Troisième édition*. Ottawa, Ontario: Direction générale des politiques de gestion d'urgence. Consulté sur le site: <<https://www.securitepublique.gc.ca/cnt/rsrscs/pblctns/2017-mrgnc-mngmnt-fmwrk/2017-mrgnc-mngmnt-fmwrk-fr.pdf>>
- Schifano, P., Leone, M., De Sario, M., de'Donato, F., Bargagli, A. M., D'Ippoliti, D., Marino, C., et Michelozzi, P. (2012). Changes in the effects of heat on mortality among the elderly from 1998-2010: results from a multicenter time series study in Italy. *Environmental Health : A Global Access Science Source*, 11, 58. <<https://doi.org/10.1186/1476-069X-11-58>>
- Scott, D., Minano, A., Chakraborty, L., Henstra, D., Thistlethwaite, J., et Apajee, Y. (2020). *Flood risk analysis of Canadian health and emergency infrastructure*. Climate Risk Research Group, University of Ottawa.
- Séguin, J. (éd.). (2008). *Santé et changements climatiques: évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada*. Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.635906/publication.html>>
- Sellers, S., et Ebi, K. L. (2017). Climate change and health under the shared socioeconomic pathway framework. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(1), 3. <<https://doi.org/10.3390/ijerph15010003>>



- Services aux Autochtones Canada (SAC). (2019). Voix des communautés sur le changement climatique et l'adaptation du secteur de la santé dans le Nord du Canada_Ottawa, Ontario. Consulté sur le site: <<https://fr.climatetelling.info/uploads/2/5/6/1/25611440/19-012-climate-change-c2-fra-r1.pdf>>
- Shah, C., Ford, J., Labbe, J., et Flynn, M. (2018). Adaptation policy et practice in Nunavik. OURANOS. Consulté sur le site: <<https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportFord2018.pdf>>
- Shapiro, L. T., Gater, D. R., Jr, Espinel, Z., Kossin, J. P., Galea, S., et Shultz, J. M. (2020). Preparing individuals with spinal cord injury for extreme storms in the era of climate change. *EClinicalMedicine*, 18, 100232. <<https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2019.12.002>>
- Sheridan, S. C., et Allen, M. J. (2018). Temporal trends in human vulnerability to excessive heat. *Environmental Research Letters*, 13(4), 043001. <<https://doi.org/10.1088/1748-9326/aab214>>
- Sheridan, S. C., et Dixon, P. G. (2016). Spatiotemporal trends in human vulnerability and adaptation to heat across the United States. *Anthropocene*, 20, 61-73. <<https://doi.org/10.1016/j.ancene.2016.10.001>>
- Shin, Y. S., et Ha, J. (2012). Policy Directions Addressing the Public Health Impact of Climate Change in South Korea: The Climate-change Health Adaptation and Mitigation Program. *Environmental Health and Toxicology*, 27, e2012018. <<https://doi.org/10.5620/eht.2012.27.e2012018>>
- Shindell, D.T., Lee, Y., et Faluveg, G. (2016). Climate and health impacts of US emissions reductions consistent with 2°C. *Nature Climate Change*, 6(5), 503-507. doi:10.1038/nclimate2935, 2016.
- Shindell, D. T., Faluvegi, G., Seltzer, K., et Shindell C. (2018). Quantified, localized health benefits of accelerated carbon dioxide emission reductions. *Nature Climate Change*, 8(4), 291-295. doi:10.1038/s41558-018-0108-y
- Shumake-Guillemot, J., Amir, S., Anwar, N., Arrighi, J., Böse-O'Reilly, S., Brearley, M., Cross, J., Daanen, H., ... Zaitchik, B. (2020). *Technical brief: Protecting health from hot weather during the COVID-19 pandemic*. Global Heat Health Information Network. Consulté sur le site: <<http://www.ghhin.org/assets/technical-brief-COVID-and-Heat-final.pdf>>
- Smith, K. R., Woodward, A., Campbell-Lendrum, D., Chadee, D. D., Honda, Y., Liu, Q., . . . Sauerborn, R. (2014). Human health: Impacts, adaptation, and co-benefits. In C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, et L. L. White (Eds.), *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 709-754). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press. Consulté sur le site: <<https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>>
- Société royale du Canada. (1995). *Implications of global change for human health: Final report of the health issues panel of the Canadian Global Change Program*. Incidental Report. No IR95-2.
- Springmann, M., Godfray, H. C., Rayner, M., et Scarborough, P. (2016). Analysis and valuation of the health and climate change cobenefits of dietary change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(15), 4146-4151. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1523119113>>
- Tan, J., Zheng, Y., Song, G., Kalkstein, L. S., Kalkstein, A. J., et Tang, X. (2007). Heat wave impacts on mortality in Shanghai, 1998 and 2003. *International Journal of Biometeorology*, 51(3), 193-200. <<https://doi.org/10.1007/s00484-006-0058-3>>
- Toews, E. (2018). In the face of fire. Canadian healthcare facilities. *Hospital News*. Consulté sur le site: <<https://hospitalnews.com/face-fire-taking-care-healthcare-facilities/>>
- Tröltzsch, J., Görlach, B., Lückge, H., Peter, M., et Sartorius, C. (2012). *Costs and benefits of climate adaptation measures*. Umweltbundesamt. Consulté sur le site: <<https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/climate-energy/climate-change-adaptation/adaptation-tools/project-catalog/costs-benefits-of-climate-change-adaptation>>
- United Nurses of Alberta. (2013). *UNA Calgary office closed, many health facilities affected by southern Alberta flooding*. Consulté sur le site: <<https://www.una.ab.ca/194/una-calgary-office-closed-many-health-facilities-affected-by-calgary-flooding>>
- University Health Network (UHN). (2021). *UNH reducing emissions with huge new wastewater energy system*. Consulté sur le site: <https://www.uhn.ca/corporate/News/Pages/UHN_reducing_emissions_with_huge_new_wastewater_energy_system.aspx>
- Valois, P., Jacob, J., Mehri, K., Talbot, D., Renaud, J.-S., et Caron, M. (2018). *Portrait de l'adaptation aux changements climatiques dans les organisations du secteur de la santé au Québec*. Québec, QC: Université Laval.
- Valois, P., Talbot, D., Caron, M., Carrier, M.-P., Morin, A. J. S., Renaud, J.-S., Jacob, J. et Gosselin, P. (2017). Development and Validation of a Behavioural Index for Adaptation to High Summer Temperatures among Urban Dwellers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(7), 820. <<https://doi.org/10.3390/ijerph14070820>>
- Vanlint, L. (2019). A Deeply Cool Year in Energy et Environment. *Talkin' Trash with UHN*. Consulté sur le site: <<https://talkintrashwithuhn.com/2019/05/03/a-deeply-cool-year-in-energy-environment/>>
- Vodden, K., et Cunsolo, A. (2021). *Collectivités rurales et éloignées*. Dans F. J. Warren et N. Lulham (Éd.), *Le Canada dans un climat en changement: Enjeux nationaux*. Ottawa, Ontario: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site: <<https://changingclimate.ca/national-issues/fr/chapter/3-0/>>

