



CHAPITRE 5 : PERSPECTIVES RELATIVES À LA RÉGION DE LA CÔTE NORD DU CANADA

Auteurs principaux :

James D. Ford (*Université McGill*), Trevor Bell (*Université Memorial de Terre-Neuve*) et Nicole J. Couture (*Ressources naturelles Canada*)

Auteurs collaborateurs :

David E. Atkinson (*Université de Victoria*), Clara Champalle (*Université McGill*), Ashlee Cunsolo Willox (*Université Cape Breton*), Jackie Dawson (*Université d'Ottawa*), Marianne Falardeau-Côté (*Université McGill*), Melanie Flynn (*Université McGill*), Sherilee Harper (*Université de Guelph*), Thomas S. James (*Ressources naturelles Canada*), Jolène Labbé (*Université McGill*), Thierry Lanz (*Université de Victoria*), Ian Mauro (*Université de Winnipeg*), Erin Myers (*Santé Canada*), Nicholas Ogden (*Agence de la santé publique du Canada*), Kathleen Parewick (*Université Memorial de Terre-Neuve*), Tristan Pearce (*University of Sunshine Coast*), Boris Radosavljevic (*Institut Alfred Wegener*), Rudy Riedlsperger (*Université Memorial de Terre-Neuve*), Jesse Sayles (*Arizona State University*) et Martin Tremblay (*Affaires autochtones et du Nord Canada*)

Notation bibliographique recommandée :

Ford, J.D., T. Bell et N.J. Couture. « Perspectives relatives à la région de la côte Nord du Canada », dans *Le littoral maritime du Canada face à l'évolution du climat*, D.S. Lemmen, F.J. Warren, T.S. James et C.S.L. Mercer Clarke (éd.); Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario), 2016, p. 153–208.

TABLE DES MATIÈRES

PRINCIPALES CONCLUSIONS	155	3 VULNÉRABILITÉ	174
1 INTRODUCTION	156	3.1 INFRASTRUCTURE ET TRANSPORT	174
2 LA CÔTE NORD DU CANADA	156	3.1.1 ENVIRONNEMENT BÂTI	174
2.1 COLLECTIVITÉS ET ÉCONOMIE	157	3.1.2 SENTIERS SEMI-PERMANENTS	177
2.2 ENVIRONNEMENT PHYSIQUE	158	3.2 SANTÉ ET BIEN-ÊTRE	178
2.2.1 CLIMAT	158	3.3 AFFAIRES ET ÉCONOMIE	181
2.2.2 GÉOLOGIE ET GÉOMORPHOLOGIE	158	3.4 CULTURE ET ÉDUCATION	182
2.2.3 PERGÉLISOL ET GLACE DE SOL	161	3.5 RÉCOLTE DE SUBSISTANCE	184
2.2.4 GLACE DE MER	162	4 PLANIFICATION DE	
2.2.5 VAGUES ET ONDES DE TEMPÊTE	162	L'ADAPTATION DAns	
2.3 SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES	165	LE nORD	185
2.4 CHANGEMENTS DANS		4.1. ÉMERGENCE DE L'ADAPTATION	185
LES CONDITIONS ET		4.2 SITUATION ACTUELLE DE LA	
LES PROCESSUS CÔTIERS	166	PLANIFICATION DE L'ADAPTATION	189
2.4.1 TEMPÉRATURE ET PRÉCIPITATIONS	166	4.3 LACUNES DÉFINIES AU NIVEAU DES	
2.4.2 GLACE DE MER	166	RECHERCHES SUR L'ADAPTATION	191
2.4.3 INTENSITÉ DES TEMPÊTES	169	4.3.1 VULNÉRABILITÉ	191
2.4.4 NIVEAU DE LA MER ET NIVEAUX		4.3.2 ADAPTATION	191
D'EAU EXTRÊMES	169	5 RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS	192
2.4.5 PERGÉLISOL	171	6 RÉFÉRENCES	192
2.5 OBSERVATIONS AUTOCHTONES SUR			
LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	171		

PRINCIPALES CONCLUSIONS

L'environnement et les caractéristiques socioéconomiques de la côte Nord sont uniques. Principalement habité par des populations autochtones vivant dans de petites collectivités éloignées, le littoral nordique du Canada est vaste, représentant plus de 70 % de tout le littoral canadien. La présence de glace de mer est une caractéristique distinctive de ce littoral et a une incidence sur l'accès au transport, façonne les processus géomorphologiques et offre une plate-forme pour des activités de récolte ayant une valeur culturelle et une importance économique. Les caractéristiques sociales, économiques et démographiques des collectivités du littoral nordique diffèrent considérablement de la moyenne canadienne, la mise en valeur des ressources et l'administration publique étant les piliers des économies nordiques.

La côte Nord est un point névralgique dans le contexte des changements climatiques à l'échelle mondiale. La région a connu l'un des changements climatiques les plus rapides du monde entier, et les changements climatiques futurs prévus pour le littoral nordique continueront d'être importants. Les répercussions sur l'environnement physique comprennent une diminution de la concentration de glace de mer, un déglacement hâtif et une prise des glaces tardive, un allongement de la saison d'eau libre exempte de glace, le réchauffement et le dégel du pergélisol, l'érosion côtière, l'élévation du niveau de la mer et des modifications du régime météorologique, y compris les vents et les vagues.

Les collectivités, les écosystèmes et les activités économiques du littoral nordique sont touchés par les impacts des changements climatiques. De nombreuses collectivités sont très sensibles aux impacts des changements climatiques, puisqu'elles sont situées sur des côtes de faible altitude et qu'elles ont des infrastructures bâties sur le pergélisol, des économies étroitement liées aux ressources naturelles et une dépendance à l'égard des activités de récolte terrestres. Les impacts négatifs des changements climatiques dans une variété de secteurs ont été bien documentés dans l'ensemble du littoral nordique. Les nouvelles possibilités associées à une plus longue saison de navigation en eau libre, exempte de glace, sont également reconnues, mais une circulation maritime accrue engendre également des risques.

Les changements climatiques aggraveront les vulnérabilités existantes. La vulnérabilité varie considérablement en fonction de la région et de la collectivité et, au sein des collectivités, en fonction du lieu géographique, de la nature des impacts des changements climatiques et des facteurs humains. La capacité de gérer les changements climatiques est élevée dans certains secteurs, comme la récolte de subsistance et la santé, mais est minée par des changements sociétaux à long terme. Dans d'autres secteurs, comme l'infrastructure, des limites à la capacité de gestion (p. ex. institutionnelle, financière et réglementaire) des risques climatiques engendrent de grandes vulnérabilités persistantes.

Les collectivités et les industries côtières nordiques s'adaptent. Des mesures d'adaptation ont déjà été mises en place dans le Nord, et on a documenté des exemples de planification de l'adaptation à tous les paliers de gouvernement. L'efficacité et l'exhaustivité des réactions existantes n'ont pas été évaluées, même si on a cerné des obstacles à l'adaptation, entre autres les ressources limitées, la capacité institutionnelle et le manque de recherches « utilisables ». Les renseignements accessibles au public sur la manière dont le secteur privé aborde l'adaptation sont limités.

Les mesures d'adaptation supplémentaires possibles sont variées. L'intégration de l'adaptation dans les initiatives et les priorités stratégiques courantes, afin d'aborder les facteurs déterminants socioculturels sous-jacents de la vulnérabilité, peut aider à aborder les risques posés par les changements climatiques au niveau des activités de récolte, de la culture et de la santé. Des mesures d'adaptation visant des risques climatiques particuliers sont également nécessaires, surtout pour gérer les impacts des changements climatiques sur les infrastructures communautaires et industrielles.

1 INTRODUCTION

Les côtes du nord du Canada sont confrontées à des changements climatiques considérables. Les modèles climatiques prévoient qu'elles seront sujettes à des changements climatiques parmi les plus marqués du monde (voir le chapitre 2; Anisimov et al., 2007; Prowse et Furgal, 2009; Larsen et al., 2014). Les changements dans les tendances des températures et des précipitations, dans les conditions de glace de mer et dans la saisonnalité sont bien documentés, tout comme leurs répercussions sur les modes de vie traditionnels, la santé, la souveraineté, la sécurité, la mise en valeur des ressources et les infrastructures (Furgal et Prowse, 2008; Prowse et Furgal, 2009; Ford et al., 2012b).

Une augmentation rapide du nombre de recherches mettant l'accent sur les aspects biophysiques et humains des changements climatiques sur les côtes nordiques s'est produite au cours de la dernière décennie, et beaucoup d'évaluations, d'examen des ouvrages publiés et d'analyses de carence ont été réalisés afin de se rendre compte du niveau de compréhension actuel. Ces rapports peuvent être groupés de la façon suivante :

- **Évaluations à l'échelle de l'Arctique entier :** Ces examens portent sur l'Arctique dans son ensemble, les renseignements sur les côtes nordiques du Canada se trouvant dans des chapitres spécifiques relatifs à ce sujet. Il s'agit, entre autres, de l'*Arctic Climate Impact Assessment* (Arctic Climate Impact Assessment, 2005), des rapports de l'Année polaire internationale (Kulkarni et al., 2012), du chapitre sur les « Régions polaires » des rapports d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Anisimov et al., 2007; Larsen et al., 2014), du rapport intitulé *Human Health in the Arctic* (AMAP, 2009), du rapport intitulé *State of the Arctic Coast 2010* (Forbes, 2011), du rapport portant sur *l'Évaluation de la navigation maritime dans l'Arctique 2009* (Conseil de l'Arctique, 2009), du premier *Rapport sur le développement du l'humain dans l'Arctique* (Rapport sur le développement du l'humain dans l'Arctique, 2004) et du deuxième *Rapport sur le développement du l'humain dans l'Arctique* (Larsen et al., 2015), de même que l'*Arctic Resilience Interim Report 2013* (Conseil de l'Arctique, 2013).
- **Évaluations pancanadiennes :** Ces examens visent à documenter l'état des connaissances sur les changements climatiques au Canada dans son ensemble, avec des chapitres spécifiques consacrés au Nord canadien. Cela comprend les chapitres sur le nord de *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007* (Lemmen et al., 2008; Prowse et Furgal, 2009) et de *Santé et changements climatiques : évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada* (Seguin, 2008).
- **Examens axés sur le nord :** Ces examens et documents de synthèse mettent l'accent sur l'état des connaissances sur les changements climatiques dans le nord du Canada et comprennent *Putting the Human Face on Climate Change* (Nickels et al., 2006), l'Étude internationale du plateau continental arctique canadien (Fortier et al., 2008), les travaux utilisant des revues systématiques de la littérature mettant l'accent sur la région désignée des Inuvialuit (RDI) et l'est de

l'Arctique (Ford et Pearce, 2010; Bolton et al., 2011; Ford et al., 2012a, b, 2014a) de même que les rapports des Études d'impact régionales intégrées (EIRI) d'ArcticNet (Allard et Lemay, 2012).

- **Études sectorielles mettant l'accent sur le nord du Canada :** Ces études approfondissent des sous-secteurs particuliers dans les régions nordiques, caractérisent le niveau de compréhension actuel au chapitre des impacts, de l'adaptation et de la vulnérabilité et cernent les priorités en matière de recherches futures, entre autres les évaluations portant sur la santé (Furgal et Seguin, 2006) et l'infrastructure bâtie (Ford et al., 2014c).

Ces examens complets permettent de comprendre de façon générale les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation liés aux changements climatiques dans le nord du Canada. Le présent chapitre complète et met à jour ces évaluations antérieures, en se concentrant particulièrement sur les régions côtières du Nord canadien et en mettant fortement l'accent sur les collectivités et les économies. Il aborde le contexte et les processus physiques qui rendent les collectivités et les milieux de la région de la côte Nord particulièrement sensibles aux changements climatiques, en mettant l'accent sur la réduction de la glace de mer, le dégel du pergélisol et l'élévation du niveau de la mer en tant que principaux moteurs du changement. La discussion des vulnérabilités actuelles et potentielles des secteurs socioéconomiques reflète l'accent mis dans les ouvrages disponibles sur l'environnement bâti (en particulier dans les collectivités éloignées et en rapport avec les transports), sur les économies de subsistance et les économies naissantes liées aux ressources, sur la santé, le bien-être et la culture de la collectivité ainsi que sur les moyens de subsistance traditionnels. Le chapitre se termine par des examens de la planification de l'adaptation dans la région de la côte Nord de même que des lacunes au niveau des connaissances susceptibles de limiter les mesures d'adaptation. Même si la côte Nord du Canada abrite des patrimoines culturels variés, y compris les Premières nations, les Inuits, les Métis et les non-Autochtones, le chapitre sur la côte Nord met fortement l'accent sur les Inuits, en raison du fait qu'ils sont plus souvent le sujet des ouvrages disponibles.

2 LA CÔTE NORD DU CANADA

Le littoral nordique du Canada est vaste, couvrant plus de 176 000 km du Yukon à l'ouest au Labrador à l'est, et englobe plus de 70 % de toutes les côtes canadiennes. Trois territoires (le Yukon, les Territoires du Nord-Ouest et le Nunavut) et quatre provinces (Manitoba, Ontario, Québec, Terre-Neuve-et-Labrador) ont des littoraux nordiques (figure 1), de même que des régions visées par un accord sur une revendication territoriale conclus avec des populations autochtones (Région désignée des Inuvialuit, Nunavik, Nunavut, Nunatsiavut, Convention de la Baie-James et du Nord québécois). La région de la côte Nord du Canada accueille 58 collectivités et plus de 70 000 personnes, dont la majorité est inuite, métisse ou des Premières Nations. Toutes les collectivités inuites du Canada, à l'exception de Baker Lake, au Nunavut, et de Kuujuaq au Nunavik (Québec), sont situées sur la côte Nord.



FIGURE 1 : Emplacement de la région de la côte Nord. Les collectivités sont illustrées par de petites étoiles. Abréviations : T.N.-O., Territoires du Nord-Ouest et T.N.-L., Terre-Neuve-et-Labrador.

L'étendue et le climat de la côte Nord la différencient des côtes Ouest et Est du Canada, de même que la présence de glace de mer pendant une grande partie de l'année. Les collectivités bordant le littoral nord du Canada présentent des caractéristiques socioculturelles et démographiques et des économies distinctives, entre autres l'utilisation de la région côtière pour des activités de récolte ayant une valeur culturelle et une importance économique. Par conséquent, la « côte » dans le présent chapitre est définie comme un prolongement du trait de côte (l'interface entre la terre et l'eau) à la fois vers la terre et vers la mer de manière à inclure la glace de mer et l'eau libre, qui sont essentielles aux activités de déplacement et de récolte et donc à la durabilité et au bien-être des collectivités et des écosystèmes côtiers (voir le chapitre 1). Certaines collectivités mentionnées dans le présent chapitre se situent plus loin du littoral maritime, vers l'intérieur des terres (p. ex. Inuvik dans les Territoires du Nord-Ouest, Kuujuaq au Québec) mais ont été incluses en raison de leurs solides liens avec l'environnement maritime du point de vue des activités culturelles, de la subsistance et du transport.

La présente section fournit des renseignements généraux sur les collectivités et l'environnement de la région de la côte Nord du Canada, en mettant l'accent sur leurs caractéristiques distinctives. On porte une attention particulière aux principaux attributs physiques de la zone côtière en climat froid. Les écosystèmes côtiers sont abordés dans le contexte des services écosystémiques et de la manière dont ils constituent un élément essentiel de la durabilité des économies de subsistance nordiques et du bien-être culturel. Cette section se termine par un exposé de la manière dont les changements climatiques provoquent des changements physiques le long de la côte Nord, en soulignant la variabilité régionale de l'ampleur des changements et de la sensibilité de l'environnement.

2.1 COLLECTIVITÉS ET ÉCONOMIE

La population de la côte Nord du Canada habite principalement dans de petites collectivités éloignées d'une taille variant entre 112 personnes à Sachs Harbour, dans les Territoires du Nord-Ouest, à 6 699 personnes à Iqaluit, au Nunavut (Statistique Canada, 2011). La plupart des collectivités sont accessibles par avion toute l'année et par bateau pendant la saison d'eau libre, et seules quelques collectivités (p. ex. Inuvik dans les Territoires du Nord-Ouest et Chisasibi au Québec) sont accessibles toute l'année par la route. Churchill au Manitoba et Moosonee en Ontario sont les seules collectivités de la côte Nord dotées d'un accès ferroviaire. Le Port de Churchill exporte principalement du grain pendant la saison où l'eau est exempte de glace, entre juillet et novembre, et est la plus grosse installation portuaire de la côte Nord (Bristow et Gill, 2011). D'autres ports répondent aux besoins locaux et régionaux associés à l'approvisionnement des collectivités et des industries nordiques.

Les économies des collectivités de la région de la côte Nord englobent une combinaison d'emplois rémunérés et de chasse, de pêche et de trappage de subsistance, soit une combinaison caractéristique de ce que certains ont appelé une économie de type « mixte » (Gombay, 2005; Wenzel, 2013). Les deux composantes sont interdépendantes dans la vie contemporaine des collectivités côtières nordiques, au point où Gombay (2005, 2007) affirme que la distinction entre les deux économies s'estompe de plus en plus. Ainsi, la capacité d'entreprendre des activités de récolte dépend de l'accès à des ressources financières pour acheter l'équipement et le carburant nécessaires à la chasse et à la pêche. De même, la capacité des personnes qui occupent un emploi rémunéré d'accéder à des aliments traditionnels ayant une valeur culturelle dépend de leur accès à des réseaux de partage. Des réseaux de partage complexes dans lesquels on échange des aliments (p. ex., les fruits de la chasse et de la pêche) et d'autres ressources (p. ex. des ressources financières) se sont créés dans les collectivités côtières contemporaines, sous l'influence des pratiques d'échange historiques, même s'il s'avère qu'ils subissent des pressions croissantes (p. ex. Gombay, 2005, 2007; Collings, 2011; Harder et Wenzel, 2012; Wenzel, 2013).

L'économie rémunérée des collectivités côtières nordiques repose en grande partie sur l'administration publique, l'extraction des ressources et l'artisanat, le tourisme étant également important dans certaines régions. Les emplois rémunérés sont proportionnellement plus importants et plus développés dans les plus grosses collectivités, comme Inuvik, Iqaluit, Kuujuaq et Rankin Inlet, qui servent de porte d'entrée aux régions dans lesquelles elles sont situées (Furgal et Prowse, 2008; Inuit Tapiriit Kanatami, sans date; Poppel et al., 2015).

La mise en valeur des ressources, sous forme d'exploitation minière et d'exploration pétrolière et gazière, constitue environ le quart du PIB des trois territoires nordiques, par comparaison avec 8 % pour le Canada dans son ensemble (Agence canadienne de développement économique du Nord, 2014). Les activités minières ont pris une expansion considérable au cours de la dernière décennie dans l'est de l'Arctique côtier, avec la mise en valeur de nouvelles mines de différentes tailles et de différents types, soit des mines d'or, de nickel, de plomb, de zinc, de fer, d'uranium, de

cuivre, d'argent, de platine, de palladium et de cobalt. Le Nunavut compte actuellement deux mines en exploitation, avec d'autres mines à l'étape de la mise en valeur et d'importantes activités d'exploration en cours (Affaires autochtones et Développement du Nord Canada, 2015a, b). L'ouest de l'Arctique côtier recèle des réserves extracôtières potentielles pouvant atteindre 150 mille milliards de pieds cubes de gaz naturel et plus de 15 milliards de barils de pétrole (Government of the Northwest Territories, 2015). De nombreux projets d'infrastructure associés à la mise en valeur des ressources ont été annoncés pour la côte Nord ces dernières années, y compris la construction de la route toutes saisons de 140 km entre Inuvik et Tuktoyaktuk, dont l'achèvement est prévu en 2018, de même que des investissements dans l'infrastructure portuaire du Nord.

L'administration publique est un employeur majeur dans les trois territoires nordiques, comptant pour 18 % du PIB (par comparaison avec 7 % à l'échelle du Canada; Agence canadienne de développement économique du Nord, 2014) et 23 % (12 300 postes) de l'ensemble de la population active (Emploi et Développement social Canada, 2014a, b). En 2011, les traitements et salaires liés au secteur public totalisaient plus de 800 millions de dollars dans les Territoires du Nord-Ouest et 500 millions de dollars au Nunavut (Statistique Canada, 2011). Ensemble, la mise en valeur des ressources et l'administration publique comptent pour plus de 40 % du PIB dans le Nord canadien (Agence canadienne de développement économique du Nord, 2014).

Plusieurs collectivités côtières nordiques conservent un lien étroit avec l'environnement, les aliments traditionnels tirés de la chasse, de la pêche et du trappage revêtant une grande importance sociale, économique et alimentaire. Dans l'ouvrage intitulé *Survey of Living Conditions in the Arctic* (enquête sur les conditions de vie dans l'Arctique), par exemple, on a établi que la majorité (74 %) des répondants du nord du Canada tirent la moitié ou plus de leur viande et de leur poisson de sources traditionnelles (Poppel *et al.*, 2015). Les aliments traditionnels sont très partagés à l'intérieur des collectivités aussi bien qu'entre elles, et ils sous-tendent les cultures autochtones dans tout le Nord (Kuhnlein *et al.*, 2001; Chan *et al.*, 2006; Kuhnlein et Receveur, 2007), la capacité d'entreprendre ces activités variant en fonction de facteurs comme les conditions météorologiques, les conditions de glace, la santé animale et le comportement migratoire. Outre la dépendance des régions nordiques à l'égard d'itinéraires de transport sensibles au climat, les cultures d'alimentation traditionnelle rendent les collectivités côtières nordiques plus sensibles aux conditions environnementales changeantes (Furgal et Seguin, 2006; Ford *et al.*, 2010c) que les collectivités dans le sud du pays.