- Waddington, K., et Varangu, L. (2016). Coalition canadienne pour un système de santé écologique Leading the Evolution of Green. *Healthcare Quarterly (Toronto, Ont.)*, 19(3), 23–29. <<https://doi.org/10.12927/hcq.2016.24869>>
- Waddington, K., Varangu, L., Berry, P., et Paterson, J. (2013). Preparing for the health impacts of climate change: How ready is your health care organization? *Journal of the Canadian Healthcare Engineering Society*, 1, 34–39.
- Wardekker, J. A., de Jong, A., van Bree, L., Turkenburg, W. C., et van der Sluijs, J. P. (2012). Health Risks of Climate Change: An Assessment of Uncertainties and Its Implications for Adaptation Policies. *Environmental Health*, 11(67). <<https://doi.org/10.1186/1476-069X-11-67>>
- Warr, S. (2016). *Northern Lights Regional Health Centre evacuation swift and successful*. Alberta Health Services. Consulté sur le site: <<https://www.albertahealthservices.ca/news/features/2016/page13156.aspx>>
- Watkiss, P. (2015) *A review of the economics of adaptation and climate-resilient development*. Centre for Climate Change Economics and Policy and Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. Consulté sur le site: <<https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2015/09/Working-Paper-205-Watkiss.pdf>>
- Watts, N., Adger, W. N., Agnolucci, P., Blackstock, J., Byass, P., Cai, W., Chaytor, S., Colbourn, T., Collins, M., Cooper, A., Cox, P. M., Depledge, J., Drummond, P., Ekins, P., Galaz, V., Grace, D., Graham, H., Grubb, M., Haines, A., Hamilton, I., ... Costello, A. (2015). Health and climate change: policy responses to protect public health. *Lancet (London, England)*, 386(10006), 1861–1914. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60854-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60854-6)>
- Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Beagley, J., Belesova, K., Boykoff, M., Byass, P., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Capstick, S., Chambers, J., Coleman, S., Dalin, C., Daly, M., Dasandi, N., Dasgupta, S., Davies, M., Di Napoli, C., Dominguez-Salas, P., ... Costello, A. (2021). The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. *Lancet (London, England)*, 397(10269), 129–170. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32290-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32290-X)>
- Watts, N., Amann, M., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Bouley, T., Boykoff, M., Byass, P., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Chambers, J., Cox, P. M., Daly, M., Dasandi, N., Davies, M., Depledge, M., Depoux, A., Dominguez-Salas, P., Drummond, P., Ekins, P., Flahault, A., ... Costello, A. (2018). The Lancet Countdown on health and climate change: from 25 years of inaction to a global transformation for public health. *Lancet (London, England)*, 391(10120), 581–630. <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32464-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32464-9)>
- Watts, T. (2014). *Alberta Health Services: Southern Alberta Floods 2013*. Presented at the Hospital Emergency Preparedness Conference of Ottawa. Consulté sur le site: <https://www.drieottawa.org/presentations/20141017/20141017_tom_watts.pdf>
- Weinberger, K. R., Zanobetti, A., Schwartz, J., et Wellenius, G. A. (2018). Effectiveness of National Weather Service heat alerts in preventing mortality in 20 US cities. *Environment international*, 116, 30–38. <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.03.028>>
- Weisskopf, M. G., Anderson, H. A., Foldy, S., Hanrahan, L. P., Blair, K., Török, T. J., et Rumm, P. D. (2002). Heat wave morbidity and mortality, Milwaukee, Wis, 1999 vs 1995: an improved response?. *American Journal of Public Health*, 92(5), 830–833. <<https://doi.org/10.2105/ajph.92.5.830>>
- Wheeler, N., Watts, N. (2018). Climate Change: From Science to Policy. *Curr Envir Health Rpt* 5, 170–178 (2018). <<https://doi.org/10.1007/s40572-018-0187-y>>
- Wondmagegn, B. Y., Xiang, J., Williams, S., Pisaniello, D., et Bi, P. (2019). What do we know about the healthcare costs of extreme heat exposure? A comprehensive literature review. *The Science of the Total Environment*, 657, 608–618. <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.479>>
- Woodcock, J., Abbas, A., Ullrich, A., Tainio, M., Lovelace, R., Sá, T. H., Westgate, K., et Goodman, A. (2018). Development of the Impacts of Cycling Tool (ICT): A modelling study and web tool for evaluating health and environmental impacts of cycling uptake. *PLoS Medicine*, 15(7), e1002622. <<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002622>>
- Zhang, X., Flato, G., Kirchmeier-Young, M., Vincent, L., Wan, H., Wang, X., Rong, R., Fyfe, J., Li, G., et Kharin, V. V. (2019). Les changements de température et de précipitations au Canada. Dans E. Bush et D. Lemmen (éd.), *Rapport sur le climat changeant du Canada* (pages 112 à 193). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://changingclimate.ca/CCCCR2019/fr/>>



Projet de glossaire

LA SANTÉ DES CANADIENS ET DES CANADIENNES DANS
UN CLIMAT EN CHANGEMENT : FAIRE PROGRESSER NOS
CONNAISSANCES POUR AGIR



Santé
Canada

Health
Canada

Canada

Accord de Paris – À la Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques de 2015 à Paris, en France, des représentants de 196 États parties ont négocié et adopté un accord sur l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre et l'adaptation aux changements climatiques. L'Accord de Paris en vertu de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) prévoit l'élimination des émissions nettes de gaz à effet de serre au cours de la deuxième moitié du XXI^e siècle. Le Canada a ratifié l'Accord de Paris en 2016 (Bush et Lemmen, 2019).

Adaptation psychosociale – Adoption de nouveaux comportements, pratiques, outils ou interventions d'adaptation ou amélioration de ceux qui existent pour protéger la santé mentale et le bien-être social dans un climat en évolution (Séguin, 2008; Brown et Westaway, 2011).

Adaptation – Processus d'ajustement au climat réel ou prévu et à ses effets. Dans les systèmes humains, l'adaptation vise à atténuer ou à éviter les préjudices ou à exploiter les possibilités bénéfiques. Dans certains systèmes naturels, l'intervention humaine peut faciliter l'adaptation au climat attendu et à ses effets (GIEC, 2014).

Aérosols – Ensemble de particules solides ou liquides en suspension dans l'air, d'une taille typique comprise entre 0,01 et 10 µm, qui restent dans l'atmosphère pendant au moins plusieurs heures. Les aérosols peuvent être d'origine naturelle ou anthropique. Les aérosols peuvent influencer le climat de plusieurs façons, directement en diffusant et en absorbant le rayonnement, et indirectement en agissant comme des noyaux de condensation des nuages ou en modifiant les propriétés optiques et la durée de vie des nuages (GIEC, 2001).

Agent pathogène – Agent qui cause des maladies, comme les bactéries, les virus, les algues, les champignons et les protozoaires (Santé Canada, 2007).

Aigu, aiguë – Se produit sur une courte période (par opposition à *chronique*).

Albédo – Fraction du rayonnement solaire réfléchi par une surface ou un objet, souvent exprimée en pourcentage. Les surfaces recouvertes de neige ont un albédo élevé, l'albédo superficiel des sols varie de haut à bas et les surfaces recouvertes de végétation et les océans ont un albédo faible. L'albédo planétaire de la Terre varie principalement en fonction de la nébulosité, de la neige, de la glace, de la surface foliaire et des changements de la couverture terrestre (GIEC, 2007).

Aléa – Occurrence potentielle d'un événement ou d'une tendance physique ou d'un impact physique causé par un tel événement ou une telle tendance d'origine naturelle ou humaine qui peut entraîner des pertes de vie, des blessures ou d'autres effets sur la santé. Les aléas peuvent également causer des dommages et des pertes relativement aux biens, à l'infrastructure, aux moyens de subsistance, à la prestation de services, aux écosystèmes et aux ressources environnementales. Dans le présent rapport, aléa désigne habituellement les événements ou les tendances physiques liés au climat ou leurs effets physiques (GIEC, 2014).

Anomalie – Écart par rapport à la moyenne sur une période de référence (Bush et Lemmen, 2019).

Anthropique – Résultant d'activités humaines ou produites par des êtres humains (GIEC, 2007).

Anxiété climatique – Voir *Écoanxiété*.

Atmosphère – Enveloppe gazeuse entourant la Terre. L'atmosphère se compose presque entièrement d'azote et d'oxygène, ainsi que d'un certain nombre de gaz traces tels que l'argon, l'hélium et des gaz à effet de serre tels que le dioxyde de carbone et l'ozone. De plus, l'atmosphère contient de la vapeur d'eau, des nuages et des aérosols (OMS, 2003).

Atténuation (des changements climatiques) – Intervention humaine visant à réduire les sources des gaz à effet de serre ou à améliorer les puits (GIEC, 2014).

Attribution (la science de l'attribution) – Déterminer les causes d'un changement ou d'un événement observé en termes de contributions relatives de multiples facteurs de causalité (Bush et Lemmen, 2019).

Autochtone – Formé à l'endroit où il se trouve ou provenant de cet endroit.

Avantages accessoires – Les effets positifs qu'une politique ou une mesure visant un objectif peut avoir sur d'autres objectifs, peu importe son effet net sur le bien-être social global. Les avantages accessoires sont souvent sujets à l'incertitude et dépendent des circonstances locales et des pratiques de mise en œuvre, entre autres facteurs (GIEC, 2014).

Capacité d'adaptation – Capacité des systèmes, des institutions, des humains et d'autres organismes à s'adapter aux dommages potentiels, à tirer parti des possibilités ou à réagir aux conséquences (GIEC, 2014).

Capital social – Ensemble des ressources réelles ou potentielles qui peuvent être mobilisées grâce aux relations sociales et à l'appartenance aux réseaux sociaux (Nahapiet et Ghoshal, 1998, cité dans Resilience Alliance, 2007).

Carbone suie – Aérosol émis par la combustion incomplète de combustibles à base de carbone. Le carbone noir absorbe le rayonnement solaire et a un effet de réchauffement. On le qualifie de polluant climatique de courte durée étant donné qu'il ne reste dans l'atmosphère que pendant quelques jours ou semaines (GIEC, 2018).

Catastrophe – Altérations graves dans le fonctionnement normal d'une collectivité ou d'une société en raison d'événements physiques dangereux qui interagissent avec des conditions sociales vulnérables, entraînant des effets néfastes humains, matériels, économiques ou environnementaux qui nécessitent une intervention d'urgence immédiate pour répondre aux besoins humains critiques et qui peuvent nécessiter un soutien externe pour le rétablissement.

Changements climatiques – Changements persistants à long terme de l'état du climat, mesurés par les changements de l'état moyen et de sa variabilité. Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels ou à des forçages externes naturels comme les éruptions volcaniques et les modulations des cycles solaires, ou à des changements anthropiques persistants dans la composition de l'atmosphère ou dans l'utilisation des terres (GIEC, 2014).

Chronique – Survenant sur une longue période (par opposition à *aigu*, *aiguë*).

Climat – Moyenne ou prévision des conditions météorologiques et atmosphériques, terrestres et marines connexes pour un endroit particulier, au cours d'une période donnée. La période habituelle pour calculer la moyenne de ces variables météorologiques est de 30 ans, selon la définition de l'Organisation météorologique mondiale. Les variables pertinentes sont généralement la température, les précipitations et le vent. (GIEC, 2007)

Coût social du carbone – Le coût social du carbone est une mesure monétaire du préjudice mondial à attendre, en matière de changements climatiques, d'une tonne supplémentaire d'émissions de CO₂ au cours d'une année (gouvernement du Canada, 2012).

Cryosphère – Endroits sur la Terre (et sous sa surface) où l'eau est gelée, y compris la neige, la glace de mer, les plateaux de glace, la glace terrestre (glaciers et calottes glaciaires), la glace d'eau douce (glace de lac et de rivière), le pergélisol et le sol gelé de façon saisonnière.

Deuil écologique (écocodeuil) – Détresse qu'entraîne la perte écologique ou les pertes anticipées liées aux changements climatiques. Ces pertes peuvent avoir trait à la nature, aux espèces, à la culture, au sentiment d'appartenance, à l'identité culturelle et aux façons de savoir. L'écocodeuil peut inclure des pertes et des traumatismes associés à des aléas particuliers, comme les inondations ou les feux de forêt liés au climat, ou à des répercussions des changements climatiques à évolution lente, comme la hausse des températures mondiales, la sécheresse, la fonte du pergélisol et l'élévation du niveau de la mer (Cunsolo et Ellis, 2018).

Dioxyde de carbone (CO₂) – Gaz naturel, également un sous-produit de la combustion de la biomasse et de combustibles fossiles provenant de réserves de carbone fossile (comme le pétrole, le gaz et le charbon), ainsi que des changements dans l'utilisation des terres et d'autres procédés industriels (p. ex., production de ciment). C'est le principal gaz à effet de serre anthropique qui affecte l'équilibre radiatif de la Terre. C'est le gaz de référence par rapport auquel les autres gaz à effet de serre sont mesurés et qui a donc un potentiel de réchauffement de la planète de 1 (GIEC, 2014).

Dose-réponse – Association entre la dose et l'incidence d'un effet défini au sein d'une population exposée. Les relations dose-réponse sont utilisées pour déterminer la probabilité d'un résultat ou d'une maladie précis, ou le risque d'une maladie, en extrapolant des doses élevées aux faibles doses et des animaux de laboratoire aux humains, et en utilisant des modèles mathématiques qui définissent le risque comme une fonction de la dose d'exposition (OMS, 2003).