Les caractéristiques sociales et démographiques des collectivités côtières nordiques diffèrent elles aussi considérablement de la moyenne canadienne. Le chômage est un problème chronique dans beaucoup de régions, dépassant 50 % dans certaines communautés, la participation au marché du travail étant également plus faible que dans le reste du Canada (Inuit Tapiriit Kanatami, 2008; Nunavut Tunngavik Incorporated, 2014). Même si le revenu médian des ménages dans certaines régions est supérieur à la moyenne canadienne, le coût de la vie est considérablement plus élevé. Par exemple, les aliments dans les collectivités inuites coûtent en général au moins le double de la moyenne

canadienne (Egeland *et al.*, 2010; Huet *et al.*, 2012). Le Nunavut a le plus haut taux de fertilité au Canada, avec près de trois enfants par femme comparé à une moyenne nationale de 1,6 enfant par femme, et des taux supérieurs à la moyenne sont également documentés ailleurs dans le Nord (Nunavut Tunngavik Incorporated, 2010, 2012; Larsen *et al.*, 2015). En conséquence, la population du nord est plus jeune que celle du Canada dans son ensemble, l'âge moyen des Inuits étant de 21 ans au Nunavut et au Nunavik et de 26 ans dans la région désignée des Inuvialuits (Statistique Canada, 2013). Les collectivités côtières nordiques doivent composer avec les défis que représentent un accès limité aux services de santé, des logements surchargés et de mauvaise qualité, des préoccupations quant à la qualité de l'eau potable et à l'hygiène, des niveaux élevés d'insécurité alimentaire et un faible niveau d'instruction (Chatwood et Young, 2010; Knotsch et Kinnon, 2011; Young et Chatwood, 2011; Chatwood *et al.*, 2012). Plusieurs de ces défis reflètent les changements socioculturels profonds qui ont balayé le Nord pendant la seconde moitié du vingtième siècle, y compris la réinstallation de peuples auparavant semi-nomades dans des collectivités permanentes, les pensionnats, le développement de l'économie rémunérée et la migration en provenance du sud du Canada (Damas, 2002; Cameron, 2012; Wenzel, 2013).

2.2 ENVIRONNEMENT PHYSIQUE

2.2.1 CLIMAT

L'océan Arctique couvert de glace est la clef de voûte du système climatique arctique (Melling *et al.*, 2012). La région de la côte Nord du Canada est caractérisée par des hivers longs et froids entrecoupés d'étés courts et frais. Les précipitations y sont faibles et se produisent surtout en été. La présence de glace de mer pendant une grande partie de l'année réduit considérablement l'influence modératrice de l'océan. Cela se traduit par des températures extrêmement froides en hiver et par un refroidissement local le long de la côte en été.

La variabilité annuelle de la température est beaucoup plus grande dans la région de la côte Nord que sur les autres côtes du Canada. Pendant une grande partie de l'année, le courant-jet tend à être au sud de la plupart des côtes nordiques et la région est généralement dominée par des masses d'air froid en hiver. Des événements épisodiques d'advection d'air chaud en hiver peuvent apporter de la pluie verglaçante, du brouillard et des conditions de fonte, ce qui pose des problèmes pour le transport et les collectivités. Ces événements d'advection d'air chaud se manifestent plus fréquemment depuis quelques années (Wang, 2006), phénomène que l'on associe à la plus grande variabilité du courant-jet (Francis et Vavrus, 2012). Les parties ouest et nord de l'Arctique canadien reçoivent peu de précipitations (<300 mm par an) et sont sujettes à relativement peu de tempêtes. Au contraire, l'est de l'Arctique, en particulier le Labrador, le Nunavik et l'île de Baffin, reçoit beaucoup plus de précipitations annuelles (jusqu'à 1000 mm) découlant de tempêtes plus fréquentes se déplaçant le long de la trajectoire de tempête de la baie de Baffin (voir le chapitre 2).

2.2.2 GÉOLOGIE ET GÉOMORPHOLOGIE

La côte Nord est caractérisée par une grande variété d'environnements, décrits dans des études réalisées à l'échelle régionale (p.

ex. Owens, 1994; Shaw *et al.*, 1998; Forbes et Hansom, 2012) et dans des études mettant l'accent sur les conditions côtières dans des collectivités particulières (p. ex. Hatcher *et al.*, 2011; Forbes *et al.*, 2014; Smith et Forbes, 2014; Hatcher et Forbes, sous presse). Un élément de contrôle important des processus côtiers est la géologie, puisque quelque 62 % des côtes nordiques sont constituées de matériaux non lithifiés qui sont plus sensibles aux processus d'érosion et de sédimentation associés à la dynamique côtière que les côtes constituées de roche en place plus résistante (figure 2). Un autre élément de contrôle important, abordé en détail au chapitre 2, est le changement du niveau relatif de la mer. Les ajustements isostatiques glaciaires ont entraîné une chute du niveau relatif de la mer dans de nombreuses régions depuis plusieurs milliers d'années. La baie d'Hudson et certaines parties du centre de l'archipel Arctique canadien (AAC) ont connu le plus important soulèvement postglaciaire de la croûte terrestre au Canada. On retrouve à des élévations pouvant atteindre 200 m des terrasses de plage soulevées, des deltas perchés et des terrasses maritimes qui indiquent les niveaux antérieurs de la mer. Là où le relief est bas, ces indices peuvent se trouver à des dizaines, voire des centaines de kilomètres à l'intérieur des terres.

Dans l'est de l'Arctique côtier, les fjords aux falaises abruptes creusées dans de la roche en place résistante caractérisent la morphologie côtière (Syvitski *et al.*, 1987). On trouve des zones intertidales parsemées de rochers dans certaines zones macrotidales au sud de l'île de Baffin, comme à Iqaluit et Pangnirtung, et autour de la baie d'Ungava (p. ex. Lauriol et Gray, 1980; McCann *et al.*, 1981; Forbes et Hansom, 2012). Des glaciers s'avancent jusqu'au trait de côte sur de nombreuses îles, alors que les plate-formes de glace flottante ne se trouvent que dans le nord de l'île d'Ellesmere (encadré 1). En raison du fait que les côtes de roche en place sont très résistantes, les taux d'érosion ne sont que de l'ordre de quelques millimètres par an (p. ex. Allard et Tremblay, 1983). Dans les régions où l'avant-pays est constitué de sédiments non lithifiés, l'érosion peut être de l'ordre de 0,3 à 0,5 m/an, et des taux pouvant

atteindre 0,3 à 0,5 m/jour ont été enregistrés sur l'île Bylot, au Nunavut, lors d'un phénomène de tempête extrême (Taylor, 1980).

Les côtes nord-ouest des îles de la Reine-Élisabeth (IRE) que bordent l'océan Arctique sont généralement plus basses et se sont formées dans des roches sédimentaires faiblement lithifiées (figure 2). Cette région microtidale présente peu d'eau libre, ce qui limite la dynamique côtière, et la modification du littoral est en majeure partie attribuable à l'action de la glace de mer (p. ex. Forbes et Taylor, 1994). Les côtes intérieures des IRE présentent une géologie et une topographie variables, mais ont en commun un milieu où l'énergie des vagues est faible en raison de la présence prolongée d'une couverture de glace. Plus au sud, autour des îles Melville et Bathurst, la saison d'eau libre tend à être plus longue, ce qui accroît l'influence de l'action des vagues sur les plages de gravier et de sable, mais des signes de poussée glaciaire sont également évidents. Les plages de gravier des détroits de Jones et Lancaster sont modifiées pendant les tempêtes, mais les changements à long terme sont minimes (Shaw *et al.*, 1998; St-Hilaire-Gravel *et al.*, 2012). Le continent et la partie sud de l'AAC connaissent une chute du niveau relatif de la mer. Le relief d'ensemble est généralement bas et les côtes de roche en place sont largement répandues, quoique l'est de l'île Banks présente de nombreuses microfalaises non consolidées. Les plages et les flèches de gravier et de sable sont également communes.

Le long de la mer de Beaufort dans l'ouest de l'Arctique canadien, le littoral est constitué de matériaux non lithifiés (figure 2) généralement riches en glace de sol. Une grande partie de la côte est constituée de microfalaises basses avec des cordons littoraux, des îles barrières et des flèches de faible élévation. Le delta du Mackenzie, le deuxième plus grand delta du monde, fait environ 120 km de largeur au front de delta. Plus de 40 000 lacs ponctuent la surface basse du delta (Emmertson *et al.*, 2007), qui agit aussi à titre d'important territoire de reproduction et de rassemblement pour les oiseaux. La plaine extérieure du delta est inondée par le fleuve au printemps et par les ondes de tempête en été et à l'automne (Marsh et Schmidt, 1993). La teneur extrêmement élevée en glace de sol entraîne un taux d'érosion élevé le long de la côte de la mer de Beaufort, dont la moyenne s'établit entre 0,5 et 1,5 m/an (Harper, 1990; Konopczak *et al.*, 2014) et qui peut atteindre jusqu'à 22,5 m/an (Solomon, 2005). Il y a également érosion dans certaines parties du front de delta, malgré le fait que le fleuve Mackenzie soit la plus importante source de sédiments se déversant dans l'océan Arctique (Rachold *et al.*, 2000). La fonte printanière débute dans la partie sud du bassin hydrographique du fleuve Mackenzie plus tôt qu'à l'embouchure du fleuve; par conséquent, la glace de mer est toujours présente lorsque le courant d'eau douce arrive à la côte. L'eau de fonte déborde sur la glace, puis se draine par les fissures et les trous dans la glace, produisant ainsi des affouillements sur le plancher océanique, qui peuvent avoir des dizaines de mètres de diamètre et plus de 4 m de profondeur (Solomon *et al.*, 2008). Cet affouillement présente un grand danger pour l'infrastructure littorale en raison de son potentiel de perturbation du plancher océanique et des sédiments sous-marins.

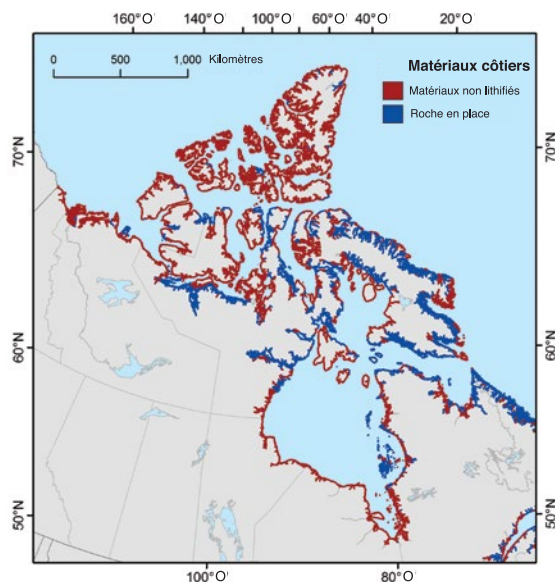


FIGURE 2 : Variabilité des matériaux côtiers dans la région de la côte Nord (tiré de Couture et Manson, 2016).

ENCADRÉ 1

GLACIERS DE MARÉE ET PLATE-FORMES DE GLACE FLOTTANTE

Les glaciers qui se terminent dans l'océan (glaciers de marée) sont fort répandus dans certains fjords de l'est et du nord de l'Arctique canadien, là où la topographie élevée et les forts taux de chute de neige entretiennent des calottes glaciaires qui se drainent dans la mer (figure 3). L'écoulement de glace des glaciers dans l'océan depuis les îles de la Reine-Élisabeth est actuellement d'environ 2,6 milliards de tonnes par an, ce qui équivaut à 7,5 % de l'écoulement pan-arctique provenant de tous les glaciers et de toutes les calottes glaciaires à l'extérieur du Groenland (Van Wychen *et al.*, 2014). Par comparaison, les glaciers de l'île de Baffin et de l'île Bylot n'écoulent qu'environ 0,25 milliard de tonnes par an de glace dans l'océan (Gardner *et al.*, 2011).

Les glaciers de marée, provenant du vèlage d'icebergs, peuvent être responsables d'une partie importante de la perte de volume de glace de glacier dans le cas de certaines calottes glaciaires du Haut-Arctique canadien, comme la calotte glaciaire de Devon, où ils représentent entre 30 et 40 % des pertes totales (Burgess *et al.*, 2005; Williamson *et al.*, 2008). Des travaux récents ont également indiqué qu'environ la moitié des icebergs rejetés dans l'océan dans l'Arctique canadien sont issus du complexe glaciaire Trinity-Wykeham, qui s'écoule du champ de glace Prince of Wales de l'est de l'île d'Ellesmere (Van Wychen *et al.*, 2014). Cela signifie que des changements s'opérant au niveau du vèlage de quelques glaciers seulement peuvent avoir un impact impressionnant sur le vèlage total d'icebergs de cette région. Il est donc essentiel de comprendre la réaction actuelle et future des glaciers de marée à un climat qui se réchauffe, de même que les répercussions sur les taux de production d'icebergs, afin d'être en mesure de prévoir à la fois les changements dans la cryosphère et les changements dans les risques posés par les icebergs pour le transport maritime. De récentes études dans l'Arctique canadien ont établi qu'il existe un rapport solide entre la production accrue d'icebergs et l'enlèvement des contreforts de glace de mer du front des glaciers de marée, alors que l'influence des marées et de la température de l'air s'avère de faible importance (Herdes *et al.*, 2012).

Une autre caractéristique distinctive de la côte de l'Arctique canadien est les plate-formes de glace flottante du nord de l'île d'Ellesmere (figure 3). Ces masses de glace varient en épaisseur d'environ 30 à 100 m et sont formées d'une combinaison de glace de mer très ancienne maintenant fixée au rivage, de l'apport des glaciers et de l'accumulation locale de neige. Au début du XX^e siècle, elles couvraient une superficie de plus de 9 000 km² et formaient un tout continu couvrant tout le nord de l'île d'Ellesmere, mais aujourd'hui, elles se limitent à quelques fjords protégés et couvrent une superficie totale de quelque 500 km² (Copland *et al.*, sous presse). Même si elles ne constituent qu'une très petite composante du littoral arctique,

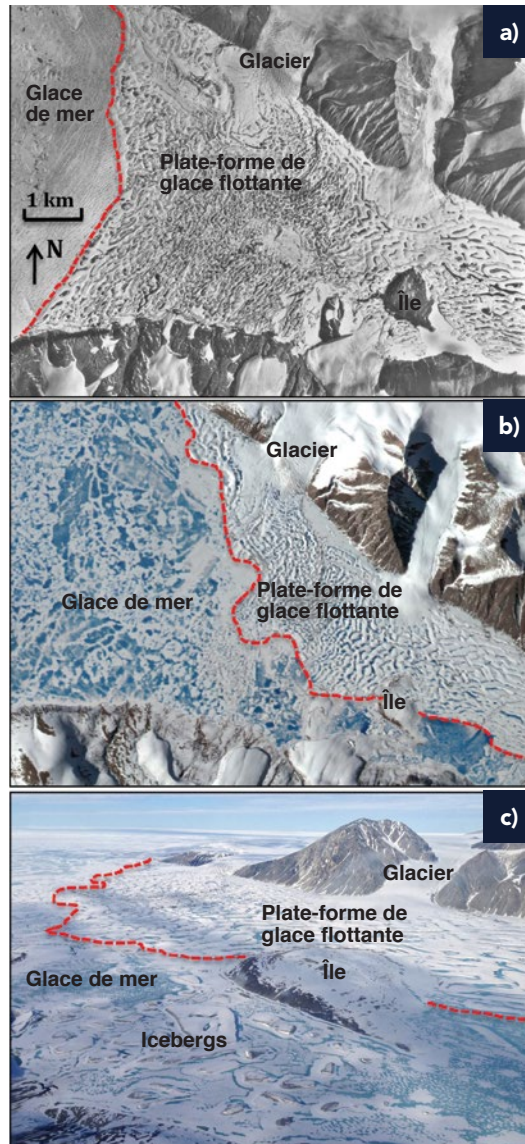


FIGURE 3 : Changements survenus dans l'étendue de la plate-forme de glace flottante Petersen, dans l'île d'Ellesmere, entre **a)** une photographie aérienne prise le 13 août 1959 (photo A16724-63), **b)** des images du satellite ASTER captées les 7 et 11 juillet 2014 et **c)** une photographie oblique du 13 juillet 2014. Le pointillé rouge indique la frontière entre la plate-forme de glace flottante et la glace de mer. La superficie de la plate-forme de glace flottante était de 48,40 km² en 1959 et de 19,32 km² en 2012 (White *et al.*, 2015; la superficie a peu changé depuis 2012). Les images montrent également un exemple de glacier de marée (marqué « glacier ») qui s'écoule sur la plate-forme de glace flottante le long de sa bordure septentrionale. Figure gracieuseté de L. Copland.

ces masses de glace uniques dans l'hémisphère nord sont rapidement en voie de disparition en raison de l'augmentation rapide des températures de l'air et de l'accroissement des étendues d'eau libre, qui les rendent vulnérables à la dislocation (figure 3; Copland *et al.*, 2007; White *et al.*, 2015). Depuis 2005, trois des six plate-formes de glace flottante se sont complètement disloquées et la superficie totale des plate-formes de glace flottante a été réduite de près de la moitié (Copland *et al.*, 2007; Mueller *et al.*, 2008; White *et al.*, 2015).

La baie James et la baie d'Hudson sont des régions aux côtes généralement basses mais variables qui connaissent toutes une chute rapide du niveau relatif de la mer. Le long de l'ouest de la baie d'Hudson, la côte est rocheuse (figure 2) et présente de larges zones intertidales alors que la côte est présente des plages et des zones intertidales étroites (Shaw *et al.*, 1998). Dans le sud-ouest de la baie d'Hudson et l'ouest de la baie James, les côtes estuariennes plates et mal drainées ponctuées de large marais constituent des sites importants pour la faune (Martini *et al.*, 1980). La baie d'Hudson se caractérise par la présence de vagues déferlantes alors que la baie James est plus protégée. Les côtes entourant la baie d'Ungava sont pour la plupart basses et rocheuses, alors que les côtes rocheuses à relief élevé prédominent sur les bords du détroit d'Hudson.

2.2.3 PERGÉLISOL ET GLACE DE SOL

Le pergélisol, un sol gelé en permanence, constitue l'assise de pratiquement toutes les côtes septentrionales du Canada. Il peut être continu ou discontinu, ou apparaître seulement par endroits. L'épaisseur du pergélisol peut varier de quelques dizaines de mètres, dans les parties les plus au sud de la zone de pergélisol, à plusieurs centaines de mètres. Une mince couche de surface (couche active), qui recouvre le pergélisol, dégèle en été et regèle en hiver. La couche active peut aller de quelques dizaines de centimètres à plusieurs mètres d'épaisseur, en fonction de facteurs comme la température à la surface du sol, le type de sol, l'humidité du sol, la végétation et le manteau neigeux. La répartition et l'épaisseur du pergélisol reflètent l'historique climatique et glaciaire à long terme d'une région. Dans certaines parties de l'ouest de l'Arctique, le pergélisol qui s'est formé au cours de la dernière glaciation, alors que le niveau de la mer était beaucoup plus bas (Mackay, 1972), subsiste sous forme de pergélisol sous-marin dans la zone sublittorale et sur le plateau de la mer de Beaufort (Taylor *et al.*, 1996). Le pergélisol sous-marin aide à produire un environnement favorable à la formation de gisements peu profonds de méthane hydraté, une source d'énergie potentielle (O'Connor *et al.*, 2010). Ce pergélisol sous-marin scelle également le méthane dans les sédiments du plancher océanique, empêchant ainsi son rejet dans la colonne d'eau et éventuellement dans l'atmosphère, où il agit comme puissant gaz à effet de serre (Ruppel, 2011).

Le pergélisol contient habituellement de la glace dans les pores du sol, en couches minces ou en gros amas distincts de glace massive pouvant mesurer jusqu'à 30 m d'épaisseur et se prolonger sur des centaines de mètres (p. ex. Rampton, 1982; Harry *et al.*, 1988; Pollard, 2000). On trouve la glace de sol le plus souvent dans les sols à granulométrie fine et les sols organiques riches en limon et en argile; elle est plus rare dans les matériaux plus grossiers composés de sable et de gravier. On trouve souvent des lits de glace massive à l'interface entre deux couches de sédiments, lorsqu'une couche de sédiments fins recouvre une couche de sédiments plus grossiers (Mackay, 1972). Les matériaux côtiers contiennent des quantités variables de glace de sol, soit une quantité négligeable dans la roche en place à plus de 20 % par volume dans certains matériaux non lithifiés (figure 4). Dans des cas extrêmes, jusqu'à 70 % d'une section de côte peuvent être constitués de glace de sol (French *et al.*, 1986). La glace de sol lie le pergélisol et lui confère sa force, mais le sol devient moins stable

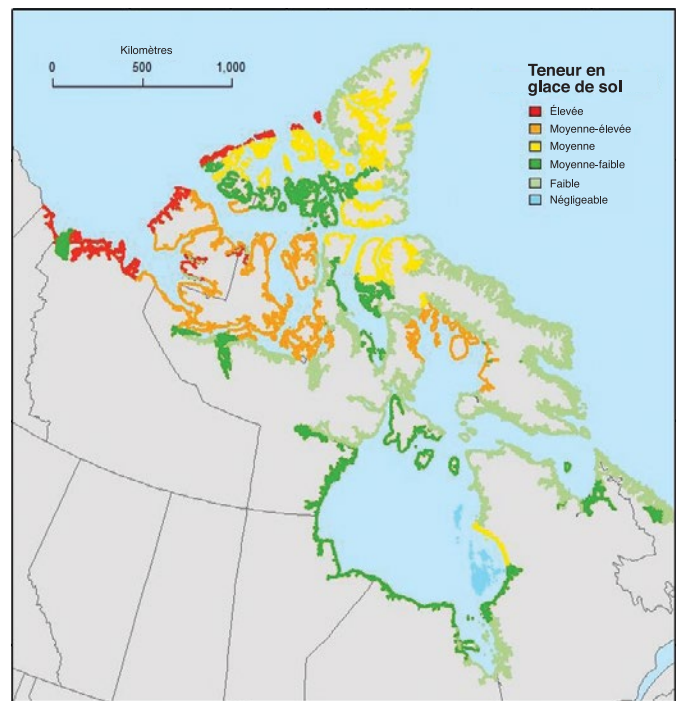


FIGURE 4 : Quantités de glace de sol dans la région de la côte Nord (Couture et Manson, 2016), d'après des données de Ressources naturelles Canada (1995). Une teneur élevée en glace de sol est supérieure à 20 % par volume, une teneur moyenne se situe d'entre 10 et 20 % et une teneur faible est inférieure à 10 %.

ya excès de glace de sol, le dégel réduit le volume du sol, ce qui entraîne une subsidence et un compactage. Ces réactions au dégel aggravent les dangers côtiers et les taux d'érosion locaux en facilitant l'enlèvement des sédiments par l'action des vagues et en accroissant la susceptibilité aux inondations.

Dans les régions de pergélisol, l'érosion côtière est à la fois un processus mécanique et thermique (Aré, 1988; Wolfe *et al.*, 1998). L'érosion thermique se produit au-dessus de la ligne normale des eaux lorsque les niveaux d'eau plus élevés associés aux ondes de tempête et aux vagues font dégeler le pergélisol. Elle se produit également sous la ligne des eaux lorsque les matériaux dégelés à l'interface entre l'eau et les sédiments sont enlevés mécaniquement par les vagues, les courants ou l'affouillement par la glace, laissant ainsi les sédiments gelés sous-jacents exposés et sujets à la dégradation.

L'érosion côtière dans les régions de pergélisol découle de plusieurs mécanismes. Le glissement régressif dû au dégel est souvent constaté le long des pentes côtières non lithifiées et se produit lorsque de la glace de sol massive est exposée par l'action des vagues (figure 5). La masse de glace dégèle rapidement et le mur de rimaye se retire. Les sédiments contenus dans la glace massive ou dans le recouvrement s'accumulent à la base du glissement ou forment une boue qui s'écoule le long de la pente vers la plage où elle est facilement emportée par l'eau. Le recul du mur de rimaye poursuit jusqu'à ce que la masse de glace ait complètement fondu ou qu'une quantité suffisante de sédiments s'accumule à la base du glissement de façon à ce que la glace se trouve isolée et protégée contre tout autre dégel. Par la suite,



FIGURE 5 : Photographie aérienne d'un glissement régressif dû au dégel le long de la côte de la mer de Beaufort, au Yukon, produit par le dégel de sédiments à haute teneur en glace. *Photo gracieuse de N.J. Couture.*

l'action continue des vagues peut exposer à nouveau la glace, lançant un nouveau cycle de glissement régressif.

Un autre mécanisme commun de recul du littoral est la rupture en blocs. Cela se produit en raison de la présence de coins de glace qui se forment lorsque le sol se contracte et se fissure au cours d'hivers particulièrement froids. Le printemps suivant, l'eau de surface s'écoule lentement par la fissure dans le pergélisol, où elle gèle et prend de l'expansion, formant une mince veine de glace. Cette veine devient un plan de faiblesse du sol, de sorte que toute fissure supplémentaire tend à se produire au même endroit. Au fil du temps, ces veines s'accumulent pour former des coins de glace pouvant mesurer plusieurs mètres de largeur et de profondeur (figure 6). Lorsque les vagues attaquent une falaise au cours d'une tempête, elles érodent un creux horizontal à sa base. Lorsque le creux atteint une profondeur suffisante, le poids du bloc de sédiments qui le surplombe le fait s'écrouler, en suivant généralement le plan d'un coin de glace (Walker, 1988). Les ruptures en blocs se manifestent de façon épisodique, étant fonction de l'activité orageuse, du niveau de l'eau et d'autres facteurs physiques (Hoque et Pollard, 2009; Barnhart *et al.*, 2014).

Le dégel du pergélisol sous-marin riche en glace peut mener à une intensification de l'érosion le long des côtes pergélisolées. La perte de volume attribuable à la dégradation de la glace de sol entraîne la subsidence du plancher océanique, ce qui accentue la pente de la zone sublittorale et permet à des vagues plus grosses d'atteindre la grève, en particulier lors des tempêtes (p. ex. Nairn *et al.*, 1998; Wolfe *et al.*, 1998).

2.2.4 GLACE DE MER

La glace de mer est l'une des caractéristiques les plus distinctives des côtes nordiques du Canada (voir le chapitre 2; Forbes et Taylor, 1994; Forbes et Hansom, 2012). En hiver, lorsque la couverture de glace de mer est essentiellement complète, la glace protège la côte en réprimant l'action des vagues (Wadhams *et al.*, 1988; Squire, 2007). Elle fournit également un itinéraire de transport entre les collectivités et un moyen d'accéder aux zones de chasse et de pêche (Aporta, 2002, 2009; Aporta *et al.*, 2011). Pendant la saison d'eau libre, l'absence de glace de mer rend

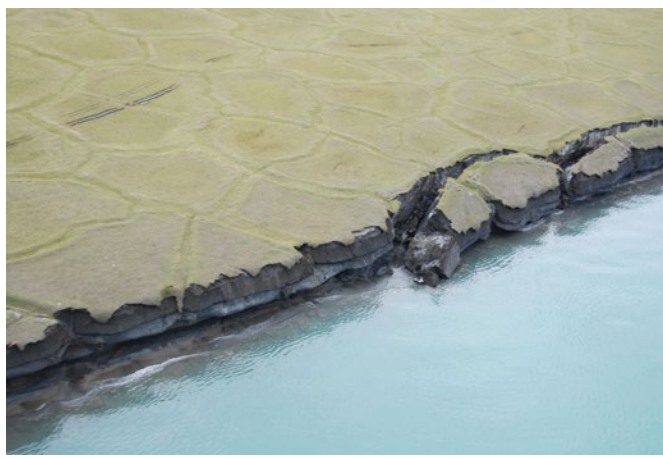


FIGURE 6 : Photographie aérienne d'une érosion par rupture en blocs le long de la côte de la mer de Beaufort, au Yukon. Il est à remarquer que la rupture se produit le long de coins de glace qui délimitent les polygones de toundra. *Photo gracieuse de N.J. Couture.*

le littoral et l'infrastructure côtière vulnérables à l'érosion et à l'inondation par les vagues et les ondes de tempête (p. ex. Forbes et Taylor, 1994; Kobayashi *et al.*, 1999). Lorsque la glace de mer est en mouvement, en particulier lors du déglacement et de l'enlacement alors que les concentrations de glace sont moindres, le vent et les courants peuvent provoquer la collision des floes et la création de crêtes de pression qui peuvent, à leur tour, labourer le plancher océanique (Rearic *et al.*, 1990; Shapiro et Barnes, 1991). La glace de mer peut également accroître l'affouillement hydrodynamique du plancher océanique (Forbes et Taylor, 1994), s'empiler ou être poussée sur le rivage (Kovacs, 1983), propulser des sédiments vers la terre ou les entraîner et les transporter vers le large (p. ex. Reimnitz *et al.*, 1990; Eicken *et al.*, 2005).

La durée et l'étendue de la couverture de glace de mer dans le nord du Canada varie et dépend en grande partie du climat régional et de la latitude. Pour la période de 1981 à 2010, le déglacement commençait sérieusement au début de juin (figure 7a) et se poursuivait jusqu'à la fin d'août dans certaines parties du bassin Foxe et de l'AAC. La glace de mer est pérenne dans certains chenaux de l'archipel et au large de la côte de la mer de Beaufort, et son étendue atteint son minimum au début de septembre. L'englacement automnal débute entre la fin de septembre et le début de décembre (figure 7b). Il s'agit toutefois de moyennes à long terme et le déglacement se produit maintenant plus tôt alors que l'englacement est retardé (section 2.4.2), ce qui entraîne une plus longue saison de fonte (Howell *et al.*, 2009; Stroeve *et al.*, 2014).

2.2.5 VAGUES ET ONDES DE TEMPÊTE

Une grande partie du recul côtier dans l'Arctique est attribuable aux hautes vagues et aux ondes de tempête (Solomon *et al.*, 1994). Les taux d'érosion sont déterminés par l'énergie des vagues, par la composition et la morphologie des caractéristiques côtières et par la présence de glace de mer (p. ex. Héquette et Barnes, 1990; Dallimore *et al.*, 1996; Barnhart *et al.*, 2014), et ils peuvent en outre être jusqu'à huit fois plus élevés que dans les régions plus tempérées (Reimnitz *et al.*, 1988).

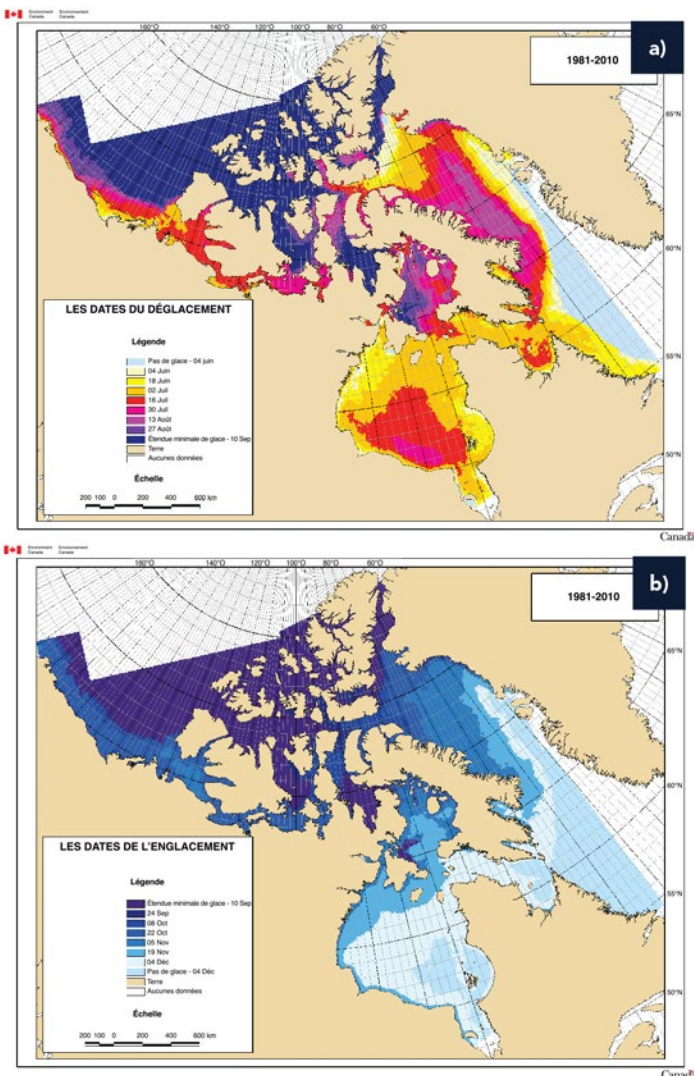
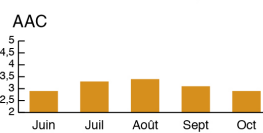
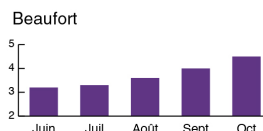


FIGURE 7 : Atlas climatique des glaces pour la période s'étendant de 1981 à 2010 (tiré d'Environnement Canada, sans date), illustrant l'étendue de la glace de mer pendant les périodes **a)** de déglacement et **b)** d'englacement.

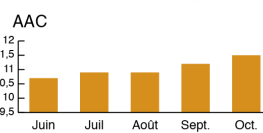
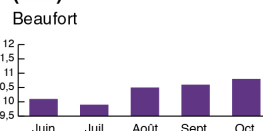
L'étendue et la durée de la glace de mer exercent un contrôle considérable sur le comportement des vagues. Il s'agit d'une des principales caractéristique distinguant le régime dynamique côtier de la région de la côte Nord du Canada de ceux des régions des côtes Est et Ouest. L'énergie et la hauteur des vagues dans la mer de Beaufort augmentent en proportion directe du fetch (étendue d'eau libre; Thomson et Rogers, 2014). La baie de Baffin présente le plus grand fetch potentiel de l'est de l'Arctique, mais a une saison d'eau libre de moins de 130 jours (Shaw *et al.*, 1998). Certaines régions, comme certaines parties du nord de l'AAC, ont un fetch limité pendant toute l'année et l'action des vagues s'y donc moins sentir (Forbes et Taylor, 1994; Shaw *et al.*, 1998). Le long de la côte de la mer de Beaufort, le fetch peut atteindre plusieurs centaines de kilomètres en septembre lorsque la couverture de glace est à son minimum.

La figure 8 (Atkinson, 2005) montre les climatologies de tempête dans la mer de Beaufort et l'AAC pour la période s'étendant de 1950 à 2000. Dans la région de Beaufort, le nombre

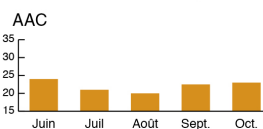
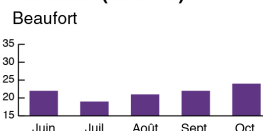
Nombre moyen de tempêtes



Vitesse moyenne du vent point central (m/s)



Durée moyenne de la vitesse du vent centrale (heures)



Puissance moyenne de la tempête (vitesse*durée)

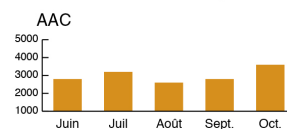
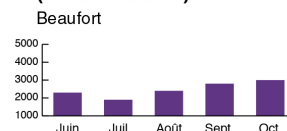


FIGURE 8 : Statistiques sur les tempêtes pour la période de s'étendant de 1950 à 2000 (tiré d'Atkinson, 2005), en fonction des données des stations terrestres établies sur la côte de la mer de Beaufort et les périphéries extérieures de l'AAC, soit : **a)** le nombre moyen de tempêtes par mois par secteur, **b)** la vitesse moyenne du vent autour d'un point central (50^e centile supérieur de toutes les vitesses du vent), **c)** la durée moyenne de la vitesse du vent autour d'un point central et **d)** la puissance moyenne de la tempête, qui est un paramètre dérivé conçu afin de donner une indication grossière de la puissance totale que peut atteindre une tempête. Abréviation : AAC, archipel Arctique canadien.

croissant de tempêtes coïncide avec l'augmentation de la durée et du fetch d'eau libre, et la puissance des tempêtes atteint son paroxysme en automne, alors que l'étendue de la couverture de glace de mer est à son minimum. Dans l'AAC, le nombre total de tempêtes est plus faible et le mois d'août est le plus orageux, alors que les vents de tempêtes atteignent leur degré de vitesse et de puissance le plus élevé. Le nombre de tempêtes chute à l'automne et la glace de mer revient. Une analyse de la climatologie de tempête couvrant la période de 2003 à 2009 à Resolute, au Nunavut, dans la région centrale de l'AAC, a permis d'établir que seulement 35 % des tempêtes avaient le potentiel de produire des vagues sur la côte (St-Hilaire-Gravel *et al.*, 2012). Pour la période s'étendant de 1962 à 1993, les tempêtes sur la mer de Beaufort présentaient des vagues d'une hauteur considérable variant de 2,4 à 4,3 m, et étaient presque toujours associées à des vents du nord et du nord-ouest (Manson et Solomon, 2007). L'énergie des vagues sublittorales produites par les tempêtes ne dépend pas uniquement de la longueur du fetch mais également de l'orientation du littoral, de la direction du vent et de la bathymétrie de l'avant-plage, de sorte que la même tempête peut avoir des impacts différents sur des parties de la côte que seuls quelques kilomètres séparent (Hoque *et al.*, 2009).

Le profil bathymétrique en eaux peu profondes du plateau longeant la côte de la mer de Beaufort (figure 9) contribue à ce

que de fortes ondes de tempête s’y produisent (figure 10), plusieurs sites ayant enregistré des ondes de plus de 2 m (Forbes et Frobé, 1985; Harper *et al.*, 1988). Dans le delta peu élevé du Mackenzie, l’impact des ondes peut se faire sentir loin à l’intérieur des terres (étude de cas 1). Les ondes de tempête qui se produisent pendant les périodes de pleine couverture de glace (documentées en 1974 et en 2005) peuvent ne pas contribuer immédiatement à l’érosion côtière mais peuvent altérer la morphologie sublittorale sous-marine par la création de crêtes de pression, la poussée des glaces ou l’affouillement par les glaces, lesquels ont pour conséquence le recul de la côte.

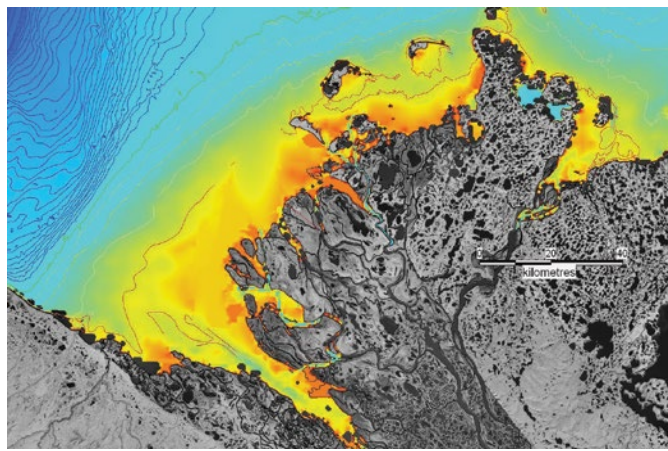


FIGURE 9 : Faible pente côtière du plateau de la mer de Beaufort le long du delta du Mackenzie. L’isobathe de 2 m est indiquée en rouge (tiré de la commission géologique du Canada, 2016).



FIGURE 10 : Inondation à Simpson Point, dans l’île Herschel au Yukon, après qu’une onde de tempête se soit produite en août 2010. Photo gracieuseté de W. Pollard.

ÉTUDE DE CAS 1

IMPACTS DE L’ONDE DE TEMPÊTE DE 1999 DANS LE DELTA DU MACKENZIE

Le long des côtes septentrionales, le déclin rapide de la couverture de glace de mer rend les écosystèmes terrestres de faible élévation particulièrement vulnérables aux inondations côtières qui modifieront la composition et la structure de la végétation de même que la productivité terrestre. L’examen des impacts dans la région du delta du Mackenzie de l’onde de tempête majeure ayant eu lieu en septembre 1999 donne un aperçu des conséquences d’une vaste inondation côtière. Des vents violents soutenus pendant une période de 36 heures ont propagé une onde qui a complètement inondé la plupart des surfaces terrestres de la partie extérieure du delta du Mackenzie pendant plusieurs jours (Kokelj *et al.*, 2012). L’onde de tempête a propulsé l’eau de mer jusqu’à 30 km à l’intérieur des terres à partir de la côte, ce qui a eu pour conséquence d’augmenter les niveaux de chlorure dans le sol et d’entraîner le dépérissement de plus de 30 000 ha de toundra arbustive peuplée de buissons et d’arbrisseaux et de terres humides peuplées de carex (Kokelj *et al.*, 2012; Lantz *et al.*, 2015). Des carottes de sédiments recueillies dans des lacs touchés par l’onde ont révélé des assemblages de diatomées où la présence de taxons d’eau saumâtre prédominait pour la première fois en 1 000 ans (Pisaric *et al.*, 2011). Des sources de données indépendantes, y compris des entrevues avec des chasseurs avertis, semblent indiquer qu’il s’agissait probablement de la plus grosse onde de tempête du dernier millénaire (Kokelj *et al.*, 2012).

La surveillance constante de la partie extérieure du delta révèle que les sols et la végétation se rétablissent, et que le taux auquel se poursuit ce rétablissement est fonction du type de terrain. Les zones basses qui sont plus régulièrement inondées au printemps font preuve d’un rétablissement considérable après une décennie, mais les surfaces élevées qui ne sont que rarement touchées par la crue printanière n’ont montré que peu ou pas de signes de rétablissement (Lantz *et al.*, 2015).

Les impacts des tempêtes dépendent également de l’amplitude de marée, qui varie considérablement dans la région de la côte Nord, allant de <0,5 à >13 m (figure 11). Si une onde de tempête coïncide avec une marée haute, l’inondation et l’érosion seront plus importantes peu importe l’amplitude de marée. Dans un régime microtidal, le moment où se produit une onde de tempête n’a aucune importance — elle provoquera toujours une inondation. Par conséquent, les milieux microtidaux sont plus sensibles aux ondes de tempête que les milieux macrotidaux (voir les chapitres 2 et 4). Les tempêtes nordiques peuvent en outre se déplacer plus lentement que celles du sud du Canada, prolongeant ainsi la durée d’exposition aux vagues et aux ondes destructrices.