Écoanxiété (anxiété climatique) – Anxiété ressentie par les gens qui sont sensibilisés aux menaces écologiques auxquelles la planète est confrontée en raison des changements climatiques (Albrecht, 2011; Albrecht, 2012).

Écoparalysie – L'écoparalysie fait référence au sentiment complexe de ne pas pouvoir faire quoi que ce soit d'assez grand pour atténuer ou arrêter les changements climatiques (Koger et coll., 2011).

Écosystème – Système interactif formé par tous les organismes vivants et leur environnement abiotique (physique et chimique) dans une zone donnée. Les écosystèmes peuvent couvrir diverses échelles, allant de l'ensemble de la planète à de petits systèmes tels qu'un étang, en passant par des communautés de plantes et d'animaux dans des conditions environnementales précises à l'échelle continentale (GIEC, 2007).

Effet d'îlot de chaleur urbain – Voir *Effet d'îlot de chaleur*.

Effet d'îlot de chaleur – Effet par lequel une zone plus petite (quartier ou secteur) dans une grande zone urbaine est caractérisée par des températures ambiantes plus élevées que celles de la zone environnante en raison de l'absorption de l'énergie solaire par des matériaux comme l'asphalte, du manque d'ombre, etc. (GIEC, 2001).

Élévation du niveau de la mer – Augmentation du niveau moyen de l'océan (GIEC, 2007).

Équité en santé – Absence de système ou de politique inéquitable qui cause des inégalités en santé. L'équité en santé vise à réduire les inégalités et à accroître l'accès aux possibilités et aux conditions qui favorisent la santé de tous (gouvernement du Canada, 2019).

Événement météorologique extrême – Conditions météorologiques rares à un endroit et à un moment précis de l'année. Les définitions de *rare* varient, mais un tel événement correspondrait normalement au 10^e ou au 90^e centile de probabilité, d'après les observations précédentes. Les conditions météorologiques extrêmes peuvent varier d'un endroit à l'autre. Lorsqu'un phénomène météorologique extrême persiste pendant un certain temps, comme une saison, il peut être classé comme un événement *climatique* extrême, surtout s'il donne une moyenne ou un total qui est lui-même extrême (p. ex., sécheresse ou fortes précipitations au cours d'une saison) (GIEC, 2014).

Exposition – Contact entre une personne ou une collectivité et un ou plusieurs facteurs de stress biologiques, psychologiques, chimiques ou physiques, y compris les facteurs de stress touchés par les changements climatiques.

Fardeau de la maladie – Le fardeau de la maladie peut être considéré comme la mesure de l'écart entre l'état de santé actuel et une situation de santé idéale où l'ensemble de la population vit à un âge avancé, sans maladie ni handicap (PNUE, 2018).

Fortes précipitations (chutes de pluie et de neige) – Les fortes précipitations sont définies comme des précipitations supérieures au 90^e centile annuel de toutes les précipitations supérieures à 1 mm/jour. De même, les chutes de neige abondantes sont définies comme étant des chutes de neige supérieures au 90^e centile annuel de tous les événements supérieurs à 1 mm/jour (Bush et Lemmen, 2019).

Gaz à effet de serre – Gaz dans l'atmosphère, à la fois naturels et anthropiques, qui absorbent et émettent des rayonnements, réchauffant la surface de la Terre et la basse atmosphère. Cette propriété cause l'effet de serre. La vapeur d'eau (H₂O), le dioxyde de carbone (CO₂), l'oxyde nitreux (N₂O), le méthane (CH₄) et l'ozone (O₃) sont les principaux gaz à effet de serre dans l'atmosphère terrestre. Il y a aussi un certain nombre de gaz à effet de serre entièrement anthropiques dans l'atmosphère, comme les halocarbures et d'autres substances contenant du chlore et du brome (GIEC, 2014).

Impact – Un impact est une variation relative, par exemple, à un résultat en matière de santé. Le terme *impact* est utilisé à la place du terme *effet* pour mieux caractériser les interactions souvent complexes entre l'évolution des variables météorologiques (y compris les épisodes météorologiques et climatiques extrêmes), d'autres facteurs qui déterminent l'ampleur et le modèle d'un résultat relatif à la santé et le résultat lui-même. Par exemple, les changements météorologiques favorisent l'expansion du territoire géographique des tiques porteuses de la maladie de Lyme dans le sud de l'Ontario. Cette variation du territoire accompagnée d'activités en plein air qui favorisent le contact avec les tiques ainsi que le reboisement accru dans certaines zones urbaines et d'autres facteurs peuvent affecter la diffusion et l'incidence de la maladie. Les impacts sont les effets sur la santé, mais également sur les écosystèmes, sur la situation économique, sur les biens sociaux et culturels et sur les infrastructures, ainsi que sur les systèmes géophysiques, ce qui comprend les inondations et les sécheresses.

Iniquité en santé – Différences sur le plan de la santé qui sont injustes ou indues et modifiables. À titre d'exemple, les Canadiens et les Canadiennes qui vivent dans des régions éloignées ou nordiques n'ont pas le même accès aux aliments nutritifs, comme les fruits et les légumes, que les autres Canadiens et les Canadiennes (gouvernement du Canada, 2019).

Inondation – Débordement des limites normales d'un cours d'eau ou d'un autre plan d'eau, ou accumulation d'eau sur des zones qui ne sont pas normalement submergées. Les inondations comprennent les crues fluviales, les crues soudaines, les crues urbaines, les crues pluviales, les crues des égouts, les inondations côtières et les crues des lacs glaciaires (GIEC, 2014).

Intégration de l'adaptation – Intégrer les considérations et l'information relatives à l'adaptation aux changements climatiques dans les politiques, les programmes et les opérations à tous les niveaux de la prise de décisions plutôt que de créer de nouvelles politiques ou de nouveaux instruments de politique. L'objectif est de faire du processus d'adaptation une composante essentielle des cadres décisionnels et de planification existants (adapté du PNUD, 2005).

Intervenant – Personne ou organisation qui a un intérêt légitime dans un projet ou une entité, ou qui serait touché par une décision particulière (GIEC, 2007).

Intervention d'urgence – Mesures prises avant, pendant et immédiatement après une urgence pour s'assurer que ses effets sont minimisés et que les personnes touchées reçoivent une aide et un soutien immédiats (Croix-Rouge canadienne et coll., s.d.).

Maladaptation – Tout ajustement délibéré des systèmes naturels ou humains qui augmente par inadvertance la vulnérabilité aux stimuli climatiques; une adaptation qui ne réussit pas à réduire la vulnérabilité, mais qui l'augmente plutôt (GIEC, 2001).

Maladie à transmission vectorielle – Maladie transmise entre des hôtes par un vecteur tel qu'un moustique ou une tique (p. ex., paludisme, dengue, leishmaniose) (GIEC, 2007).

Maladies d'origine alimentaire – Maladies infectieuses, parasitaires ou toxiques contractées par l'ingestion d'aliments contaminés (CDC, 2020).

Maladies d'origine hydrique – Maladies qui résultent de l'exposition à des microorganismes pathogènes ou à des produits chimiques dans l'eau potable ou l'eau utilisée à des fins récréatives. L'eau contaminée pénètre le plus souvent dans le corps par ingestion, mais les contaminants dans l'eau peuvent aussi être inhalés, adsorbés ou pénétrer dans le corps par contact avec des plaies ouvertes ou des blessures (Environnement Canada, 2001).

Maladies infectieuses – Toute maladie qui peut être transmise d'une personne à une autre. La transmission peut se produire par contact physique direct, par la manipulation courante d'un objet qui a recueilli des organismes infectieux, par un vecteur de maladie, ou par la respiration de gouttelettes infectées qu'une personne a propagées en toussant ou en respirant (GIEC, 2001).

Matières particulaires (MP) – Très petites particules solides d'échappement émises pendant la combustion des combustibles fossiles et de la biomasse. Les particules peuvent être constituées d'une grande variété de substances. Les particules de diamètre inférieur ou égal à 2,5 µm, généralement désignées PM_{2,5}, sont les plus préoccupantes pour la santé (GIEC, 2001).

Méthane – Hydrocarbure et gaz à effet de serre produit par la décomposition anaérobie (sans oxygène) des déchets dans les sites d'enfouissement, la digestion animale, la décomposition des déchets animaux, la production de charbon et la combustion incomplète de combustibles fossiles (OMS, 2003).

Modèle climatique – Représentation informatisée du système climatique fondée sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques de ses composantes, leurs interactions et leurs processus de rétroaction, en tenant compte de certaines des propriétés connues du système climatique. Les modèles climatiques servent d'outil de recherche pour étudier et simuler le climat, et sont utilisés à des fins opérationnelles pour faire des projections climatiques mensuelles, saisonnières et d'une année à l'autre (GIEC, 2007).

Morbidité – Taux d'occurrence d'une maladie ou d'un autre trouble de santé au sein d'une population, en tenant compte des taux de morbidité selon l'âge. Les résultats sur la santé comprennent l'incidence et la prévalence des maladies chroniques, les taux d'hospitalisation, les consultations sur les soins primaires, les jours d'incapacité (c.-à-d. les jours d'absence du travail) et la prévalence des symptômes (GIEC, 2001).

Mortalité ou décès prématuré(e) (précoce) – Décès qui survient avant l'âge moyen du décès au sein d'une population donnée (NCI, s.d.).

Mortalité – Taux de décès au sein d'une population à l'intérieur d'une période donnée. Le calcul de la mortalité tient compte des taux de mortalité selon l'âge et peut donc donner des mesures de l'espérance de vie et de l'ampleur de la mort prématurée (GIEC, 2001). Voir aussi *Mortalité ou décès prématuré(e) (précoce)*.

Onde de tempête – Augmentation temporaire, dans une localité donnée, du niveau de la mer en raison de conditions météorologiques extrêmes (basse pression atmosphérique et vents forts). L'onde de tempête est l'excès au-dessus du niveau prévu en raison de la seule variation des marées à ce moment et à cet endroit (GIEC, 2007).

Outil d'évaluation des bénéfices liés à la qualité de l'air (OEBQA) – Application informatique, conçue par Santé Canada, qui fournit des estimations d'évaluation économique concernant les répercussions de la qualité de l'air sur la santé, en tenant compte des incidences sur le bien-être social, économique et collectif des résultats pour la santé, y compris les coûts médicaux, la réduction de la productivité en milieu de travail, la douleur et la souffrance, ainsi que l'augmentation du risque de mortalité (gouvernement du Canada, 2020).

Outils (pour l'adaptation) – Méthodes, lignes directrices et processus simplifiés qui permettent aux intervenants d'évaluer les répercussions des changements climatiques et les options d'adaptation dans le contexte de leur environnement opérationnel. Les outils sont offerts dans divers formats et ont diverses applications, qu'elles soient transversales ou multidisciplinaires (p. ex., modèles climatiques, méthodes d'élaboration de scénarios, analyse des intervenants, outils d'aide à la décision, outils d'analyse de la décision) à des applications sectorielles particulières (p. ex., modèles de culture ou de végétation, méthodes d'évaluation de la vulnérabilité des zones côtières) (adapté de la CCNUCC, s.d.).

Oxyde nitreux (N₂O) – Puissant gaz à effet de serre émis par les pratiques culturales, en particulier l'utilisation d'engrais commerciaux et organiques, la combustion de combustibles fossiles, la production d'acide nitrique et la combustion de biomasse (OMS, 2003).

Ozone (O₃) – L'ozone, la forme triatomique de l'oxygène, est un constituant atmosphérique gazeux. Dans la troposphère, il est créé à la fois naturellement et par des réactions photochimiques impliquant des gaz résultant des activités humaines (smog photochimique). En concentrations élevées, l'ozone troposphérique peut être nocif pour un large éventail d'organismes vivants. L'ozone troposphérique agit comme un gaz à effet de serre. Dans la stratosphère, l'ozone est créé par l'interaction entre le rayonnement ultraviolet solaire et l'oxygène moléculaire. L'ozone stratosphérique joue un rôle déterminant dans l'équilibre radiatif stratosphérique. L'appauvrissement de l'ozone stratosphérique, en raison des réactions chimiques qui peuvent être accentuées par les changements climatiques, entraîne une augmentation du flux de rayonnement ultraviolet (UV) B au niveau du sol (GIEC, 2001). Voir aussi *Ozone troposphérique*.

Ozone troposphérique (O₃) – Gaz incolore et très irritant qui se forme juste au-dessus de la surface de la Terre lorsque les oxydes d'azote (NO_x) et les composés organiques volatils (COV) réagissent à la lumière du soleil et à l'air stagnant. L'exposition à l'ozone a été associée à une mortalité prématurée et à un éventail d'effets secondaires de la morbidité sur la santé, comme les hospitalisations et les symptômes de l'asthme, ainsi qu'à des effets négatifs sur la végétation et les matériaux synthétiques (Environnement Canada, 2016). Voir aussi *Ozone*.

Parties par million (ppm) – Unité de concentration souvent utilisée pour mesurer les niveaux de polluants dans l'air, l'eau, les liquides organiques, etc. Une ppm est une partie par million en volume (OMS, 2003).

Pénalité climatique – Incidence des changements climatiques à eux seuls sur la qualité de l'air en fonction des émissions actuelles constantes (Wu et coll., 2008).