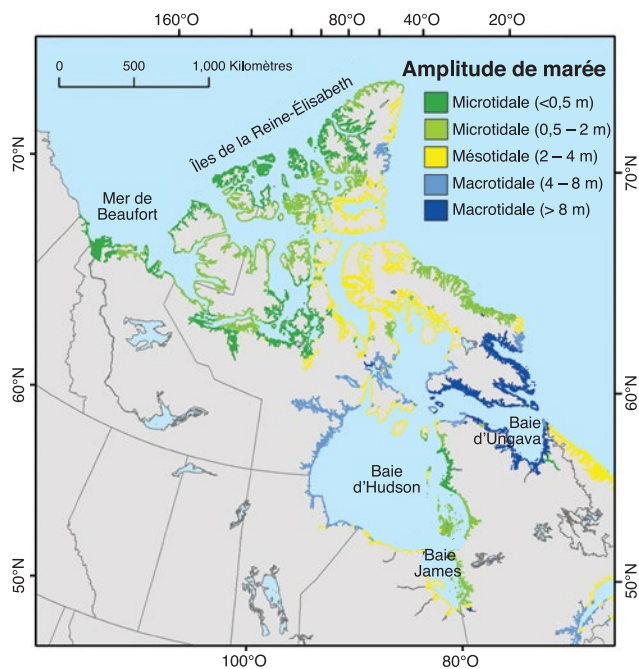


FIGURE 11 : Variabilité de l’amplitude des marées dans l’ensemble de la région de la côte Nord (tiré de Couture et Manson, 2016). Les marées varient entre <0,5 m le long de la mer de Beaufort et >13 m dans la baie d’Ungava.

2.3 SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Les milieux côtiers nordiques du Canada offrent une variété de services écosystémiques représentant les quatre catégories (encadré 2) cernées par l’Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Les services d’approvisionnement sont extrêmement importants pour les populations autochtones de la région de la côte Nord puisqu’ils entretiennent les activités de subsistance, économiques et récréatives (Huntington, 2013). L’aspect le plus important est peut-être la nourriture tirée des activités de récolte exécutées le long de la côte, à partir de bateaux ou directement sur la glace de mer (Berkes, 1990; Évaluation des impacts sur le climat de l’Arctique, 2005). Les communautés autochtones de la côte Nord récoltent un éventail varié d’espèces arctiques, y compris des oiseaux nicheurs, des poissons et des mammifères marins côtiers. Par exemple, les Inuits, Dénés/Métis et Cris récoltent des oiseaux côtiers comme l’oie des neiges, la bernache du Canada, l’eider et le lagopède, des poissons comme l’omble chevalier, le cisco, la morue et le flétan noir, des organismes benthiques comme les palourdes et les moules, de même que des mammifères marins comme le phoque annelé, le phoque du Groenland, le béluga, la baleine boréale, le morse, le narval et l’ours polaire (Berkes et Farkas, 1978; Receveur *et al.*, 1997; Delormier et Kuhnlein, 1999; Priest et Usher, 2004). Les espèces récoltées varient selon les saisons et les collectivités en fonction de la migration de la faune, de l’aire de répartition de l’espèce, de la santé des populations sauvages et de l’accessibilité.

ENCADRÉ 2 CATÉGORIES DE SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Services d’approvisionnement : biens directs que les humains tirent de la nature, comme les aliments et l’eau.

Services culturels : avantages non matériels qui permettent de maintenir des modes de vie, y compris les loisirs et l’expérience spirituelle.

Services de régulation : avantages associés aux capacités de régulation des écosystèmes, comme la régulation climatique et hydrologique.

Services de soutien : processus écosystémiques, comme la photosynthèse et le cycle des nutriments, qui sous-tendent la prestation des autres catégories de services écosystémiques.

Les services culturels fournis par les écosystèmes côtiers nordiques sont la pierre angulaire du bien-être et de la survie culturelle des Autochtones (Nuttall, 1998; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Parlee *et al.*, 2005; Huntington, 2013; Cunsolo Willox *et al.*, 2013a, 2015). Par exemple, les Cris estiment que leur propre santé physique, spirituelle et mentale dépend de la santé de « la terre » (Adelson, 2000). Les services culturels peuvent être aussi bien intangibles, comme l’expérience spirituelle, que tangibles, comme les loisirs et le tourisme. Le tourisme à titre de service culturel devient de plus en plus important dans le nord du Canada et comprend cinq marchés : le tourisme de masse (p. ex. navires de croisière), la pêche et la chasse sportives, le tourisme en nature, le tourisme d’aventure et les expériences culturelles et patrimoniales (Snyder, 2007; Huntington, 2013). Certaines destinations côtières nordiques acquièrent une réputation nationale et internationale, comme le Nunavut et le Nunavik pour la pêche et la chasse sportives (Twynam et Johnston, 2002; Lemelin *et al.*, 2012) et Churchill, au Manitoba, pour l’observation des ours polaires (Stirling, 2012) et des bélugas. Le Passage du Nord-Ouest est également devenu une destination de choix pour les navires de croisière et accuse une augmentation de 70 % du nombre de passages au cours des dernières années (Stewart *et al.*, 2011). Pour les communautés autochtones, le tourisme représente une source de revenu supplémentaire et un moyen de faire la promotion de leur terre et de leur culture (Robbins, 2007).

Les services de régulation et de soutien offerts par les écosystèmes nordiques du Canada profitent aux gens à des échelles spatiales très variées. À l’échelle mondiale, l’océan Arctique, y compris les mers marginales et les biomes terrestres nordiques, fait fonction de régulateur du climat au moyen de divers mécanismes biophysiques (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Par exemple, la production d’eau océanique froide et dense dans l’Arctique est un important régulateur de la circulation thermohaline mondiale, comme le démontre le récent affaiblissement de la circulation méridienne de retournement de l’Atlantique (Rahmstorf *et al.*, 2015). La réduction de la couverture de glace de mer associée à l’augmentation des températures de l’air et de la surface

de l'eau pourrait également renforcer la séquestration du carbone en raison d'une augmentation de la production primaire (Schneider von Deimling *et al.*, 2012). Les régions côtières de l'Arctique canadien font déjà preuve d'une augmentation des taux de production primaire en conséquence du recul de la glace de mer (Tremblay *et al.*, 2012). À l'échelle régionale, les régions côtières sont des habitats essentiels pour de nombreuses espèces arctiques parce que les apports de carbone terrestre de sources côtières et riveraines qu'elles reçoivent jouent un rôle important au niveau du réseau alimentaire restreint de l'Arctique (Dunton *et al.*, 2006).

En elle-même, la glace de mer est une composante structurale des écosystèmes marins de l'Arctique qui fournit d'importants services de régulation et de soutien (Eicken *et al.*, 2009; Euskirchen *et al.*, 2013). À l'échelle mondiale, l'albédo élevé de la glace de mer a un effet refroidissant sur le climat de la Terre. À l'échelle régionale, la glace de mer peut réduire l'érosion côtière en atténuant l'action des vagues (section 2.2.4; Jones *et al.*, 2009). Une réduction au niveau de ce service pourrait avoir des conséquences dramatiques pour les collectivités côtières de l'Arctique canadien. Les taux d'érosion élevés attribuables à la perte de glace de mer dans l'Arctique ont déjà entraîné le déménagement de certaines collectivités le long de la côte la plus septentrionale de l'Alaska, ce qui a eu pour conséquence d'importants impacts socioéconomiques (Lovecraft et Eicken, 2011). En outre, la glace de mer fait fonction de service de soutien en fournissant un habitat essentiel à des espèces marines importantes et emblématiques de l'Arctique

qui sont essentielles aux modes de vie traditionnels des communautés autochtones de la région de la côte Nord du Canada (Gradinger et Bluhm, 2004; Blix, 2005; Darnis *et al.*, 2012).

2.4 CHANGEMENTS DANS LES CONDITIONS ET LES PROCESSUS CÔTIERS

2.4.1 TEMPÉRATURE ET PRÉCIPITATIONS

Aucune analyse régionale des tendances en matière de température et de précipitations restreinte aux sites côtiers n'est disponible pour le nord du Canada. Toutefois, le district du Mackenzie dans l'ouest de l'Arctique s'est réchauffé de 2,6 °C pendant la période de 1948 à 2014 (tableau 1). Ce taux de réchauffement est supérieur de plus de 50 % à celui observé pour l'ensemble du Canada pendant la même période (Environnement Canada, 2015) et représente l'un des taux de réchauffement les plus élevés du monde entier. L'ensemble des côtes nordiques du Canada repose dans des régions climatiques dont le réchauffement est supérieur à la moyenne canadienne. Il y a eu une augmentation des précipitations annuelles pour la période de 1950 à 2010 dans pratiquement tous les sites côtiers nordiques (un site de la baie James affiche une diminution qui n'est pas statistiquement significative), de même qu'une augmentation du rapport neige-pluie (Mekis et Vincent, 2011a, b).

TABLEAU 1 : Tendances annuelles en matière de température et extrêmes en matière de température et de précipitations pendant la période s'étendant de 1948 à 2014 pour les régions climatiques couvrant la majorité de la région de la côte Nord du Canada. Il est à remarquer que les données visent la région entière en question, non pas seulement les sites côtiers. La tendance en matière de température est au réchauffement (°C) pendant la période de 67 ans. Source : Environnement Canada (2015). Abréviations : mtgnes, montagnes; temp., températures.

Région	Tendance des temp.	Année la plus froide	Écart (°C)	Année la plus chaude	Écart (°C)	Année la plus sèche	Écart (%)	Année la plus humide	Écart (%)
Mtgnes du nord de la C.-B. et Yukon	2,3	1972	-2	1981	2,4	1950	-27,2	1991	20,2
District du Mackenzie	2,6	1972	-1,6	1998	3,3	1954	-23,7	1974	21,7
Toundra arctique	2,0	1972	-2,5	2010	4,4	1954	-32	2005	28,7
Mtgnes et fjords de l'Arctique	1,6	1972	-2,4	2010	4,5	1948	-38,5	2013	59
Canada	1,6	1972	-2	2010	3	1956	-12,2	2005	15,6

On prévoit que le réchauffement de la région de la côte Nord se poursuivra dans tous les scénarios de changements climatiques, l'ampleur du réchauffement dépendant fortement du scénario d'émissions utilisé (voir le chapitre 2). À pratiquement tous les sites, on prévoit que le réchauffement sera plus fort en hiver et plus faible en été. Dans le cadre du scénario à émissions élevées (RCP8.5), une augmentation de la température supérieure à 8 °C est prévue pendant l'hiver pour la période de 2070 à 2100 (par rapport aux valeurs moyennes enregistrées entre 1961 et 1990; Bush *et al.*, 2014). De même, on prévoit que les précipitations augmenteront

peu importe le scénario utilisé, et que les augmentations les plus fortes produiront à l'automne et en hiver. Des augmentations des précipitations hivernales supérieures à 25 % sont prévues pour certaines parties de l'est et du centre de l'Arctique d'ici l'an 2050 (Bush *et al.*, 2014).

2.4.2 GLACE DE MER

L'étendue moyenne mensuelle en septembre de la glace de mer arctique diminue au rythme de 13,3 % par décennie, alors que l'étendue en mars diminue au rythme de 2,6 % par décennie

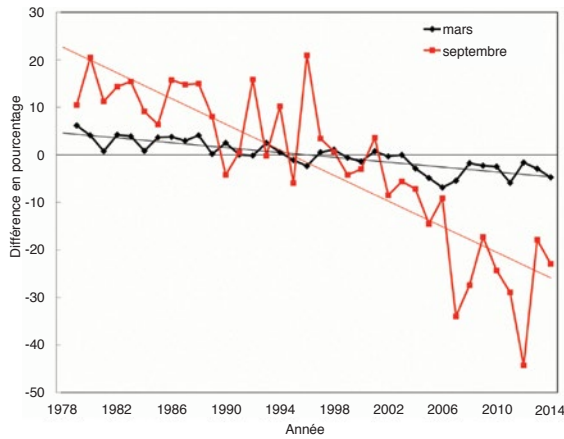


FIGURE 12 : Anomalies dans l'étendue de la glace de mer arctique (par rapport aux valeurs moyennes pour la période s'étendant de 1981 à 2010) pour le mois d'étendue maximale de la glace (mars, indiqué par une ligne noire) et le mois d'étendue minimale de la glace (septembre, indiqué par une ligne rouge).
Source : Perovich *et al.* (2014).

(figure 12; Perovich *et al.*, 2014). On constate des diminutions pour tous les mois de l'année, mais les diminutions sont plus marquées ont lieu en septembre (Serreze *et al.*, 2007). Dans l'Arctique canadien, le taux de perte varie de 2,9 % par décennie dans l'AAC (même si certaines régions de l'AAC ont des taux beaucoup plus élevés) à 10,4 % par décennie dans la baie d'Hudson (tableau 2). On s'attend à ce que ces tendances se maintiennent ou accélèrent (Dumas *et al.*, 2006; Holland *et al.*, 2006; GIEC, 2013), certains modèles prévoyant une perte presque complète de la couverture de glace estivale avant le milieu du siècle (p. ex. Wang et Overland, 2012). La présence de la glace pluriannuelle diminue elle aussi (tableau 2; Maslanik *et al.*, 2007, 2011). Dans l'ensemble, la glace de mer arctique s'amincit; l'épaisseur moyenne de la glace printanière était de 2,4 m en 2008 (Kwok *et al.*, 2009), mais on prévoit une épaisseur moyenne de seulement 1,4 m d'ici 2050 (Stroeve *et al.*, 2012).

TABLEAU 2 : Tendances en matière de glace de mer totale et de glace pluriannuelle, exprimées en pourcentage par décennie. Les valeurs avec † sont statistiquement significatives au niveau de confiance de 95 % ou plus élevé. Abréviations : AAC, archipel arctique canadien; N/D, non disponible; sept., septembre.

Région	Région à l'intérieur*	Sous-région*	Période d'enregistrement	Paramètre rapporté	Tendance en glace de mer	Tendance en glace pluriannuelle	Source
Arctique	–	–	1979-2010	Étendue de la glace de mer en sept.	-12,4	N/A	Stroeve <i>et al.</i> (2012)
Arctique	–	–	1979-2014	Étendue de la glace de mer en sept.	-13,3	N/A	Perovich <i>et al.</i> (2014)
Canada	Baie d'Hudson	–	1968-2008	Couverture estivale moyenne de glace de mer	-10,4†	N/A	Tivy <i>et al.</i> (2011)
Canada	Baie de Baffin	–	1968-2008	Couverture estivale moyenne de glace de mer	-8,9†	10,7	Tivy <i>et al.</i> (2011)
Canada	Beaufort	–	1968-2008	Couverture estivale moyenne de glace de mer	-5,2†	-4,6	Tivy <i>et al.</i> (2011)
Canada	AAC	–	1968-2008	Couverture estivale moyenne de glace de mer	-2,9†	-4,1	Tivy <i>et al.</i> (2011)
Canada	AAC	–	1979-2008	Superficie de la glace de mer en sept.	-8,7†	-6,4	Howell <i>et al.</i> (2009)
Canada	–	Îles de la Reine-Élisabeth	1979-2008	Superficie de la glace de mer en sept.	-2,5	-2,4	Howell <i>et al.</i> (2009)
Canada	–	Ouest du chenal Parry	1979-2008	Superficie de la glace de mer en sept.	-8,2	-0,8	Howell <i>et al.</i> (2009)
Canada	–	Est du chenal Parry	1979-2008	Superficie de la glace de mer en sept.	-15,4	-7,0	Howell <i>et al.</i> (2009)
Canada	–	Détroit de M'Clintock	1979-2008	Superficie de la glace de mer en sept.	-10,0	-11,0	Howell <i>et al.</i> (2009)
Canada	–	Franklin	1979-2008	Superficie de la glace de mer en sept.	-17,5	-24,4†	Howell <i>et al.</i> (2009)
Canada	–	Passages de Baffin	1979-2008	Superficie de la glace de mer en sept.	-20,5†	-25,8†	Howell <i>et al.</i> (2009)
Canada	–	Voie maritime de l'Arctique occidental	1979-2008	Superficie de la glace de mer en sept.	-24,9	-7,9	Howell <i>et al.</i> (2009)

* Zones et sous-zones de régime de glaces (Service canadien des glaces, 2007).

En conséquence de ce déclin de la couverture de glace de mer, la saison d'eau libre s'est prolongée au rythme moyen de cinq jours par décennie à l'échelle de l'Arctique depuis 1979 (Stroeve *et al.*, 2014). Dans le nord du Canada, la période d'eau libre se prolonge de 3,2 à 12 jours par décennie (tableau 3), ce qui donne lieu, dans certains cas, à des saisons de fonte plus longues de plus d'un mois qu'elles ne l'étaient auparavant. Dans certaines régions, le changement est le plus marqué pendant l'englacement automnal (figure 13). À Resolute Bay, au Nunavut, la saison de la fonte s'est prolongée de près de 30 jours sur une période de 30 ans, principalement en raison d'un retard dans

l'englacement (St-Hilaire-Gravel *et al.*, 2012). La diminution de l'étendue de la glace de mer signifie que le fetch augmente dans plusieurs régions côtières, ce qui se traduit par des vagues plus grosses et plus puissantes atteignant la côte (Overeem *et al.*, 2011; Lintern *et al.*, 2013). Cela entraîne à son tour une augmentation du taux d'érosion et du nombre d'inondations (p. ex. Solomon *et al.*, 1994; Manson et Solomon, 2007; Barnhart *et al.*, 2014). Il est également important de remarquer que la plus grande augmentation du fetch se produit généralement en septembre, qui est souvent aussi la période la plus orageuse de l'année (section 2.2.5; Atkinson, 2005; Manson *et al.*, 2005).

TABLEAU 3 : Tendances relatives au début de la fonte et à l'englacement, de même qu'à la durée de la saison de la fonte, exprimées en jours par décennie. Les chiffres avec † sont statistiquement significatifs au niveau de confiance de 95 % ou plus élevé. Abréviation : AAC, archipel Arctique canadien.

Région	Région à l'intérieur*	Sous-région*	Période d'enregistrement	Tendance de fonte	Tendance d'englacement	Durée de la fonte	Source
Arctique	–	–	1979-2013	-2,1†	3,0†	5†	Stroeve <i>et al.</i> (2014)
Canada	Baie d'Hudson	–	1979-2013	-3,1†	3,4†	6,5†	Stroeve <i>et al.</i> (2014)
Canada	Baie de Baffin	–	1979-2013	-4,6†	1,3	5,9†	Stroeve <i>et al.</i> (2014)
Canada	Beaufort	–	1979-2013	-2,7†	6,5†	9,2†	Stroeve <i>et al.</i> (2014)
Canada	AAC	–	1979-2013	-1,0	2,2†	3,2†	Stroeve <i>et al.</i> (2014)
Canada	AAC	–	1979-2008	-3,1†	3,9†	7†	Howell <i>et al.</i> (2009)
Canada	–	Îles de la Reine-Élisabeth	1979-2008	-3,7†	2,9	5,6†	Howell <i>et al.</i> (2009)
Canada	–	Ouest du chenal Parry	1979-2008	-3,6†	3,0	6,5†	Howell <i>et al.</i> (2009)
Canada	–	Est du chenal Parry	1979-2008	-5,1	5,5	10,6†	Howell <i>et al.</i> (2009)
Canada	–	Détroit de M'Clintock	1979-2008	-3,4	4,4†	7,7†	Howell <i>et al.</i> (2009)
Canada	–	Franklin	1979-2008	-3,2	6,3†	9,5†	Howell <i>et al.</i> (2009)
Canada	–	Passages de Baffin	1979-2008	-4,7†	7,3†	12,0†	Howell <i>et al.</i> (2009)
Canada	–	Voie maritime de l'Arctique occidental	1979-2008	-1,2	2,6	3,8	Howell <i>et al.</i> (2009)

* Zones et sous-zones de régime des glaces (Service canadien des glaces, 2007).

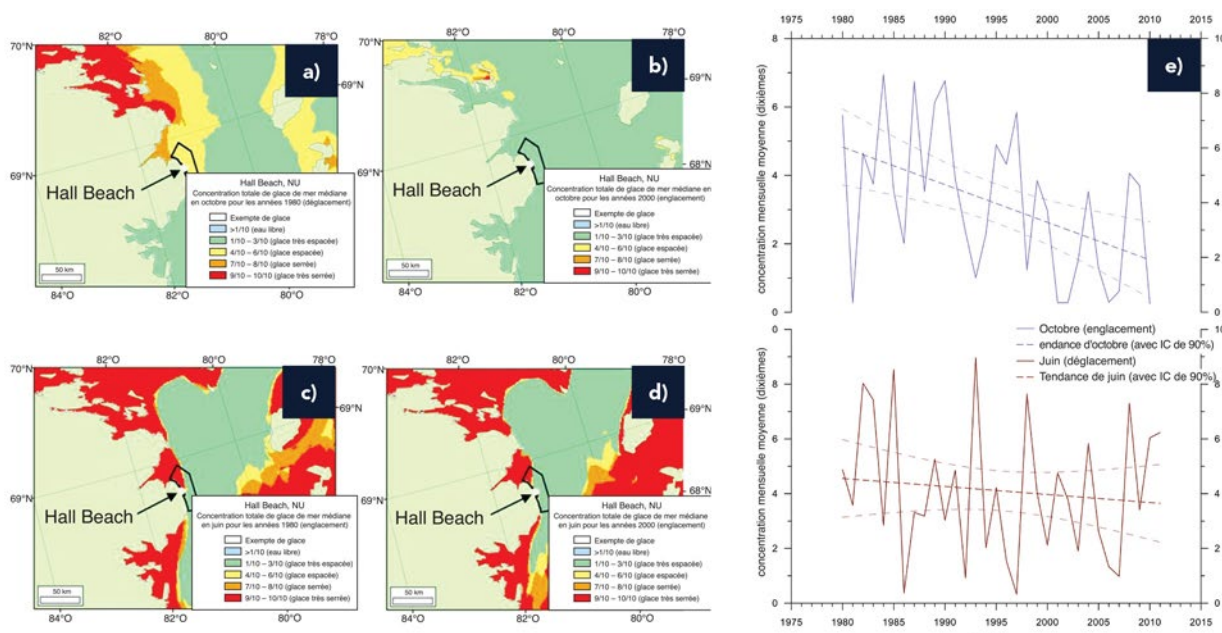


FIGURE 13 : Changements dans les concentrations de glace de mer à Hall Beach, au Nunavut, au moment de l'englacement (octobre) et du déglacement (juin) : **a)** concentrations médianes de glace en octobre pour la décennie des années 1980, **b)** concentrations médianes de glace en octobre pour la décennie des années 2000, **c)** concentrations médianes de glace en juin pour la décennie des années 1980, **d)** concentrations décennales médianes de glace en juin pour la décennie des années 2000, **e)** changement dans la concentration pendant la période d'enregistrement pour octobre (en bleu) et juin (en rouge).

2.4.3 INTENSITÉ DES TEMPÊTES

Il y a de solides indices que la fréquence et l'intensité des tempêtes dans l'Arctique augmentent (Évaluation des impacts sur le climat de l'Arctique, 2005; Manson et Solomon, 2007; GIEC, 2013; Akperov *et al.*, 2014). La corrélation positive entre la quantité d'eau libre et l'intensité des cyclones dans l'Arctique semble indiquer que les tempêtes augmenteront probablement en importance et en intensité à mesure que la glace de mer continuera de diminuer (Simmonds et Keay, 2009; Perrie *et al.*, 2012). Les conséquences de tempêtes plus intenses sur les côtes seront plus importantes dans les zones présentant un fetch considérable, comme la mer de Beaufort (Lintern *et al.*, 2013), et seront moins importantes dans les zones de fetch plus restreint, comme les chenaux des îles de la Reine-Élisabeth. La fréquence et l'intensité des ondes de tempête continueront elles aussi, probablement, d'augmenter le long des zones côtières vulnérables et peu profondes. Les données historiques sédimentaires recueillies dans les lacs de la partie extérieure du delta du Mackenzie font état 1) d'une importante corrélation entre l'augmentation de la température de l'air et l'occurrence et la gravité des ondes de tempête, et 2) du fait que l'activité des ondes correspond étroitement aux tendances observées relatives à l'étendue de la glace de mer (Vermaire *et al.*, 2013).

2.4.4 NIVEAU DE LA MER ET NIVEAUX D'EAU EXTRÊMES

Les changements constatés dans le niveau de la mer varient considérablement dans la région de la côte Nord. Les observations au marégraphe sur une période d'environ 50 ans indiquent que le niveau de la mer s'est élevé de 2,4 mm/an à Tuktoyaktuk, dans les Territoires du Nord-Ouest, et a diminué de 1,5 mm/an à Alert, au Nunavut (voir le chapitre 2, figure 19). En revanche, le niveau de la mer à Churchill, au Manitoba, a chuté au rythme beaucoup plus rapide de 9,3 mm/an au cours des 75 dernières années. Les différences dans le changement constaté du niveau de la mer sont en grande partie attribuables à des différences dans le taux de déplacement vertical des terres et sont principalement le produit du processus d'ajustement isostatique glaciaire (voir le chapitre 2).

Comme pour les changements du niveau relatif de la mer constatés au cours des dernières décennies, les changements du niveau relatif de la mer prévus dans la région de la côte Nord (figure 14) diffèrent d'un endroit à l'autre et diffèrent des prévisions de l'élévation du niveau de la mer à l'échelle mondiale (voir le chapitre 2). Les facteurs qui ont une influence sur les changements prévus du niveau relatif de la mer comprennent, en plus des ajustements isostatiques glaciaires, les changements océanographiques dynamiques de même que les réactions gravimétriques et crustales aux changements actuels dans la masse glaciaire, qui ont pour effet de réduire le taux de changement prévu du niveau de la mer dans l'ensemble de l'Arctique (voir le chapitre 2; James *et al.*, 2014). Dans le delta du Mackenzie, le compactage des sédiments contribue également à la subsidence des terres (Forbes, 2011).

Là où les terres se soulèvent rapidement, on prévoit que le niveau de la mer continuera de chuter, même aux termes d'un scénario à émissions élevées (figure 14), les prévisions pour certains endroits faisant état d'une chute de plus de 80 cm du niveau de la

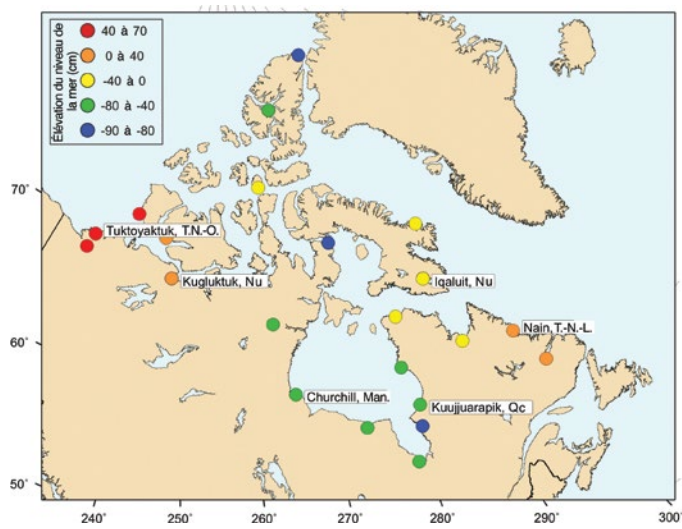


FIGURE 14 : Changement moyen prévu du niveau relatif de la mer en 2100 en fonction du scénario à émissions élevées (RCP8.5; tiré de James *et al.*, 2014, 2015). Les six lieux indiqués correspondent à ceux de la Figure 15, et les changements prévus pour tous les sites sont présentés à l'annexe A. Voir le chapitre 2 pour obtenir une description des scénarios et des méthodes.

mer d'ici 2100. Par contre, là où les terres s'enfoncent lentement, on prévoit que le niveau de la mer s'élèvera de plus de 40 cm d'ici 2100. La figure 15 présente les changements prévus du niveau relatif de la mer au cours du XXI^e siècle dans six collectivités de la région de la côte Nord. Les taux de soulèvement actuels dans ces collectivités varient de 14 mm/an à Kuujuarapik, au Québec, à -1 mm/an à Tuktoyaktuk, dans les Territoires du Nord-Ouest. Le taux de soulèvement de Kuujuarapik est si élevé que la collectivité ne devrait pas connaître d'élévation du niveau de la mer, même en fonction du pire scénario de changement du niveau de la mer envisagé (émissions élevées plus réduction de l'inlandsis de l'Antarctique, qui incorpore une contribution supplémentaire à l'élévation du niveau de la mer provenant de l'Antarctique occidental). En revanche, Tuktoyaktuk, qui s'enfonce, pourrait connaître une élévation du niveau de la mer de 140 cm en vertu du même scénario d'ici 2100 (figure 15).

Une conséquence importante de l'élévation du niveau de la mer est l'augmentation correspondante des phénomènes de niveaux d'eau extrêmes (voir les chapitres 2 et 3). À Tuktoyaktuk, on prévoit que l'élévation du niveau de la mer fera passer la fréquence des phénomènes de niveaux d'eau extrêmes (2,2 m plus haut que les données des tableaux) de un aux 25 ans à environ un à tous les quatre ans d'ici 2100. Autrement dit, la hauteur d'un événement décennal devrait augmenter de 1,1 à 2,1 m (Lamoureux *et al.*, 2015), ce qui signifie une augmentation considérable de la fréquence des phénomènes de niveaux d'eau extrêmes et des inondations concomitantes. Ces valeurs ne tiennent pas compte des effets de la réduction de la glace de mer (section 2.4.2) ou de l'augmentation de l'intensité des tempêtes (section 2.4.3), qui entraîneront une augmentation de la hauteur des vagues dans une grande partie de l'Arctique, y compris sur la côte de la mer de Beaufort (Khon *et al.*, 2014). Ces facteurs feront encore augmenter la fréquence et l'ampleur des phénomènes de niveaux d'eau extrêmes dans cette région.

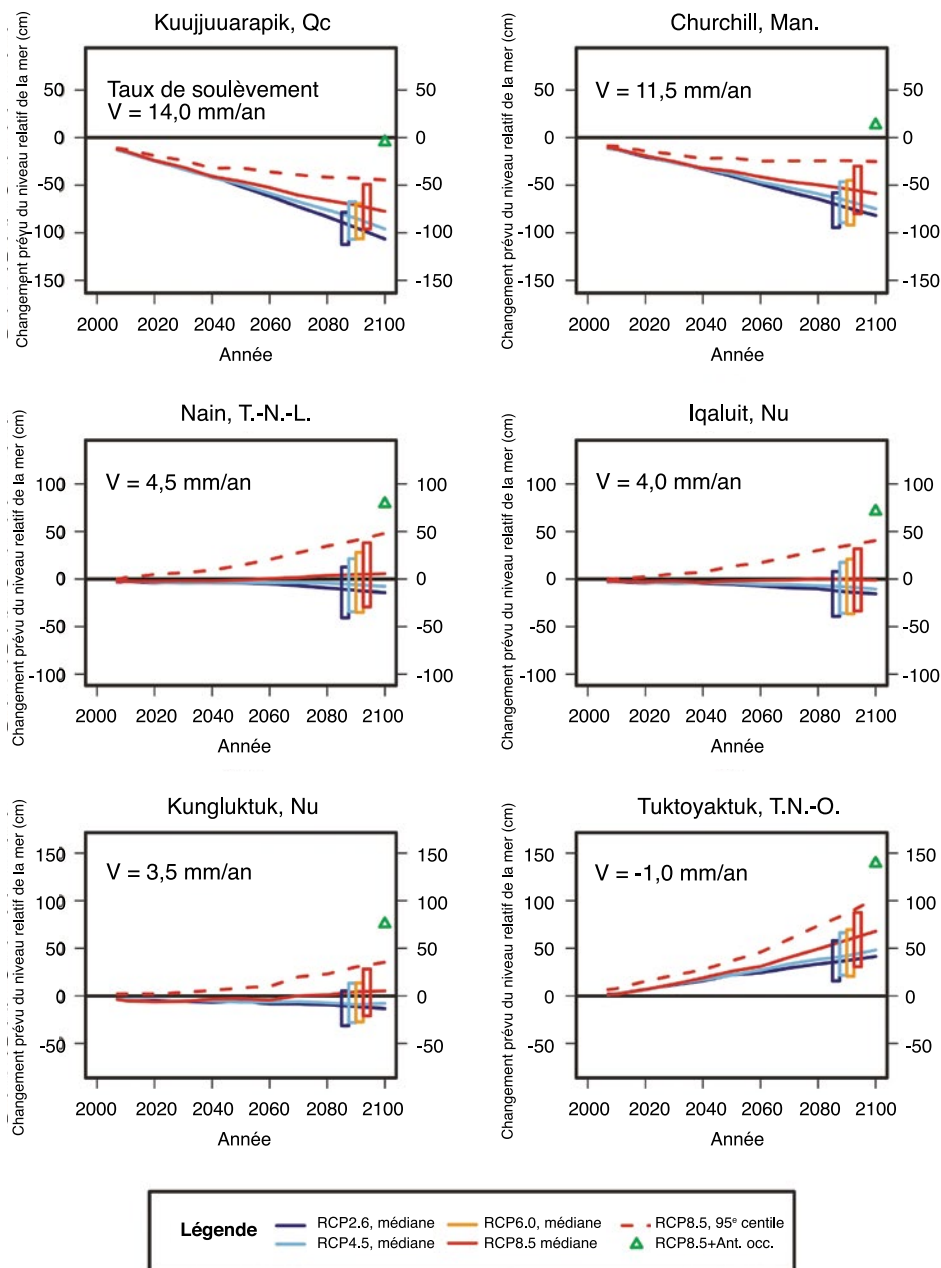


FIGURE 15 : Changement prévu du niveau relatif de la mer, fondé sur le Cinquième rapport d'évaluation du GIEC (Church et al., 2013 a, b) et en ayant recours au déplacement vertical (V) de la croûte terrestre (taux de soulèvement, indiqué à 0,5 mm/an près, tiré des observations au GPS) indiquée dans chaque panneau (James et al., 2014, 2015). Les prévisions sont indiquées pour le siècle en cours en fonction des scénarios à émissions faibles (RCP2.6), à émissions modérées (RCP4.5) et à émissions élevées (RCP8.5). La valeur prévue en 2100 est également indiquée pour le scénario à émissions élevées plus la réduction de l'inlandsis de l'Antarctique (RCP8.5+Ant. occ.; triangle vert). Les rectangles illustrent l'intervalle de confiance de 90 % (5^e au 95^e centile) de la prévision moyenne pendant la période de 2081 à 2100 et comprennent également le scénario RCP6.0; la ligne pointillée rouge indique la valeur du 95^e centile pour le scénario à émissions élevées. Voir le chapitre 2 pour obtenir une explication plus détaillée des scénarios. L'annexe A comprend les prévisions pour tous les endroits indiqués à la figure 14.

À long terme, là où l'on prévoit que le niveau de la mer continuera de chuter (ce qui s'applique à une grande partie de la région de la côte Nord; figure 14), l'élévation réduite du niveau moyen de la mer contribuera à une réduction de l'occurrence des phénomènes de niveaux d'eau extrêmes au cours du siècle. À court terme, toutefois, les changements dans l'étendue et la durée de la glace de mer et dans l'intensité des tempêtes ayant lieu dans de nombreux secteurs devraient entraîner une augmentation de la fréquence et de l'ampleur des phénomènes de niveaux d'eau

extrêmes et de l'érosion côtière, même dans les endroits où le niveau de la mer chute. En particulier, le fait que l'englacement tardif prolonge la saison d'eau libre jusque dans la saison des tempêtes automnales, au cours de laquelle des vagues plus hautes peuvent se produire, augmente la probabilité générale qu'un événement de vague aura lieu. C'est également le moment où le dégel saisonnier du bas de plage a presque rejoint sa profondeur maximale, et donc le moment où la côte est la plus vulnérable à l'érosion (Hansom et al., 2014).

2.4.5 PERGÉLISOL

Des études approfondies sur l'état du pergélisol au Canada et sur la manière dont il a changé au cours des dernières décennies (p. ex. Burn et Kokelj, 2009; Smith *et al.*, 2013; Ednie et Smith, 2015) révèlent que, à quelques exceptions près, les températures du pergélisol augmentent (figure 16). On prévoit que ces tendances se maintiendront à mesure que le climat continuera de se réchauffer (p. ex. Woo *et al.*, 2007; GIEC, 2013). Les régions qui ont la plus grande réaction thermique ne sont toutefois pas nécessairement les régions qui présentent les plus importants impacts physiques (Smith et Burgess, 2004). Par exemple, s'il y a une forte augmentation de la température du sol, mais le sol a très peu de glace de sol, les impacts physiques du réchauffement du pergélisol seront minimes.

Une température plus élevée du pergélisol peut intensifier l'action des processus côtiers comme le dégel de l'avant-plage (Aré *et al.*, 2008), la rupture en blocs (Hoque et Pollard, 2009) et le glissement régressif dû au dégel (Section 2.2.3; Lantuit et Pollard, 2008). La température plus élevée du pergélisol est généralement associée à une augmentation de l'épaisseur de la couche active qui peut, à son tour, entraîner la déstabilisation de l'infrastructure côtière. Plusieurs collectivités nordiques ont incorporé la recherche sur les conditions changeantes du pergélisol dans leur planification de l'adaptation côtière (p. ex. Couture *et al.*, 2002; Forbes *et al.*, 2014).

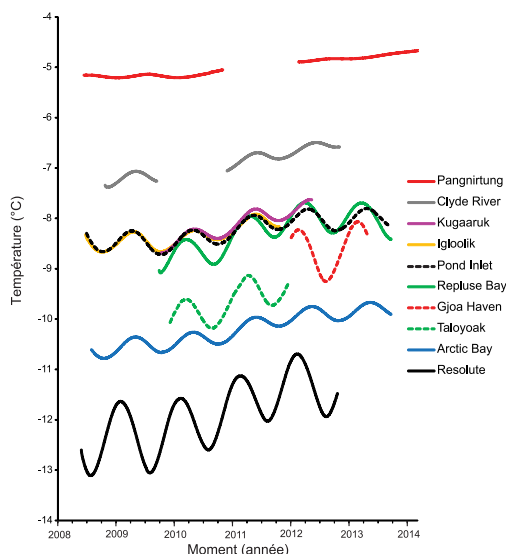


FIGURE 16 : Températures du pergélisol à 15 m de profondeur dans dix collectivités du Nunavut (tiré d'Ednie et Smith, 2015). On constate des augmentations constantes à tous les sites pendant la période d'observation, qui varient de 0,04 °C/an à Igloodik à 0,29 °C/an à Resolute. L'augmentation moyenne pour tous les sites est de 0,15 °C/an.

2.5 OBSERVATIONS AUTOCHTONES SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Le savoir traditionnel désigne un « corps cumulatif de connaissances, de pratiques et de croyances (...). Il est le produit de l'évolution de processus d'adaptation et se trouve transmis de

génération en génération grâce aux pratiques culturelles [traduction] » (Berkes, 1999, p. 8). On reconnaît généralement que le savoir traditionnel fournit un aperçu particulièrement précieux pour mieux comprendre la manière dont le climat de la côte nordique évolue et pour documenter les impacts connexes (Riedlinger, 1999, 2001; Riedlinger et Berkes, 2001; Fox, 2002; Furgal *et al.*, 2002; Nickels *et al.*, 2002; Thorpe *et al.*, 2002; Ford et Smit, 2004; Gearheard *et al.*, 2006; Tremblay *et al.*, 2006; Smith et Sharp, 2012).

Riedlinger et Berkes (2001) ont cerné cinq façons dont le savoir traditionnel complète les approches scientifiques de la compréhension des changements climatiques et de l'adaptation y compris :

- **Le savoir traditionnel en tant qu'expertise à l'échelle locale :** Les modèles climatiques mondiaux complexes parviennent difficilement à décrire le changement à l'échelle locale ou régionale. Le savoir traditionnel peut aider à acquérir une compréhension supplémentaire du changement environnemental et social et peut mettre en lumière des boucles de rétroaction et des connexions complexes entre le climat et l'environnement biophysique (Riedlinger et Berkes, 2001; Gearheard *et al.*, 2006).
- **Le savoir traditionnel en tant que source de données historiques et de référence sur le climat :** Le savoir traditionnel peut compléter d'autres sources de données lorsqu'il s'agit d'établir un historique du climat passé en fournissant des perceptions spécifiques fondées sur l'expérience cumulative antérieure. Les contes et les récits historiques verbaux, par exemple, ont été largement utilisés afin d'aider à élucider les conditions climatiques tout au long du XX^e siècle et au-delà (MacDonald, 1998; Cruikshank, 2001; Aporta, 2002, 2011; Berkes et Jolly, 2002; Duerden, 2004; Ford *et al.*, 2006a; Aporta et MacDonald, 2011). Par exemple, les aînés de Sachs Harbour, dans les Territoires du Nord-Ouest, parlent des années de glace extrême, comme « l'année de glace froide » de 1933, dans leurs récits sur les déplacements entre les territoires de chasse et de trappage (Riedlinger et Berkes, 2001).
- **Aperçu sur les impacts et l'adaptation communautaire :** S'adapter au changement fait partie intégrante des systèmes de subsistance et de la culture des communautés autochtones côtières du Nord. Le savoir traditionnel offre un aperçu à la fois sur les manifestations indubitables des changements climatiques (tableau 4) et sur la manière dont les membres de la collectivité locale perçoivent, comprennent et subissent ces impacts et dont ils composent avec les changements. Un exemple provenant d'Igloodik, au Nunavut, porte sur le nigajutait/putlaujaraq (petites poches d'eau libre qui subsistent pendant que la glace gèle / poches d'air sous la glace). Lorsque ces phénomènes se produisent pendant l'englacement automnal, les chasseurs utilisent leurs harpons pour vérifier l'épaisseur de la glace et déterminer si on peut y marcher, y passer en traîneau à chiens ou y passer en motoneige de façon sécuritaire (Laidler et Ikummaq, 2008; Laidler *et al.*, 2009). Cette technique, qui est une stratégie d'adaptation adoptée afin de composer avec les changements dans la glace de mer, repose sur une longue tradition de compréhension des subtilités des processus locaux de la glace de mer et de sa formation (Laidler *et al.*, 2009).

TABLEAU 4 : Observations communautaires du changement environnemental dans la région côtière du Nord, compilées à partir de diverses sources citées à la section 2.5.