Peuples autochtones – Le terme *autochtone* est utilisé dans le présent rapport pour désigner collectivement les premiers habitants du Canada et leurs descendants, y compris les Premières Nations, les Inuits et les Métis selon la définition de l'article 35 de la *Loi constitutionnelle de 1982*. Dans la mesure du possible, des distinctions claires sont faites entre ces trois groupes distincts et reconnus par la Constitution.

Point de basculement – Niveau auquel un système se réorganise, souvent abruptement, et ne revient pas à l'état initial même si les facteurs de changement sont atténués. Pour le système climatique, il s'agit d'un seuil critique lorsque le climat mondial ou régional passe d'un état stable à un autre. Ce type d'événement peut être irréversible (GIEC, 2014).

Préparation – Élaboration et préparation de mesures d'intervention et de rétablissement pour accroître la capacité de la collectivité à réagir aux répercussions futures (adapté du Réseau FPT de préparation et d'intervention en cas d'urgence, 2004).

Profil représentatif d'évolution de concentration (RCP) – Ensemble de scénarios d'émissions (voir *Scénario d'émission*) qui comprennent des séries chronologiques d'émissions et des concentrations de gaz à effet de serre, d'aérosols et de gaz chimiquement actifs, ainsi que l'utilisation des terres et la couverture terrestre. Le mot *représentatif* signifie que chaque VCP ne fournit qu'un des nombreux scénarios possibles qui mèneraient aux caractéristiques spécifiques de forçage radiatif. La *voie* met en évidence non seulement les niveaux de concentration à long terme, mais aussi la trajectoire suivie au fil du temps pour atteindre ce résultat (GIEC, 2014).

Projection du climat – Une projection du climat est la réponse simulée du système climatique à un scénario d'émissions ou de concentrations futures de gaz à effet de serre et d'aérosols, généralement dérivée à l'aide de modèles climatiques. Les projections climatiques se distinguent des prévisions climatiques par leur dépendance à l'égard du scénario d'émission/concentration/forçage radiatif utilisé, lequel est à son tour fondé sur des hypothèses concernant, par exemple, les développements socioéconomiques et technologiques futurs qui pourraient ou non être réalisés (GIEC, 2014).

Rapport spécial sur les scénarios d'émissions (SRES) – Ensemble de *canevas et de scénarios* fondés sur la population, le produit intérieur brut et les émissions en lien avec le Rapport spécial sur les scénarios d'émissions (Nakicenovic et coll., 2000). Les scénarios du SRES (A1, A2, B1 et B2) représentent différents avenir en fonction des différences dans deux dimensions : les préoccupations économiques par rapport aux préoccupations environnementales et les modèles de développement mondial par rapport aux modèles régionaux (GIEC, 2007).

Rayonnement ultraviolet – Rayonnement solaire dans une certaine longueur d'onde entre les fréquences de la lumière visible et des rayons X, selon le type de rayonnement (UV A, B ou C) (OMS, 2003).

Réduction des risques de catastrophe – Désigne à la fois un but ou un objectif stratégique et les mesures stratégiques et instruments employés pour prévoir les risques de catastrophe futurs, réduire l'exposition, l'aléa ou la vulnérabilité existants, et améliorer la résilience (GIEC, 2014).

Référence – La référence est l'état par rapport auquel le changement est mesuré. Une période de référence est la période par rapport à laquelle les anomalies sont calculées (GIEC, 2014).

Résilience – Capacité des systèmes sociaux, économiques et environnementaux à faire face à un événement, une tendance ou une perturbation dangereux, en réagissant ou en se réorganisant de manière à maintenir leur fonction, leur identité et leur structure essentielles tout en conservant la capacité d'adaptation, d'apprentissage et de transformation (GIEC, 2014).

Risque – Incertitude quant aux événements futurs et à leurs conséquences; probabilité qu'un événement se produise et son influence possible sur la réalisation des objectifs d'une organisation (Santé Canada, 2005).

Santé mentale – Un état de bien-être qui permet à chacun de réaliser son potentiel, de faire face aux difficultés normales de la vie, de travailler avec succès et de manière productive et d'être en mesure d'apporter une contribution à la communauté (OMS, 2018). La gamme de pensées, de sentiments et de comportements que les gens ont au cours de leur vie témoigne de leur santé mentale. Cette conceptualisation de la santé mentale va au-delà du diagnostic pour englober des définitions plus larges de la santé mentale selon les cultures et les contextes. La santé mentale, tout comme la santé physique, correspond à un spectre qui inclut le bien-être mental, les problèmes mentaux et la maladie mentale, des éléments qui peuvent tous influencer sur le fonctionnement dans toute une gamme de domaines de la vie (CSMC, 2018).

Santé psychosociale – Interaction entre le bien-être social, qui découle des relations avec les autres et du contexte et de la culture d'une personne, et le bien-être psychologique qui comprend les pensées, les sentiments et les comportements (Berry et coll., 2014).

Savoir autochtone – Il n'existe pas de définition universelle du savoir autochtone. Dans le cadre de nos processus, le « savoir autochtone » correspond à un ensemble de systèmes de connaissances complexes fondés sur la vision du monde des peuples autochtones. Le savoir autochtone reflète les systèmes uniques de culture, les langues, les systèmes de gouvernance et l'histoire des peuples autochtones d'un endroit en particulier. Le savoir autochtone est dynamique et évolue au fil du temps. Il s'appuie sur les expériences des générations précédentes et s'adapte aux conditions actuelles. Les Premières Nations, les Métis et les Inuits ont une façon particulière de décrire le savoir qui leur est propre. Les détenteurs du savoir sont les seules personnes vraiment capables de définir le savoir autochtone de leurs collectivités (gouvernement du Canada, 2021).

Scénario climatique – Représentation plausible et souvent simplifiée du climat futur, fondée sur un ensemble cohérent interne de relations climatologiques qui a été conçu pour une utilisation explicite dans l'étude des conséquences potentielles des changements climatiques d'origine anthropique, servant souvent d'intrants aux modèles d'impact. Les projections climatiques sont souvent la matière première pour l'élaboration de scénarios climatiques, mais les scénarios climatiques nécessitent habituellement des renseignements supplémentaires, comme le climat actuel observé (GIEC, 2014).

Scénario d'émission – Représentation plausible du développement futur des émissions de substances qui pourraient avoir une incidence sur le forçage radiatif (p. ex., gaz à effet de serre, aérosols). Ces scénarios reposent sur un ensemble d'hypothèses concernant les forces motrices (comme le développement démographique et socioéconomique, le changement technologique, l'énergie et l'utilisation des terres) et leurs relations clés. Plusieurs ensembles de scénarios d'émission servent de base aux projections climatiques (GIEC, 2014). Voir aussi *Profil représentatif d'évolution de concentration (RCP)* et le *Rapport spécial sur les scénarios d'émission (SRES)*.

Scénario de changements climatiques – Voir *Scénario climatique*.