MÉTÉO

Observations fondées sur le savoir traditionnel	Territoires du Nord-Ouest (Région désignée des Inuvialuit)	Nunavut	Québec (Nunavik)	Labrador (Nunat-siavut)	Québec (Sud de la baie d'Hudson [Cris])	Répercussions (généralisées pour l'ensemble des collectivités)
Variabilité croissante et diminution de l'aptitude à prévoir le temps	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Danger accru lors des déplacements sur la terre ou sur la glace
Changements dans la vitesse, la direction et la fréquence du vent	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Danger accru lors des déplacements sur la terre ou sur la glace; diminution de la fiabilité du savoir traditionnel
Augmentation de la fréquence des orages et des phénomènes météorologiques extrêmes	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Danger accru lors des déplacements sur la terre ou sur la glace; dommages accrus à l'infrastructure; accès restreint aux ressources aux fins de récolte; érosion côtière accélérée
Différences dans la neige : moins de neige en hiver, mais plus de neige dans certains cas; arrivée tardive à l'automne ou en hiver; texture plus légère et plus mouillée	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Difficulté et danger accrus lors des déplacements sur la terre ou sur la glace; accès restreint aux territoires de chasse; changements dans les itinéraires de chasse; diminution de la fiabilité du savoir traditionnel; répercussions sur l'englacement et le déglacement de l'eau de mer, de même que sur la consistance et la fiabilité de la glace
Ondes de tempête et érosion côtière accrues	Oui	Oui	Non	Non	Non	Danger accru lors des déplacements sur la terre ou sur la glace; dommages accrus à l'infrastructure; accès restreint aux ressources aux fins de récolte; érosion côtière accélérée
Pluie accrue (généralement à l'automne ou au printemps, en été)	Oui	Oui	Non	Non	Non	Répercussions sur l'infrastructure; répercussions sur l'englacement et le débâcle de la glace de mer, et sur la consistance et la fiabilité de la glace

TEMPÉRATURE

Observations fondées sur le savoir traditionnel	Territoires du Nord-Ouest (Région désignée des Inuvialuit)	Nunavut	Québec (Nunavik)	Labrador (Nunat-siavut)	Québec (Sud de la baie d'Hudson [Cris])	Répercussions (généralisées pour l'ensemble des collectivités)
Étés plus chauds (dans certaines collectivités)	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Répercussions sur les processus de vieillissement des aliments traditionnels; flore et faune changeantes; répercussions sur la glace de mer
Étés plus frais (dans certaines collectivités)	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Répercussions sur les processus de vieillissement des aliments traditionnels
Hivers plus chauds; moins de journées froides; hivers commencent plus tard	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Répercussions sur les processus de vieillissement des aliments traditionnels; flore et faune changeantes; répercussions sur la glace de mer et sur les déplacements sur la glace

DYNAMIQUE DE LA GLACE

Observations fondées sur le savoir traditionnel	Territoires du Nord-Ouest (Région désignée des Inuvialuit)	Nunavut	Québec (Nunavik)	Labrador (Nunat-siavut)	Québec (Sud de la baie d'Hudson [Cris])	Répercussions (généralisées pour l'ensemble des collectivités)
Dégelament plus hâtif de la glace de mer	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Accès restreint aux territoires de chasse; danger accru lors des déplacements sur la glace; prolongement de la saison de navigation
Amincissement de la glace	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Danger accru lors des déplacements sur la glace et risque accru de rupture; plus de difficultés à prévoir l'épaisseur
Englacement de la glace de mer plus lent	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Accès restreint aux territoires de chasse; danger accru lors des déplacements sur la glace
Changements dans la couleur, la texture et la consistance de la glace	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Danger accru lors des déplacements sur la glace; plus de difficulté à prévoir l'épaisseur et la sécurité; augmentation du nombre de ruptures (surtout au bord du floe)
Diminution ou disparition de la glace pluriannuelle en été; plus d'eau libre et d'eaux agitées dans certaines régions; changements dans l'emplacement du bord des floes	Oui	Oui	Non	Non	Non	Augmentation de la durée de la saison de navigation; bord des floes plus près de la ville; accès restreint et accru à différents territoires de chasse; changements dans la faune
Changements dans la glace des rivières et des lacs : amincissement de la glace, débâcle plus hâtive, englacement plus tardif et plus lente	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Danger accru lors des déplacements sur la glace; plus de difficultés à prévoir l'épaisseur et la sécurité; accès restreint aux territoires et aux sentiers de chasse

PROCESSUS GÉOMORPHOLOGIQUES ET VÉGÉTATION

Observations fondées sur le savoir traditionnel	Territoires du Nord-Ouest (Région désignée des Inuvialuit)	Nunavut	Québec (Nunavik)	Labrador (Nunat-siavut)	Québec (Sud de la baie d'Hudson [Cris])	Répercussions (généralisées pour l'ensemble des collectivités)
Dégel du pergélisol	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Domages à l'infrastructure; diminution du terrain disponible aux fins de développement
Augmentations de l'érosion côtière	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Endommagement et perte de sites culturels et d'infrastructure; réinstallation de bâtiments dans certaines collectivités
Enfoncement des terres dans certaines régions	Oui	Oui	Non	Non	Non	Domages à l'infrastructure; diminution du terrain disponible aux fins de développement
Plus de boue sur les terrains et problèmes de drainage	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Domages à l'infrastructure; changements aux itinéraires de chasse; diminution du terrain disponible aux fins de développement
Changements dans la flore	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Changement d'espèces; changements dans la faune
Changements dans les niveaux d'eau des lacs et des rivières	Non	Non	Oui	No	Oui	Inondations; répercussions sur l'infrastructure; érosion côtière; répercussions sur la faune

FAUNE

Observations fondées sur le savoir traditionnel	Territoires du Nord-Ouest (Région désignée des Inuvialuit)	Nunavut	Québec (Nunavik)	Labrador (Nunat-siavut)	Québec (Sud de la baie d'Hudson [Cris])	Répercussions (généralisées pour l'ensemble des collectivités)
Changements dans le comportement migratoire	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Changements dans les pratiques et les itinéraires de chasse; changements dans la disponibilité d'aliments prélevés dans la nature aux fins de consommation
Déclin de la santé animale chez certaines espèces ou changements physiologiques chez certaines espèces (c.-à-d. fourrure ou peau moins épaisse)	Oui	Oui	Non	Non	Non	Changements dans la disponibilité d'aliments prélevés dans la nature aux fins de consommation
Changements dans les chiffres de population	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Changements dans les pratiques et les itinéraires de chasse; changements dans la disponibilité d'aliments prélevés dans la nature aux fins de consommation; imposition d'une interdiction d'importation par les États-Unis à l'égard des peaux d'ours polaire
Changements dans les espèces	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Changements d'espèces; changements dans les pratiques et les itinéraires de chasse; changements dans la disponibilité d'aliments prélevés dans la nature aux fins de consommation

3 VULNÉRABILITÉ

Les côtes nordiques du Canada connaissent déjà des changements environnementaux rapides. La sensibilité biophysique inhérente des côtes, ainsi que l'ampleur des changements climatiques futurs prévus dans l'Arctique, semblent indiquer que les collectivités côtières nordiques pourraient être très susceptibles aux impacts climatiques futurs. La présente section examine les connaissances relatives à la vulnérabilité potentielle des collectivités et des économies nordiques par secteur : infrastructure et transport, santé et bien-être, affaires et économie, culture et éducation de même que récolte de subsistance (Ford et Pearce, 2010; Ford *et al.*, 2012a, b). La majorité des travaux publiés dans ce domaine met l'accent sur les communautés inuites. Des études de cas sont incluses en vue de permettre une discussion plus approfondie des enjeux sectoriels ou pour donner des exemples d'enjeux particuliers.

3.1 INFRASTRUCTURE ET TRANSPORT

Les réseaux et les infrastructures de transport le long des côtes nordiques sont particulièrement sensibles aux impacts des changements climatiques en raison de l'importance du pergélisol et de la glace de mer. Les recherches dans ce secteur mettent l'accent sur deux domaines principaux : l'environnement bâti (y compris l'infrastructure portuaire) et les sentiers semi-permanents entre les collectivités. La navigation est abordée à la section 3.3.

3.1.1 ENVIRONNEMENT BÂTI

L'environnement bâti le long des côtes nordiques comprend, aux fins des présentes, les routes, les bâtiments, les bandes d'atterrissage, les installations portuaires, les installations de traitement des eaux et des eaux usées, l'infrastructure de drainage, les installations de communication (lignes de transmission), les pipelines et les installations industrielles (p. ex. les mines et les routes d'accès aux mines). L'environnement bâti est un élément clé du bien-être de la collectivité aussi bien que de la croissance durable future. Même si les nouveaux investissements au niveau de l'infrastructure ont la possibilité d'incorporer les considérations liées à l'évolution du climat, l'infrastructure existante est confrontée à un éventail de risques et de possibilités de même qu'à des options d'adaptation (étude de cas 2).

ÉTUDE DE CAS 2

PORT DE CHURCHILL, AU MANITOBA

Le port de Churchill est le plus gros port de la côte Nord et le seul en eau profonde (figure 17), ce qui en fait un emplacement stratégique pour le transport des marchandises sur les océans Arctique et Atlantique. Il est doté de quatre postes de mouillage,



FIGURE 17 : Le port de Churchill est le seul port en eau profonde de la région de la côte Nord du Canada. Photo gracieuseté de Hudson Bay Route Association.

dont un pour les navires-citernes qui peut accueillir des navires de la classe Panamax. Construits dans les années 1930, le port et le lien ferroviaire vers The Pas, au Manitoba, ont été achetés par OmniTRAX en 1997 et continuent d'être exploités par la Hudson Bay Port Company et la Hudson Bay Railway (HBR; Port de Churchill, sans date). Ensemble, la ligne ferroviaire et le port offrent une connexion commerciale importante, les utilisations principales du port étant le transport maritime international (p. ex. l'exportation de grain de l'Ouest du Canada vers les marchés d'Afrique du Nord, d'Europe, du Moyen-Orient, d'Amérique du Sud et du Mexique) et le réapprovisionnement maritime en marchandises sèches, en carburant et en cargo industriel pour la région de Kivalliq au Nunavut. La Churchill Gateway Development Corporation a été créée en 2003 pour défendre l'expansion et la diversification de Churchill à titre de porte d'entrée du nord du Canada.

Le port est actuellement confronté aux défis suivants : 1) une saison de navigation courte (accès maritime pendant 14 à 16 semaines), 2) une forte dépendance à l'égard du transport maritime du grain, 3) des problèmes de fiabilité et d'efficacité de la chaîne d'approvisionnement ferroviaire, 4) des difficultés touchant les prolongations de couverture d'assurance maritime et le peu de soutien de la Garde côtière pour la navigation dans des eaux difficiles, 5) une infrastructure portuaire vieillissante dont la mise à niveau et l'expansion exigent d'importants investissements financiers et 6) la concurrence des ports de Thunder Bay et de Québec. Plusieurs de ces défis touchent les risques climatiques, que les changements climatiques peuvent aggraver tout en fournissant de nouvelles possibilités de croissance. Par exemple, la durée croissante de la saison d'eau libre offre au port une possibilité d'expansion et de croissance puisque les prévisions permettent de croire que la saison de navigation pourrait augmenter de jusqu'à deux semaines tant au début de l'été qu'à la fin de l'automne (Section 3.3). L'application du protocole du Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques (Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques, 2007) à l'infrastructure du port a permis de désigner des facteurs tels l'augmentation des cycles gel-dégel, les pluies de grande intensité et l'activité orageuse accrue comme étant des impacts climatiques clés. Plus de 450 interactions climatiques possibles ont été examinées et 21 d'entre elles ont été identifiées comme

présentant des risques moyens et exigeant une analyse supplémentaire (Stantec, 2015).

L'assiette des rails à voie unique de la HBR qui approvisionne le port court des risques plus graves. D'importants problèmes d'utilisation et d'entretien sont causés par 1) le dégel du pergélisol discontinu, 2) les mauvaises propriétés géotechniques du sol de fondrière sur lequel repose l'assiette des rails et 3) les fortes précipitations qui entraînent des glissements de terrain et des inondations susceptibles d'emporter la voie ferrée (Bristow et Gill, 2011; Addison *et al.*, 2015). On prévoit que ces effets indésirables s'aggraveront à mesure que les changements climatiques se poursuivront, au point où l'infrastructure terrestre de transport qui assure la connexion avec le port devra faire face à des risques accrus (Bristow et Gill, 2011). Parmi les mesures d'adaptation proposées en vue d'atténuer ces risques, on compte les nouvelles technologies d'ingénierie qui peuvent aider à stabiliser les terrains contenant du pergélisol, l'utilisation de gravier plutôt qu'une chaussée dans la construction des routes (p. ex. la proposition d'une autoroute reliant le Manitoba et le Nunavut) et la construction des ponts en fonction des normes les plus élevées (Bristow et Gill, 2011).

En 2013, un groupe de travail fédéral et provincial sur l'avenir de Churchill a été chargé d'examiner les possibilités futures. Le Programme d'utilisation du port de Churchill de cinq ans, qui a débuté en 2012, offre des incitations économiques encourageant l'expédition du grain admissible par le port et la diversification des exportations de ressources afin d'inclure, par exemple, la potasse, le gaz naturel liquéfié et le pétrole brut. On vise entre autres à ouvrir les marchés inexploités du Nord à une plus grande concurrence, à renforcer les liens commerciaux entre le Manitoba et le Nunavut de même qu'à assurer le développement de nouveaux acteurs sur la scène de l'industrie du grain.

Il ressort de la littérature (Champalle *et al.*, 2013) trois approches distinctes de l'évaluation de la vulnérabilité de l'environnement bâti : l'évaluation communautaire, l'évaluation technique et l'évaluation sectorielle.

Les évaluations communautaires de la vulnérabilité

intègrent la science et le savoir local et traditionnel en insistant fortement sur la compréhension des processus décisionnels qui régissent la gestion du risque posé par le climat pour l'environnement bâti. On compte parmi les obstacles à l'adaptation au niveau communautaire : 1) la difficulté à accéder à des renseignements au sujet des changements climatiques (encadré 3), 2) l'absence d'une compétence ou de protocoles clairs permettant d'aborder la question des impacts des changements climatiques sur l'environnement bâti, 3) le coût de l'adaptation de l'infrastructure au climat et 4) le manque de personnel dans les municipalités (Andrachuk et Pearce, 2010; Ford *et al.*, 2010a; Hovelsrud et Smit, 2010; Pearce *et al.*, 2010a; Boyle et Dowlatabadi, 2011). Certaines collectivités ont élaboré des plans d'adaptation visant l'environnement bâti qui font le point sur des activités recommandées, l'entité responsable de leur mise en œuvre de même que les mesures prioritaires (étude de cas 3; Callihoo et Ohlson, 2008; Callihoo et Romaine, 2010; Hayhurst et Zeeg, 2010; Johnson et Arnold, 2010).

ENCADRÉ 3

PORTAIL ARCTIC ADAPTATION EXCHANGE

Le Conseil de l'Arctique a déterminé que l'accès aux ressources d'information était un obstacle empêchant de nombreux habitants du Nord de comprendre les impacts des changements climatiques et d'y réagir (Conseil de l'Arctique, 2015). Afin de régler ce problème, un portail de renseignements sur l'adaptation a été mis au point par l'entremise du Groupe de travail sur le développement durable du Conseil. On accède au portail par le site *Web Arctic Adaptation Exchange*, qui a été lancé en 2015 (www.arcticadaptationexchange.com). Le portail facilite l'échange de connaissances sur l'adaptation aux changements climatiques dans le nord circumpolaire et sert de carrefour central d'information pour les collectivités, les chercheurs et les décideurs des secteurs public et privé.

ÉTUDE DE CAS 3

PLANIFICATION RELATIVE AU DÉGEL DU PERGÉLISOL AU NUNAVUT

Les températures du pergélisol ont augmenté au cours des dernières 20 à 30 années dans la quasi-totalité de l'Arctique. Même si la cueillette *in situ* de données sur le pergélisol aide à quantifier le changement et à éclairer la planification en fonction des impacts futurs, il s'agit d'une tâche longue et difficile (Vaughan *et al.*, 2013). En conséquence, d'autres techniques sont nécessaires en vue de déterminer les cas de dégradation du pergélisol, y compris l'utilisation de données satellitaires (Vaughan, *et al.*, 2013). Le projet d'Analyse du terrain au Nunavut, géré par le Ministère des Services communautaires et gouvernementaux du gouvernement du Nunavut, engage sept collectivités : Arviat, Baker Lake, Kimmirut, Gjoa Haven, Cape Dorset, Pangnirtung et Kugluktuk (Government of Nunavut, 2013). L'objectif est de cerner le terrain qui est vulnérable aux impacts des changements climatiques au moyen d'images radar recueillies par satellite, de modèles d'élévation numériques, d'images optiques, de visites sur place et de connaissances locales. Ces renseignements sont convertis en cartes des zones de risque qui établissent une classification indiquant l'adéquation des terres à des fins de mise en valeur future. Les décideurs, tels les planificateurs et les ingénieurs, utiliseront ces cartes lorsqu'ils mettront au point des plans communautaires municipaux (Mate *et al.*, 2012).

L'engagement communautaire est un aspect clé du projet. Les mécanismes utilisés comprennent des soirées d'information, des entrevues radiodiffusées, des séances d'information dans les écoles et des discussions ouvertes. Au cours de l'été 2013, des événements semblables ont été organisés dans le hameau d'Arviat dans le but de faire participer les dirigeants communautaires, les entreprises locales,

le secteur du logement, les aînés et les jeunes. Les résultats préliminaires de la carte d'adéquation des terres pour Arviat ont été affichés, accompagnés de présentations et d'un court documentaire préparé par une équipe de jeunes journalistes d'Arviat. Des discussions ont été organisées au sujet du processus décisionnel en planification et en construction, des impacts du pergélisol sur les bâtiments locaux et de la prise en considération de différents types de fondations ou de différentes conceptions de bâtiments. Les aînés de la collectivité ont partagé leurs connaissances au sujet des changements survenus dans le paysage et leurs expériences en matière de murs fissurés et de fondations instables (Centre sur les changements climatiques du Nunavut, sans date). Le projet devrait donner aux collectivités les outils et les politiques nécessaires à une meilleure gestion des terres afin de minimiser les défaillances d'infrastructures attribuables à la dégradation du pergélisol.

Les évaluations techniques de la vulnérabilité dans la région de la côte Nord examinent principalement les risques posés par le dégel du pergélisol sur des actifs d'infrastructure particuliers, en fonction des profils géotechniques, des inspections sur le terrain par les ingénieurs, des consultations auprès des intervenants ou de la modélisation du pergélisol. Le Ministère des Transports du Québec (MTQ) a déterminé que le dégel du pergélisol touche neuf des treize installations d'infrastructure aéroportuaires du MTQ au Nunavik, provoquant des affaissements importants (Boucher et Guimond, 2012). L'évaluation de la vulnérabilité des fondations des bâtiments à Inuvik, dans les Territoires du Nord-Ouest, ont fait état du mauvais fonctionnement des fondations à thermosiphon en raison de la mauvaise conception ou construction des semelles granulaires sur lesquelles reposent les tuyaux de l'évaporateur à thermosiphon et d'une conception inadéquate de l'isolation (Holubec Consulting Inc., 2008). L'évaluation de la vulnérabilité des bâtiments à la dégradation du pergélisol dans trois peuplements côtiers des Territoires du Nord-Ouest a permis de cerner des possibilités, lors de la conception des bâtiments, de minimiser le risque potentiel, en démontrant qu'une « adaptation éclairée » pouvait réduire le coût des impacts d'un tiers par rapport aux coûts encourus lorsqu'aucune mesure n'est prise (Zhou *et al.*, 2007). Les études techniques servent également à éclairer l'élaboration et la surveillance de mesures précises visant à lutter contre l'érosion côtière.

Les évaluations sectorielles de la vulnérabilité mettent l'accent sur l'infrastructure dans des secteurs particuliers. Dans le nord du Canada, on a insisté particulièrement sur ce que les changements climatiques signifient pour l'exploitation minière (encadré 4; Ford *et al.*, 2010d; Pearce *et al.*, 2010a). Les sensibilités aux changements climatiques sont liées aux impacts possibles du dégel du pergélisol, du soulèvement par le gel et du cycle de gel-dégel sur la stabilité des infrastructures et des stériles, de même qu'aux impacts des phénomènes météorologiques extrêmes sur les activités minières. Les efforts visant à concevoir des infrastructures minières de manière à incorporer les considérations liées aux changements climatiques ont été limités jusqu'à maintenant, ce qui fait que d'importantes vulnérabilités pourraient se présenter, en particulier au cours de la phase postérieure à l'exploitation des mines (Pearce *et al.*, 2010a).

ENCADRÉ 4

LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET L'INFRASTRUCTURE MINIÈRE DANS LE NORD DU CANADA

Les changements climatiques en cours ont des répercussions sur les activités d'extraction des ressources dans les régions côtières nordiques. Certains changements, en particulier la diminution de la couverture de glace de mer, pourrait présenter des avantages pour l'exploitation minière dans la région en raccourcissant les itinéraires de transport maritime et en prolongeant les saisons de navigation (Lemmen *et al.*, 2014). La plupart des recherches sur l'infrastructure minière mettent l'accent sur les risques liés au climat. Selon la nature et l'emplacement d'une mine, différentes composantes peuvent être touchés par le dégel du pergélisol, l'augmentation des températures moyennes et les phénomènes de précipitations extrêmes, entre autres les enceintes de confinement, les bâtiments, les sources d'énergie, les réseaux de transport et le drainage du site minier (Ford *et al.*, 2010b, 2011b; Pearce *et al.*, 2011a). Du point de vue historique, les changements qui se sont produits dans ces paramètres ont, dans certains cas, mené à l'affaiblissement de l'intégrité structurelle et de la sécurité des routes de glace, des ponts, des pipelines et des bandes d'atterrissage de même que des parois des mines à ciel ouvert et des structures de confinement. Le risque de défaillance structurelle en raison des changements climatiques prévus est une préoccupation qui touche plusieurs mines exploitées, abandonnées ou orphelines dans l'ensemble du Nord canadien.

D'autres études ont examiné la vulnérabilité de l'infrastructure de transport d'énergie dans les collectivités côtières nordiques. Des itinéraires de tempête changeants caractérisés par de plus fortes advections de température, des courants ascendants plus forts et davantage d'humidité pourraient faire augmenter la probabilité de précipitations verglaçantes et de tempêtes plus violentes (Roberts et Stewart, 2008; Roberts *et al.*, 2008), ce qui aurait des répercussions au niveau de l'infrastructure de transport d'énergie. On se préoccupe entre autres de la grosseur des fils électriques par rapport aux fils dans le sud et de leur susceptibilité potentielle aux tempêtes de verglas (Roberts et Stewart, 2008). Le secteur de l'énergie est également touché par la variabilité accrue de l'écoulement fluvial dans l'ensemble des régions nordiques (Barber *et al.*, 2008), ce qui aura une incidence sur la production hydroélectrique (Dery *et al.*, 2009).

3.1.2 SENTIERS SEMI-PERMANENTS

Les petites communautés autochtones dépendent fortement des sentiers semi-permanents sur la glace de mer, de même qu'en milieu terrestres et sur la glace des rivières et des lacs, pour leurs déplacements aux fins de loisirs et de récolte. L'évolution des régimes nivologiques et glaciologiques, le climat moins prévisible et les configurations changeantes des vents rendent les déplace-

ments plus dangereux et moins fiables, ce qui compromet la capacité des résidents d'entreprendre des activités de récolte (étude de cas 4; Tremblay *et al.*, 2008; Laidler *et al.*, 2009; Peloquin et Berkes, 2009; Lemelin *et al.*, 2010; Gearheard *et al.*, 2011; Ford *et al.*, 2013b). Un sondage auprès des résidents de Nain, à Terre-Neuve-et-Labrador, a révélé que lors de l'hiver anormalement chaud de 2009–2010, environ la moitié d'entre eux ne pouvaient pas utiliser leur itinéraire habituel et ont dû prendre davantage de risques pour se déplacer sur la glace de mer, et environ les trois quarts d'entre eux ont rapporté être incapables de prévoir les conditions de glace et avoir peur d'utiliser la glace. Près d'un répondant sur douze utilisant la glace de mer était passé à travers la glace au cours de cet hiver (Furgal *et al.*, 2012).

ÉTUDE DE CAS 4

ADAPTER LES DÉPLACEMENTS HIVERNAUX

Des conditions de neige et de glace de mer plus variables et moins prévisibles compromettent l'utilisation des sentiers d'hiver, portent atteinte à la sécurité et nuisent à l'accès aux aliments prélevés dans la nature et au bois de chauffage de même qu'à la transmission intergénérationnelle des compétences liées au territoire (Riedlsperger *et al.*, sous presse). Les utilisateurs locaux de la glace de mer près de Makkovik et Postville, au Nunatsiavut (Terre-Neuve-et-Labrador), ont indiqué qu'en raison des hivers doux récents les déplacements présentent plus de risques, tout en faisant remarquer que leur niveau de confiance par rapport aux déplacements dans ces régions a diminué au cours de leur existence. Les résidents ont identifié les zones de déplacement dangereuses et ont abandonné certains itinéraires de déplacement sur la glace de mer qui sont moins protégés des conditions de mer libre (figure 18). Les sentiers terrestres sont moins touchés par la variabilité et le changement du climat, et beaucoup de gouvernements communautaires inuits se sont adaptés aux conditions changeantes en établissant ou en améliorant des sentiers terrestres entretenus qui offrent un accès fiable et plus sécuritaire aux sites de récolte et de chasse.

Dans les situations où des sentiers terrestres ne constituent pas une option viable, on met au point et à l'essai un nouveau système communautaire et intégré d'information et de diffusion sur la glace de mer dans des collectivités du Nunatsiavut et du Nunavut (Bell *et al.*, 2014). Le système Sea-Ice Monitoring And Real-Time Information for Coastal Environments (SmartICE ou système de surveillance et d'information en temps réel sur la glace de mer pour les environnements côtiers ; <http://nainresearchcentre.com/research-projects/smartice/>) complète les cartes de la glace de mer à l'échelle régionale existantes (p. ex. Laidler *et al.*, 2011) en offrant des observations et en rendant disponibles des connaissances locales sur l'épaisseur et les caractéristiques de surface de la glace de mer pertinentes du point de vue de la sécurité des déplacements locaux (figure 19). Les principaux éléments technologiques du système sont 1) un réseau de capteurs automatisés *in situ* qui mesurent l'épaisseur et d'autres caractéristiques de la glace

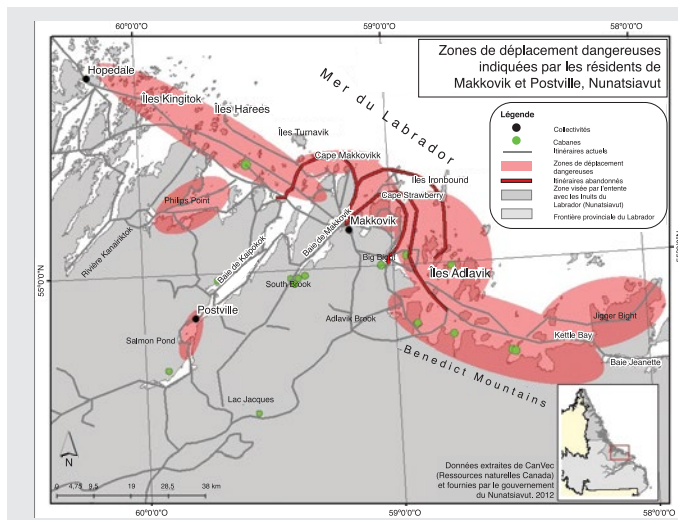


FIGURE 18 : Zones de déplacement dangereuses (en rouge) identifiées par les résidents de Makkovik et Postville, au Nunatsiavut, à Terre-Neuve-et-Labrador (tiré de Riedlsperger, 2013). Les itinéraires de déplacement sur la glace de mer abandonnés sont illustrés par des lignes rouge foncé. Les sentiers terrestres (lignes grises) offrent maintenant des itinéraires de déplacement plus sécuritaires et fiables.

de mer et transmettent les données par satellite Iridium, 2) un conductivimètre de sol adapté utilisé comme capteur d'épaisseur de la glace autonome pouvant être transporté par traîneau (Haas et al., 2011), 3) des images répétées prises par satellite à partir desquelles on cartographie les conditions à la surface de la glace de mer (p. ex. la concentration, la rugosité et la teneur en eau) en fonction de systèmes de classification définis par les utilisateurs et 4) une technologie de l'information qui intègre les données sur la glace de mer recueillies *in situ* et par télédétection afin de créer des produits numériques bruts et transformés qui répondent aux besoins des groupes d'utilisateurs, qu'il s'agisse de gestionnaires de la navigation dans les glaces, d'experts inuits de la glace ou d'utilisateurs de la glace aux fins de loisirs. SmartICE cherche à accroître le *Qaujimajatuqangit* (savoir traditionnel) au sujet des conditions locales de glace de mer, et non pas de le remplacer.

Parmi les autres mesures d'adaptation, on compte la mise à niveau de l'équipement et l'amélioration de l'entretien des sentiers, l'utilisation de motoneiges plus puissantes, l'adoption d'activités de subsistance plus souples, le renforcement des programmes sur



FIGURE 19 : Station communautaire de surveillance de la glace de Nain, à Terre-Neuve-et-Labrador, où l'on peut voir un prototype de capteur SmartICE pris dans la glace (avant-plan droit). Le capteur envoie des mesures quotidiennes de l'épaisseur de la glace par satellite au portail de données SmartICE. Photo gracieuseté de R. Briggs.

le savoir traditionnel et l'acquisition de compétences de même que l'amélioration de la collaboration et des réseaux de partage officiels (Riedlsperger, 2013). On compte au nombre des obstacles à l'adaptation les contraintes en matière de ressources humaines et financières, qui peuvent empêcher l'accès à l'équipement le plus approprié aux fins de déplacements sécuritaires, de même que les règlements qui réduisent la souplesse à l'égard de l'endroit et du moment des déplacements, par exemple les permis de chasse et de trappage obligatoires (Riedlsperger, 2013).

L'englacement automnal est une période de l'année caractérisée par un grave danger et des restrictions au niveau de l'accès, et le réchauffement du climat de même que des températures plus variables contribueront à prolonger la période d'instabilité de la glace (Laidler et al., 2009). Pour les collectivités qui chassent au bord des floes à la fin du printemps et au début de l'été, comme celles de l'est de l'île de Baffin, au Nunavut, ou qui utilisent la banquise flottante comme plate-forme de chasse, les conditions de glace plus dynamiques créent des problèmes particulièrement épineux. Diverses mesures d'adaptation ont été documentées en réaction à ces changements, notamment la modification du moment et du lieu des activités de récolte, le remplacement des espèces récoltées et chassées, la création de nouveaux itinéraires de déplacement et l'action d'éviter de se déplacer à certains moments et en certains endroits (Gearheard et al., 2006; Ford et al., 2008; Tremblay et al., 2008; Aporta, 2011; Ford et al., 2013b). Le savoir traditionnel, les réseaux sociaux et les technologies comme les téléphones satellites, les dispositifs de type SPOT et les appareils GPS ont tous été identifiés comme des éléments de base sur lesquels se fondent ces mesures d'adaptation, même si beaucoup d'études font état de préoccupations quant à l'affaiblissement des compétences liées au territoire et du savoir traditionnel chez les jeunes générations (Peloquin et Berkes, 2009; Pearce et al., 2011b; Pearce et al., 2015).

3.2 SANTÉ ET BIEN-ÊTRE

Les impacts sur la santé des changements climatiques dans les collectivités côtières nordiques seront multidimensionnels (tableau 5). Ils peuvent être directs et découler des changements dans la température ou des phénomènes climatiques extrêmes (Furgal et al., 2008; Parkinson et Berner, 2009), ou indirects et découler de la manière dont les changements climatiques touchent la subsistance, l'infrastructure, la faune et les agents infectieux (Furgal et al., 2002; Furgal et Seguin, 2006; Healey et al., 2011). Les études ont mis principalement l'accent sur les populations autochtones, surtout les petites communautés inuites, en insistant fortement sur la sécurité alimentaire et le danger des déplacements. La sécurité de l'eau, la santé mentale et les répercussions des changements climatiques sur les contaminants sont des domaines de recherche qui n'en sont qu'à leurs débuts (Constant et al., 2007; McKinney et al., 2009).

Les principaux facteurs déterminant la manière dont les changements climatiques porteront atteinte à la santé sont les suivants :

TABLEAU 5 : Impacts directs et indirects possibles sur la santé des changements climatiques dans le Nord canadien (selon Furgal et Seguin, 2006).

Changement identifié relatif au climat	Exemples d'impacts possibles sur la santé
Augmentation de l'ampleur et de la fréquence des extrêmes de température (Direct)	<ul style="list-style-type: none"> Taux accrus de morbidité et de mortalité liés à la chaleur et au froid Stress respiratoire en été chez les populations à risque élevé (p. ex. aînés, personnes ayant une mauvaise santé respiratoire)
Augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes (p. ex. tempêtes) (Direct)	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de la fréquence et de la gravité des accidents de chasse et de déplacement, entraînant des blessures, des décès et du stress psychologique
Augmentation de l'ampleur et de la fréquence des extrêmes de température (Indirect)	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de l'incidence et de la transmission de maladies infectieuses, perturbations psychosociales Modification des itinéraires de migration et de déplacement des animaux
Diminution de la répartition, de la stabilité et de la durée de la couverture de glace (Indirect)	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de la fréquence et de la gravité des accidents de chasse et de déplacement, entraînant des blessures, des décès et du stress psychologique Réduction de l'accès aux aliments prélevés dans la nature; diminution de la sécurité alimentaire, érosion des valeurs sociales et culturelles liées à la préparation, au partage et à la consommation des aliments prélevés dans la nature
Changements dans la composition de la neige (Indirect)	<ul style="list-style-type: none"> Difficultés à construire des abris (igloos) afin d'assurer la sécurité lors de déplacements sur le territoire
Augmentation de l'aire de répartition et de l'activité des agents infectieux existants et nouveaux (p. ex. insectes piqueurs) (Indirect)	<ul style="list-style-type: none"> Exposition accrue à des maladies existantes et nouvelles à transmission vectorielle
Changements au niveau de l'écologie locale des agents infectieux de nature hydrique et alimentaire (introduction de nouveaux parasites) (Indirect)	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de l'incidence des maladies diarrhéiques et d'autres maladies infectieuses Émergence de nouvelles maladies
Augmentation de la fonte du pergélisol, diminution de la stabilité structurelle (Indirect)	<ul style="list-style-type: none"> Diminution de la stabilité de l'infrastructure de santé publique, de logement et de transport
Élévation du niveau de la mer (Indirect)	<ul style="list-style-type: none"> Impacts physiques et perturbations psychosociales associés aux dommages matériels et à la réinstallation de la collectivité (partielle ou complète)

Conditions socioéconomiques : Les habitants du Nord, en particulier les Autochtones, courent plus de risques de vivre dans la pauvreté, de connaître l'insécurité en matière de logement et d'alimentation et de présenter des taux accrus de maladies gastro-intestinales aiguës (Raphael *et al.*, 2008; Young et Chatwood, 2011; Chatwood *et al.*, 2012; Young, 2013; Harper *et al.*, 2015a, b). Il est établi que la pauvreté influe de diverses façons sur la vulnérabilité aux effets sur la santé des changements climatiques dans les collectivités côtières nordiques.

Au niveau des personnes et des ménages, la pauvreté accroît la sensibilité aux risques liés au climat en obligeant les gens à vivre dans des conditions sous-optimales et en accroissant le risque d'adoption de comportements malsains (Ford *et al.*, 2010c). On a déterminé que les logements inadéquats et bondés ainsi que l'insécurité en matière d'eau et d'alimentation, par exemple, sont des problèmes chroniques liés à la pauvreté et auxquels sont confrontées les collectivités côtières nordiques. Ces facteurs augmentent le risque de propagation de maladies infectieuses, favorisent la transmission des maladies respiratoires et gastro-intestinales et accroissent la susceptibilité au stress thermique. On s'attend à ce que ces résultats sanitaires liés au climat prennent de l'ampleur en raison des changements climatiques (Furgal et Seguin, 2006; Parkinson *et al.*, 2008; Harper, 2014). Des études révèlent que les gens qui ont des carences alimentaires seront particulièrement vulnérables aux changements en matière d'accessibilité, de disponibilité et de qualité des aliments

traditionnels et seront plus susceptibles à l'augmentation de l'incidence des maladies infectieuses sensibles au climat (Furgal et Seguin, 2006; Ford, 2009b; Hueffer *et al.*, 2013). La pauvreté nuit à l'aptitude des personnes et des ménages à gérer les impacts des changements climatiques sur la santé, puisque la pauvreté réduit les options d'adaptation aux changements qui compromettent l'accès aux aliments traditionnels, circonstances qui ont des répercussions bien documentées sur la sécurité alimentaire (Furgal et Seguin, 2006; Wolfe *et al.*, 2007; Furgal *et al.*, 2008; Turner et Clifton, 2009; Pearce *et al.*, 2010b).

De nombreuses études établissent la manière dont les processus historiques, comme la réinstallation dans des collectivités centralisées et la transformation des moyens de subsistance, de l'éducation et de la culture en l'espace d'une génération (Pearce, 2006; Ford *et al.*, 2010c; Cameron, 2012; Ford *et al.*, 2013a; Wolf *et al.*, 2013), ont une incidence sur le niveau de vulnérabilité actuel des sociétés autochtones nordiques aux effets des changements climatiques sur la santé. Par exemple, on a démontré que les problèmes de santé mentale constatés chez les chasseurs inuits en réaction à l'incapacité croissante de chasser en raison des conditions de glace changeantes reflètent non seulement la diminution de la capacité de subvenir aux besoins alimentaires de la famille, mais également une perte de l'identité et des pratiques de subsistance culturelles (étude de cas 5; Pearce *et al.*, 2010b; Cunsolo Willox *et al.*, 2012; Cunsolo Willox *et al.*, 2013b).

ÉTUDE DE CAS 5

LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET LA SANTÉ AU NUNATSIAVUT

Des études au Nunatsiavut, à Terre-Neuve-et-Labrador, permettent de comprendre les impacts des changements climatiques sur la santé mentale et les maladies hydriques. Les changements climatiques causent déjà des effets sur l'état de la santé mentale et du bien-être (Cunsolo Willox *et al.*, 2012, 2013a, c, 2015). La combinaison des changements rapides dans les régimes climatiques, de la formation et l'étendue de la glace de mer, de la quantité de neige qui tombe et de la température de surface vient perturber la capacité de se déplacer de façon sécuritaire sur le territoire pour chasser, trapper, récolter et se rendre à des cabanes. Puisque le territoire est essentiel et fondamental à la santé mentale et au bien-être, ces perturbations ont des impacts sur la santé mentale par le biais de plusieurs vecteurs interconnectés, entre autres :

- de fortes réactions émotionnelles comme l'anxiété, la dépression, le deuil, la colère et la tristesse;
- de stress familial accru du fait d'être confiné dans des maisons souvent bondées et d'être incapable de profiter de temps en famille sur le territoire;
- d'augmentation possible de la consommation de drogues et d'alcool et des pensées suicidaires en raison des perturbations des moyens de subsistance, d'impacts sur le sentiment d'identité, de perte de l'estime de soi ainsi que de tristesse profonde et de dépression du fait de ne plus pouvoir parcourir le territoire et de devoir passer plus de temps dans la collectivité sans activité utile ou possibilité d'emploi;
- d'accroissement ou d'amplification des sources antérieures ou permanentes de stress et de détresse, y compris le traumatisme intergénérationnel induit par les pensionnats et les réinstallations forcées, la perte du savoir et des activités traditionnelles et les impacts sur le sentiment d'identité.

D'autres études portent sur la manière dont les changements climatiques peuvent accroître le risque de maladies hydriques dans les collectivités côtières nordiques. Dans beaucoup de petites collectivités, certains résidents préfèrent boire l'eau non traitée des ruisseaux lorsqu'ils parcourent le territoire, lorsqu'ils sont à leur cabane ou lorsqu'ils sont dans la collectivité. Un projet communautaire coopératif s'est penché sur la relation entre les régimes climatiques (en particulier les pluies et la fonte des neiges), la qualité de l'eau et les diarrhées et vomissements à Nain et Rigolet, à Terre-Neuve-et-Labrador (Harper *et al.*, 2011a, b). Les collectivités ont conçu conjointement des plans de surveillance environnementale (2005 à 2008) qui comprenaient la réalisation de tests microbiens sur l'eau des ruisseaux aux endroits où les membres de la collectivité prélèvent couramment de l'eau non traitée pour boire. Les résultats ont révélé que l'augmentation des pluies et de la fonte des neiges était étroitement liée à l'augmentation des concentrations d'*Escherichia coli* (*E. coli*) et des concentrations

totales de coliformes dans l'eau non traitée des ruisseaux, et qu'entre deux et quatre semaines après de fortes pluies ou une fonte rapide des neiges, on remarquait une augmentation marquée du nombre de visites à la clinique aux fins de traitement de cas de diarrhée ou de vomissement.

Dépendance à l'égard de l'environnement :

Beaucoup de collectivités côtières nordiques entretiennent des liens étroits avec la terre, la mer, la glace et les ressources environnementales locales pour leur subsistance, leur culture, leur alimentation et leur bien-être, ce qui accroît leur sensibilité aux risques liés au climat. Les impacts liés aux changements climatiques sur les sentiers de chasse (section 3.1.2) et les habitudes migratoires de la faune restreignent l'accessibilité et la disponibilité des aliments traditionnels prélevés dans la nature (Krupnik et Jolly, 2002; Wesche et Chan, 2010; Kunuk et Mauro, 2011; Ford *et al.*, 2012a). Puisque les aliments traditionnels sont souvent transportés et stockés à l'extérieur selon des pratiques traditionnelles, l'augmentation de la température peut également accroître le risque de maladies alimentaires (Furgal *et al.*, 2008; Parkinson et Berner, 2009; Parkinson et Evengard, 2009). Le prélèvement et la consommation de glace et d'eau de surface non traitées, une pratique traditionnelle dans de nombreuses régions, peut accroître le degré d'exposition à des pathogènes d'origine hydrique que les changements climatiques risquent d'aggraver (Martin *et al.*, 2007; Harper *et al.*, 2011a, b). Les fortes pluies et la fonte rapide des neiges ont été liées à l'augmentation des concentrations d'*E. coli* et du nombre de maladies connexes du fait de la consommation d'eau de boisson non traitée (étude de cas 5; Harper *et al.*, 2010, 2011a, b).