Sécheresse – Période de temps anormalement sec suffisamment longue pour causer un grave déséquilibre hydrologique. La sécheresse est un terme relatif se rapportant à une activité particulière liée aux précipitations. Par exemple, la pénurie de précipitations pendant la saison de croissance nuit à la production végétale ou à la fonction de l'écosystème en général (*sécheresse due à l'humidité* du sol, ou *sécheresse agricole*) et, pendant la saison de ruissellement et de percolation, affecte principalement les approvisionnements en eau (*sécheresse hydrologique*). Les variations de l'humidité du sol et des eaux souterraines sont également touchées par l'augmentation de l'évapotranspiration, en plus de la réduction des précipitations. Une période caractérisée par un déficit anormal de précipitations est définie comme une *sécheresse météorologique*. Une *mégasécheresse* est une sécheresse très longue et omniprésente qui dure beaucoup plus longtemps que la normale, habituellement une décennie ou plus (GIEC, 2014).

Sécurité alimentaire – Un état qui prévaut lorsque les gens ont un accès sûr à des quantités suffisantes d'aliments salubres et nutritifs pour une croissance normale, un développement et une vie active et saine (GIEC, 2014).

Sécurité de l'eau – La capacité d'une population à préserver un accès durable à des quantités adéquates d'eau de qualité pour soutenir les moyens de subsistance, le bien-être humain et le développement socioéconomique, pour assurer la protection contre la pollution hydrique et les catastrophes liées à l'eau, ainsi que la préservation des écosystèmes (Nations Unies, 2013).

Sensibilité – Degré auquel un système est affecté (de manière positive ou négative) par les stimuli liés au climat. L'effet peut être direct (p. ex., changement de rendement d'une culture à la suite d'un changement de la moyenne, de la plage ou de la variabilité des températures) ou indirect (p. ex., dommages causés par la fréquence accrue des inondations côtières en raison de l'élévation du niveau de la mer) (GIEC, 2007).

Seuil – Niveau auquel se produit un changement soudain ou rapide. Il s'agit également d'un point ou d'un niveau auquel de nouvelles propriétés émergent dans un système écologique, économique ou autre, invalidant les prévisions qui s'appliquent à des niveaux inférieurs (GIEC, 2007).

Solastalgie – Détresse d'être témoin de changements écologiques dans son milieu de vie en raison des changements climatiques; sentiment de nostalgie éprouvé par une personne alors qu'elle n'a pas changé de milieu de vie (Albrecht, 2011; Albrecht, 2012).

Surveillance – Collecte, analyse, interprétation et diffusion des données sur la santé (USGCRP, 2016).

Syndromes psychoterratiques – Phénomènes de santé mentale liés à la Terre, comme l'écoanxiété, l'écoparalysie et la solastalgie (Albrecht, 2011).

Système d'alerte précoce – Système conçu pour générer et diffuser en temps opportun de l'information d'alerte significative afin de permettre aux personnes, aux collectivités et aux organisations menacées par un aléa de se préparer à agir rapidement et de manière appropriée pour réduire le risque de préjudice ou de perte (GIEC, 2014).

Système de santé – Toutes les activités dont l'objectif principal est de promouvoir, de rétablir et de maintenir la santé. Les personnes, institutions et ressources pour améliorer la santé de la population qu'elles servent, tout en répondant aux attentes légitimes des gens et en les protégeant contre le coût de la mauvaise santé par diverses activités dont le but premier est d'améliorer la santé.

Systèmes de santé résilients face aux changements climatiques – Systèmes capables d'anticiper les chocs et le stress liés au climat, d'y réagir, d'y faire face, de s'en rétablir et de s'y adapter afin d'améliorer en permanence la santé de la population, malgré un climat instable (OMS, 2015).

Variabilité du climat (ou variabilité interne du climat) – Variations de l'état moyen et autres statistiques (comme les écarts-types, la présence d'extrêmes, etc.) du climat sur toutes les échelles spatiales et temporelles au-delà de celles des événements météorologiques individuels. La variabilité peut être due à des processus internes naturels dans le système climatique (variabilité interne), ou à des variations du forçage externe naturel ou anthropique (variabilité externe) (GIEC, 2007).

Vecteur – Organisme, tel qu'un insecte, qui transmet un agent pathogène (virus, bactérie ou parasite) d'un hôte à un autre [GIEC, 2001].

Vulnérabilité – La propension ou la prédisposition à être atteint négativement. La vulnérabilité peut être causée par la sensibilité d'un individu, le lieu géographique, les facteurs socioéconomiques et tout un éventail d'autres facteurs qui déterminent la sensibilité d'un individu ou d'une communauté face à l'aléa et sa capacité à faire face à un événement. Par exemple, certaines personnes peuvent être vulnérables à des périodes de chaleur accablante en fonction de leur lieu de résidence (certaines parties d'une ville deviennent plus chaudes que d'autres) et des caractéristiques de leur habitation (présence ou non d'une ventilation transversale) (GIEC, 2014).

Zoonose – Maladie infectieuse des vertébrés, comme la rage, qui peut être transmise aux humains (OMS, 2003).

Références

- Albrecht, G. (2011). Chronic environmental change: Emerging “psychoterratic” syndromes. Dans I. Weissbecker (éd.), *Climate Change and Human Well-being* (pages 43-56). New York, NY: Springer.
- Albrecht, G. (2012). Psychoterratic conditions in a scientific and technological world. Dans P. Kahn, et P. Hasbach (éds.), *Ecopsychology: Science, Totems, and the Technological Species* (pages 241-264). MIT Press.
- Berry, P., Clarke, K.-L., Fleury, M. D., et Parker, S. (2014). Santé humaine. Dans F. J. Warren et D. S. Lemmen (éd.), *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation* (pages 191 à 232). Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.643395/publication.html>>
- Brown, K., et Westaway, E. (2011). Agency, capacity, and resilience to environmental change: Lessons from human development, well-being, and disasters. *Annual Review of Environment and Resources*, 36, 321–342. <<https://doi.org/10.1146/annurev-environ-052610-092905>>
- Bush, E., et Lemmen D. (éd.). (2019). *Rapport sur le climat changeant du Canada*. Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. Consulté sur le site <<https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/>>
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2020). *Foodborne germs and illnesses*. Consulté sur le site: <<https://www.cdc.gov/foodsafety/foodborne-germs.html>>
- Commission de la santé mentale du Canada (CSMC). (2018). *L'esprit du travail: Auto observation du Continuum*. Consulté sur le site: <<https://www.espritautravail.ca/auto-observation-du-continuum>>
- Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). (n.d). *Methodologies and Tools to Evaluate Climate Change Impacts and Adaptation*. Consulté sur le site: <<https://unfccc.int/methodologies-and-tools-to-evaluate-climate-change-impacts-and-adaptation>>
- Croix-Rouge Canadienne, Salvation Army, et St. John Ambulance. (n.d.). *Projet du secteur bénévole portant sur le cadre d'action en cas de situations d'urgence sanitaire* (2^e éd.). Consulté sur le site: https://www.croixrouge.ca/crc/documentsfr/3-1-4-2_vs_framework_for_he_2nd_edition_fr.pdf
- Cunsolo, A., et Ellis, N. R. (2018). Ecological grief as a mental health response to climate change-related loss. *Nature Climate Change*, 8(4), 275-281. <<https://doi.org/10.1038/s41558-018-0092-2>>
- Environnement Canada. (2001). *Menaces pour les sources d'eau potable et les écosystèmes aquatiques au Canada*. Rapport no1, Série de rapports d'évaluation scientifique de l'INRE. Burlington, Ontario: Institut national de la recherche sur les eaux. Consulté sur le site: <<https://publications.gc.ca/collections/Collection/En40-237-1-2001F.pdf>>
- Environnement Canada. (2016). Principaux contaminants atmosphériques : ozone troposphérique. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/pollution-atmospherique/polluants/principaux-contaminants/ozone-tropospherique.html>>
- Réseau fédéral-provincial-territorial (F-P-T) de préparation et d'intervention en cas d'urgence. (2004). *National framework for health emergency management: Guideline for program development*. Prepared for the Conference of F/P/T Ministers of Health.
- Gouvernement du Canada. (2012). Règlement sur la réduction des émissions de dioxyde de carbone – secteur de l'électricité thermique au charbon (DORS/2012-167). Gazette du Canada Partie II, 146(19). Consulté sur le site: <<https://gazette.gc.ca/rp-pr/p2/2012/2012-09-12/html/sor-dors167-fra.html>>
- Gouvernement du Canada. (2019). *Déterminants sociaux de la santé et inégalités en santé*. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/promotion-sante/sante-population/est-determine-sante.html>>
- Gouvernement du Canada. (2020). *Outil d'évaluation des bénéfices liés à la qualité de l'air (OEBQA)*. Consulté sur le site: <https://science.gc.ca/eic/site/063.nsf/fra/h_97170.html>
- Gouvernement du Canada. (2021). *Savoir autochtone*. Consulté sur le site: <<https://www.canada.ca/fr/agence-evaluation-impact/programmes/consultation-autochtones-cadre-evaluations-environnementales-federales/initiative-cadr-strategique-savoir-autochtone/savoir-autochtone.html>>
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2007). Résumé à l'intention des décideurs. Dans *Bilan 2007 des changements climatiques: Impacts, adaptation et vulnérabilité*, M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, et C.E. Hanson (éd.). *Contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation*. (pp. 7-22). Cambridge, Royaume-Uni: Cambridge University Press.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2018). Annexe I: Glossaire (J.B.R. Matthews, éd.). Dans : *Réchauffement planétaire de 1,5 °C, Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale au changement climatique, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté*, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, et T. Waterfield (éd.). Consulté sur le site: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_french.pdf>

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2001). *Climate change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (J.J. McCarthy, O. F. Canziani, N. A. Leary, D. J. Dokken, et K. S. White, Eds.). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (V. R. Barros, C. B. Field, D. J. Dokken, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, et L. L. White (Eds.)). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

Koger, S. M., Leslie, K. E., et Hayes, E. D. (2011). Climate Change: Psychological Solutions and Strategies for Change. *Ecopsychology*, 3(4), 227–235. <<https://doi.org/10.1089/eco.2011.0041>>

Nakicenovic, N., Alcamo, J., Davis, G., de Vries, B., Fenhann, J., Gaffin, S., Gregory, K., Griibler, A., Jung, T. Y., Kram, T., Lebre La Rovere, E., Michaelis, L., Mori, S., Morita, T., Pepper, W., Pitcher, H., Price, L., Riahi, K., Roehrl, A., Rogner, H.-H ... Dadi, Z. (2000). *Special Report on Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

National Cancer Institute (NCI). (n.d.). *Dictionary of Cancer Terms*. Consulté sur le site: <<https://www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def/premature-death>>

Nations Unies. (2013). *Water Security and the Global Water Agenda: A UN-Water Analytical Brief*. Hamilton, ON: United Nations, Institute for Water, Environment et Health. Consulté sur le site: <<https://www.unwater.org/publications/water-security-global-water-agenda/>>

Organisation mondiale de la santé (OMS). (2003). *Climate Change and Human Health: Risks and Responses* (A. J. McMichael, D. H. Campbell-Lendrum, C. F. Corvalán, K. L. Ebi, A. K. Githeko, J. D. Scheraga, et A. Woodward, Eds.). Geneva, Switzerland. Consulté sur le site: <<https://www.who.int/globalchange/publications/climchange.pdf>>

Organisation mondiale de la santé (OMS). (2015). *Cadre opérationnel pour renforcer la résilience des systèmes de santé face au changement climatique*. Genève, Suisse. Consulté sur le site : <<https://www.who.int/fr/publications/i/item/operational-framework-for-building-climate-resilient-health-systems>>

Organisation mondiale de la santé (OMS). (2018). *Santé mentale: renforcer notre action*. Consulté sur le site: <<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response>>

Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). (2005). *Cadre des politiques d'adaptation au changement climatique: Élaboration de stratégies, politiques et mesures* (B. Lim, et E. Spanger-Siegfried, éd.). Cambridge, Royaume-Uni: Cambridge University Press

Programme des Nations Unies pour l'environnement. (2018). *The Adaptation Gap Report 2018*. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme.

Resilience Alliance. (2007). *Glossary*. Consulté sur le site: <<https://www.resalliance.org/glossary>>

Santé Canada. (2005). *Stratégie de mise en oeuvre d'un cadre de gestion intégrée du risque à Santé Canada*. Consulté sur le site: <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.682521/publication.html>>

Santé Canada. (2007). *Glossaire*. Consulté sur le site : <https://www.canada.ca/fr/emploi-developpement-social/programmes/prets-bourses-canadiens-etudiants/glossaire.html#glossaire_pz>

Séguin, J. (éd.). (2008). *Santé et changements climatiques: évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada*. Ottawa, ON: Gouvernement of Canada. Consulté sur le site <<https://publications.gc.ca/site/fra/9.635906/publication.html>>

U.S. Global Change Research Program (USGCRP). (2016). *The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment* (A. Crimmins, J. Balbus, J. L. Gamble, C. B. Beard, J. E. Bell, D. Dodgen, R. J. Eisen, N. Fann, M. D. Hawkins, S. C. Herring, L. Jantarasami, D. M. Mills, S. Saha, M. C. Sarofim, J. Trtanj, et L. Ziska, Eds.). Washington, DC: U.S. Global Change Research Program. <<http://dx.doi.org/10.7930/JQR49NQX>>

Wu, S., Mickley, L. J., Leibensperger, E. M., Jacob, D. J., Rind, D., et Streets, D. G. (2008). Effects of 2000-2050 change on ozone air quality in the United States. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113(D6), D06302. doi:10.1029/2007JD008917