Les résidents des collectivités côtières nordiques sont en outre exposés à diverses zoonoses (maladies infectieuses transmises aux humains par contact direct avec des espèces animales hôtes) par de l'eau ou de la nourriture contaminée et par des insectes ou des tiques vecteurs. Les Canadiens du nord sont particulièrement vulnérables en raison de la consommation et de la préparation d'aliments traditionnels (Proulx *et al.*, 2002; Gajadhar *et al.*, 2004; Simon *et al.*, 2011). Ainsi par exemple, la consommation de viande de mammifère marin crue (p. ex. le phoque et le morse) augmente le risque de maladies parasitaires comme la trichinose et la toxoplasmose. On croit que la proportion d'animaux infectés est faible, mais la pratique de partage communautaire de la viande des mammifères marins chassés augmente l'ampleur des effets que peut avoir chaque animal infecté. La proximité des chiens de chasse et de traîneau augmente le risque de zoonoses canines, dont la rage et un éventail d'endoparasites (Jenkins *et al.*, 2011). Les zoonoses sont sensibles aux changements climatiques, lesquels ont une incidence sur l'abondance, la migration et le comportement des animaux porteurs, la survie et l'abondance des vecteurs, la survie des pathogènes à l'extérieur de l'hôte de même que la phénologie saisonnière des événements du cycle de vie. Les effets possibles des changements climatiques sur la transmission des zoonoses dans le nord demeurent mal connus, puisque l'écologie des zoonoses et les interactions humaines avec ces dernières n'ont pas fait l'objet de nombreuses études.

Savoir traditionnel et culture : Le « savoir traditionnel » des populations autochtones nordiques a été identifié comme un facteur de protection contre les impacts sur la santé des changements climatiques (Furgal et Seguin, 2006; Ford *et al.*, 2010c) et joue un rôle essentiel dans la gestion du risque sanitaire lié au climat (Ford *et al.*, 2014b). Les compétences et les connaissances liées au territoire incluses dans le savoir traditionnel aident les collectivités côtières nordiques à gérer les dangers posés par la chasse, les déplacements et les conditions climatiques extrêmes dans un climat sans cesse sujet à des changements (Ford *et al.*, 2006a; Pearce *et al.*, 2010a; Aporta, 2011; Gearheard *et al.*, 2011; Heyes, 2011). Des processus à long terme de changement culturel mènent à l'apparition de nouvelles vulnérabilités associées à un affaiblissement des systèmes de savoir traditionnel (Furgal et Seguin, 2006; Ford *et al.*, 2008; Ford *et al.*, 2010b). Par exemple, la réduction de la transmission par les aînés des connaissances culturelles et des compétences liées au territoire connexes aux plus jeunes générations, tels qu'en font foi des travaux avec les communautés inuites, a réduit le nombre de possibilités « d'apprentissage » environnemental et pourrait contribuer à l'augmentation du nombre de blessures accidentelles chez les jeunes participant à des activités sur le territoire, ce qui aggrave les impacts des changements climatiques (Pearce *et al.*, 2010a).

3.3 AFFAIRES ET ÉCONOMIE

Les caractéristiques des économies nordiques et la nature du développement économique auront une incidence sur les impacts des changements climatiques à venir. De nouvelles possibilités de développement économique peuvent donner accès à des ressources en liquide et aider à réduire la pauvreté qui est au cœur de la vulnérabilité à de nombreux risques liés au climat. Le développement économique pourrait également éroder les caractéristiques qui sous-tendaient, du point de vue historique, la capacité d'adaptation dans les collectivités côtières nordiques, y compris les réseaux de partage, le capital social, la souplesse dans l'utilisation des ressources et les systèmes de savoir traditionnel. Il pourrait en outre accroître davantage le stress imposé aux ressources fauniques, qui sont déjà touchées par les changements climatiques (Wenzel, 1995a, 2005; Ford *et al.*, 2006a, b; Wenzel, 2009). Des facteurs externes comme les prix du marché, l'accès au transport, la politique gouvernementale et la réglementation internationale auront également une influence sur l'impact des changements climatiques sur les affaires et l'économie nordiques (Keskitalo, 2008a, b). Peu d'études se penchent sur la manière dont ces grandes influences touchent la vulnérabilité et l'adaptation dans la région côtière nordique (Cameron, 2012; Ford *et al.*, 2012b). La présente section examine les possibilités et les risques que présentent les changements climatiques au chapitre des activités économiques officielles, y compris le tourisme, l'exploitation minière, le pétrole et le gaz et les pêches, de même qu'au niveau de la durabilité des collectivités.

Les possibilités sont associées principalement à la viabilité accrue du transport maritime découlant de la réduction de la couverture de glace de mer. Certains modèles prévoient que des navires non renforcés pour la glace devraient pouvoir traverser le milieu de l'océan Arctique d'ici 2040 (Smith et Stephenson, 2013). Cela augmente les possibilités de tourisme en paquebot de croisière, avec les possibilités

potentielles afférentes d'emploi et de production de recettes (encadré 5; Stewart *et al.*, 2007, 2010). La société Makivik du Nunavik explore la possibilité de partenariat avec le Nunavut et le Nunatsiavut en vue de promouvoir l'industrie des croisières naissante (Fugmann, 2009), même si on ne s'attend pas à ce que toutes les collectivités en profitent. On prévoit un déclin éventuel des croisières dans la baie d'Hudson à mesure que les espèces comme l'ours polaire se déplaceront vers le nord (Stewart *et al.*, 2010). L'absence d'une autorité centrale habilitée à régir l'industrie des croisières dans le nord ainsi que de lignes directrices concernant les opérations et la gestion à mesure que l'industrie s'étend à des régions en grande partie inexplorées pourrait accroître le risque d'accidents (Stewart et Dawson, 2011; Dawson *et al.*, 2014). L'augmentation prévue du transport maritime de marchandises dans l'Arctique canadien soulève des préoccupations semblables. Avec la diminution de la glace de mer, les navires de charge peuvent négocier le passage du Nord-Ouest et les chenaux entre les îles dans le but d'approvisionner les activités nordiques liées aux ressources (exploration ou extraction des minéraux, du pétrole et du gaz) et les collectivités, et pour transporter les ressources extraites vers le sud. Cela augmenterait le nombre de navires exposés à des risques par la glace et d'autres dangers maritimes dans une région pour laquelle peu de cartes ont été dressées.

La durée accrue de la saison navigable découlant de l'évolution du climat accroît la viabilité des ports nordiques (étude de cas 2) et devrait profiter à la mise en valeur d'emplacements miniers futurs (Nuttall, 2008; Pearce *et al.*, 2010a; Ford *et al.*, 2011b; Stephenson *et al.*, 2011). Les compagnies pétrolières sont intéressées à mettre en place de nouvelles plate-formes pétrolières extracôtières semblables à celles qui ont été érigées dans la mer de Beaufort (Callow, 2013). Des possibilités de nouvelles pêches commerciales pourraient éventuellement apparaître suite à un déplacement vers le nord de l'aire de répartition de la morue et d'autres espèces, et grâce à un accès amélioré et prolongé pour les navires (Barber *et al.*, 2008; Fortier *et al.*, 2008). Partout dans le Nord, de nombreux obstacles logistiques, réglementaires et financiers peuvent empêcher l'exploitation des possibilités à moins que des mesures d'adaptation ciblées ne soient adoptées, bien que cet aspect de la question n'ait pas fait l'objet d'une étude approfondie dans le cadre des études réalisées à date.

Les risques pour les affaires et l'économie dans la région de la côte Nord touchent principalement les impacts environnementaux et les impacts connexes sur l'économie de subsistance. Par exemple, l'inscription de l'ours polaire sur la liste des « espèces vulnérables » en raison des changements climatiques en vertu de l'*Endangered Species Act* (loi sur les espèces menacées) des États-Unis en 2008, et l'interdiction subséquente touchant l'importation des peaux d'ours polaire aux États-Unis, ont eu des répercussions pour le Nord canadien (McLoughlin *et al.*, 2008; Dowsley, 2009b; Schmidt et Dowsley, 2010). Entre 1995 et 2008, les chasseurs de gibier trophée des États-Unis représentaient 70 % de tous les chasseurs sportifs au Nunavut (Dowsley, 2009b), s'avérant ainsi une source de revenu importante pour les chasseurs résidents. Ces revenus étaient utilisés à leur tour pour financer les activités de récolte, démarche qui illustre le couplage qui se produisait entre les activités économiques officielles et les activités de subsistance dans plusieurs petites collectivités côtières nordiques (Wenzel, 2009).

ENCADRÉ 5

TOURISME MARITIME

Les changements dans les régimes climatiques saisonniers et la diminution de la couverture de glace de mer ont rendu les eaux plus navigables dans tout l'Arctique canadien, ce qui a entraîné à son tour une croissance rapide du secteur du tourisme maritime (Stewart *et al.*, 2010; Dawson *et al.*, 2014; Pizzolato *et al.*, 2014). La circulation des yachts privés et des navires de croisière commerciaux a augmenté de 110 et de 400 % respectivement entre 2005 et 2015. Le passage du Nord-Ouest est devenu le secteur à visiter le plus populaire, le nombre de traversées ayant augmenté de 70 % depuis 2006. On croit généralement que l'industrie du tourisme est bien placée pour profiter à court terme des changements climatiques. L'évolution du climat donne lieu à de nouveaux itinéraires de croisière dans l'Arctique et prolonge la saison des croisières, ce qui pourrait également profiter aux résidents locaux du fait d'une augmentation de l'emploi saisonnier. L'augmentation du tourisme pourrait également faire connaître et rendre accessibles la culture et les traditions inuites de même que promouvoir les arts historiques et contemporains.

Malgré les possibilités éventuelles, il y a d'importants risques liés au manque d'infrastructure de soutien, y compris des cartes marines complètes, des capacités de recherche et de sauvetage et d'autres services liés au tourisme. Certains croient que « ce n'est qu'une question de temps avant que nous ne soyons témoins d'un accident maritime majeur dans l'Arctique canadien [traduction] » (*citation d'entrevue tirée de Dawson et al.*, 2014, p. 93-94.). Les conditions de glace de mer changeantes, y compris le vêlage d'îles de glace (des plate-formes de glace flottante) et de plus nombreux petits icebergs, rendent en fait la région de plus en plus dangereuse à naviguer (encadré 1; p. ex. Stewart *et al.*, 2007; Pizzolato *et al.*, 2014) malgré la perception répandue que la région est prête à faire des affaires. L'exploitation des possibilités et l'atténuation des risques exigeront des investissements dont l'objet sera d'appuyer le tourisme maritime (p. ex. cartes bathymétriques et infrastructures terrestres améliorées) et de renforcer la gestion de ce secteur en croissance rapide.

Les activités industrielles peuvent également avoir une incidence sur la prestation des services écosystémiques le long de la côte Nord (Clarke et Harris, 2003; Burek *et al.*, 2008; AMAP, 2009). L'exploration et la mise en valeur des ressources naturelles dans les milieux marins et le transport maritime produisent du bruit sous-marin qui peut perturber les migrations des mammifères marins et accroître leur niveau de stress (Burek *et al.*, 2008). Les activités industrielles peuvent en outre rejeter des contaminants comme le mercure et les polluants organiques persistants (POP) dans les milieux nordiques (Clarke et Harris, 2003). Ces rejets sont très préoccupants parce qu'ils se bioamplifient dans le réseau trophique et peuvent atteindre des concentrations potentiellement nuisibles pour la santé des écosystèmes et des humains (p. ex. concentrés dans les aliments récoltés; Jenssen, 2006; Courtland, 2008; Tartu *et al.*, 2013). Un développement industriel mal planifié peut entrer directement en conflit avec les activités de récolte, comme c'est arrivé à Tuktoyaktuk, dans les Territoires du Nord-Ouest, lorsqu'une compagnie pétrolière a installé son quai au lieu de pêche préféré de la collectivité et en a interdit l'accès aux résidents locaux (Carmack et Macdonald, 2008).

3.4 CULTURE ET ÉDUCATION

Chez les collectivités côtières nordiques, la culture est étroitement liée au milieu côtier et aux activités qu'il entretient (Leduc, 2006; Cunsolo Willox *et al.*, 2013b, c). La « terre » est profondément liée à l'identité culturelle des Autochtones du Nord en particulier, et est considérée comme une source de santé et de bien-être. Même de subtiles modifications à la terre et à l'environnement peut avoir des répercussions sur les personnes, les collectivités et les cultures en nuisant à la capacité de mener des activités terrestres et d'accéder à des sites traditionnels, de même qu'en ayant une incidence sur la santé des espèces fauniques ayant une valeur culturelle. Le dégel du pergélisol, l'élévation du niveau de la mer et l'érosion côtière peuvent également avoir des impacts culturels lorsqu'ils se produisent sur des sites à valeur historique (p. ex. cimetières, camps éloignés; étude de cas 6). L'éducation sera également touchée par les changements climatiques puisque l'apprentissage traditionnel de même que la préservation et la promotion des valeurs traditionnelles sont étroitement liés aux activités terrestres, dont les changements climatiques rendent la pratique plus difficile (MacDonald *et al.*, 2013).

ÉTUDE DE CAS 6

MENACES PESANT SUR LES RESSOURCES ET LES INFRASTRUCTURES HISTORIQUES DE L'ÎLE HERSCHEL, AU YUKON

L'île Herschel se trouve au large de la côte du Yukon dans la mer de Beaufort. Elle a été désignée lieu historique national par Parcs Canada en 1972 en raison de son importance à titre d'ancienne base de l'industrie de la chasse à la baleine, de son rôle dans l'affirmation de la souveraineté canadienne dans l'Arctique occidental et de sa situation de lieu de contact interculturel. L'établissement historique de Simpson Point, qui date de la période de la chasse à la baleine (1890 à 1908) et comprend les plus vieux bâtiments à charpente du Yukon de même que plusieurs sites archéologiques, est menacé par l'élévation du niveau de la mer et l'érosion côtière. L'élévation de la flèche ne dépasse pas 1,2 m, alors même une modeste hausse du niveau de la mer inonderait la majeure partie de la flèche lors de phénomènes de niveau d'eau extrême.

En 1954, l'érosion côtière a déclenché une course archéologique contre la mer dans la foulée de laquelle les archéologues ont documentée les excavations sur le site « Washout ». Au moins neuf habitations d'hiver inuvialuites ont été perdues à la mer au cours des excavations. Le site démontre l'occupation continue de l'île Herschel depuis l'an 1200 de notre ère (Friesen, 2012). En 2007, l'île Herschel a été inscrite sur la liste du World Monuments Fund des 100 sites les plus menacés.

Afin d'éclairer les efforts visant la réduction des dangers et de prioriser les fouilles archéologiques, on a eu recours à des représentations numériques des traits de côte réalisées à partir de photographies aériennes historiques afin de déterminer le taux de déplacement du trait de côte et de prévoir la position du trait de côte dans 20 et 50 ans (figure 20; B. Radosavljevic et al., 2015). En outre, des données altimétriques à très haute résolution (<1 m) tirées d'un levé aérien effectué par détection et télémétrie par ondes lumineuses (LiDAR) ont servi à produire une carte illustrant la susceptibilité aux inondations pour tout emplacement de la pointe Simpson. Dans la partie sud de la pointe Simpson, le trait de côte a à la fois reculé et avancé, le taux de changement annuel pour la période de 1952 à 2011 variant entre 0,4 m/an d'érosion à 1,1 m/an d'accumulation. La partie nord de la pointe Simpson est en majeure partie soumise à l'érosion et un recul soutenu du trait de côte menace des bâtiments historiques. Les inondations côtières représentent une menace croissante et plus persistante en raison du fait que l'élévation du niveau de la mer et la fréquence des tempêtes entraîneront une augmentation de la fréquence des inondations.

Compte tenu de l'éloignement et des coûts de construction connexes dans la zone d'étude, les mesures standard de réduction

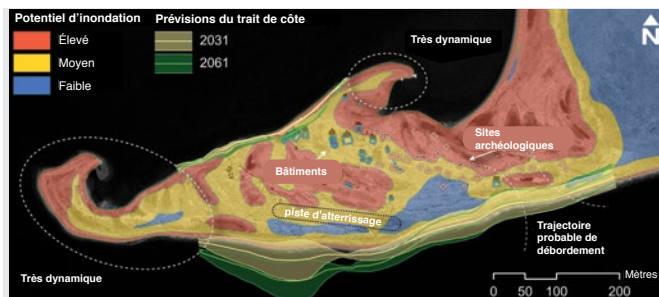


FIGURE 20 : Carte des géorisques côtiers du site de l'établissement historique de l'île Herschel (tiré de B. Radosavljevic et al., 2015). Les traits de côte prévus et les zones d'inondation possible sont superposés à une image satellite datant de 2011 et montrant l'emplacement des bâtiments et des sites archéologiques sur la flèche.

des dangers, comme les ouvrages longitudinaux ou la recharge de la plage, ne sont pas viables. Jusqu'à maintenant, plusieurs bâtiments ont été éloignés de la grève. Les stratégies d'adaptation futures pourraient comprendre une combinaison de déplacement et d'élévation des bâtiments de l'ère de la chasse à la baleine qui courent un grand risque et de priorisation des fouilles archéologiques en fonction des attitudes des Inuvialuit à l'égard de l'utilisation des terres, des sites d'enterrement ou dotés d'une valeur spirituelle ainsi que des sites historiques et culturels.

On a eu recours à des composantes particulières de la culture autochtone nordique, principalement le savoir traditionnel, afin de documenter et de caractériser les changements climatiques qui se produisent le long des côtes. Ces renseignements peuvent alors être incorporés dans les évaluations des impacts, de l'adaptation et de la vulnérabilité (section 2.5; Riedlinger et Berkes, 2001; Fox, 2003; Kushwaha, 2007; Laidler et Elee, 2008; Laidler et Ikummaq, 2008; Laidler et al., 2009). L'évolution des conditions de glace et des conditions climatiques portent déjà atteinte à la capacité des habitants du nord de participer à des activités terrestres, ce qui a des répercussions sur leur santé et leur bien-être (section 3.2). Les collectivités côtières nordiques réagissent de différentes manières à ces changements, signe qu'elles font preuve d'une importante capacité d'adaptation (encadré 6; p. ex. Ford et al., 2010a; Gearheard et al., 2010; Pearce et al., 2010b; Sayles et Mulrennan, 2010; Lemelin et al., 2012; Tam et Gough, 2012; Tam et al., 2013). Les tendances sociétales à plus long terme bouleversent le lien entre le climat et la culture. À Sachs Harbour, aux Territoires du Nord-Ouest, par exemple, l'imposition de règlements et de quotas de chasse, la perturbation des lieux de chasse liée à la réinstallation de même que les nouvelles technologies ont miné les stratégies d'adaptation traditionnelles et créé de nouveaux risques, en vertu de quoi la vulnérabilité aux changements climatiques a augmenté (Berkes et Jolly, 2002). Des études ultérieures réalisées dans tous les établissements côtiers nordiques ont confirmé ces conclusions, en soulignant que les jeunes sont particulièrement à risque en raison d'un affaiblissement de la capacité de transmission des compétences et des connaissances liées au territoire (Ford et al., 2010b).

ENCADRÉ 6

RÉACTION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DES CHASSEURS CRIS DE WEMINDJI

Depuis des générations, les Cris Wemindji de la baie James modifient leur paysage pour composer avec les changements environnementaux rapides qui s'y produisent (Sayles, 2008; Sayles et Mulrennan, 2010). Pour ce faire, ils construisent, entre autres, des digues dans les terres humides et coupent des couloirs forestiers à flanc de colline dans le but de récolter des oies. Ces digues et ces couloirs peuvent mesurer de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres de longueur et servent à ralentir les changements à l'habitat attribuables au soulèvement des terres découlant de l'ajustement isostatique glaciaire (voir le chapitre 2) ainsi que des changements climatiques. Les Cris tentent de ralentir les changements, mais le font dans le cadre d'un éthos plus vaste d'adaptabilité qui cherche à établir un équilibre entre la résistance au changement et la souplesse. Au moyen de digues et de couloirs, ils entretiennent des territoires de chasse connus et productifs. Cet entretien augmente la prévisibilité de la ressource et permet son utilisation intergénérationnelle, ce qui renforce l'identité culturelle et permet l'apprentissage de l'histoire du lieu. Les Cris restent également à l'affût des changements de nature plus générale du paysage susceptibles de rendre les tentatives d'entretien inutiles, et ils déménagent les territoires de chasse lorsque cela se produit. Confrontés à de nouveaux changements environnementaux, ils font des expériences avec de nouvelles techniques pour attirer les oies comme, par exemple, le recours au brûlage réglementé. Certains chasseurs construisent également de petites routes dans des territoires éloignés afin de surveiller les ressources de manière à pouvoir équilibrer l'importance culturelle et économique de la chasse avec la participation à l'économie mondiale.

Les réseaux de partage, qui supposent la distribution aux parents et aux gens dans le besoin, ont été touchés par la diminution de la disponibilité et de l'accessibilité des animaux. Ces effets sont aggravés par les changements de nature plus générale touchant les sociétés autochtones nordiques et associés à la mise en place d'une économie rémunérée et à la modernisation (Wenzel, 1995b, 2009). D'autres répercussions culturelles sur les pratiques peuvent découler de la possibilité d'un risque accru de la présence de contaminants dans les aliments traditionnels en raison des changements climatiques (Donaldson *et al.*, 2010). La perception que les aliments sont moins sûrs et moins désirables peut avoir une incidence sur les pratiques de consommation ou créer de l'anxiété en rapport avec leur consommation. Les changements climatiques portent également atteinte au sentiment d'appartenance dans les collectivités côtières nordiques en remettant en question les façons traditionnelles de connaître et de changer

les caractéristiques du territoire et de la glace, soit des aspects importantes de la toponymie inuite (Laidler et Elee, 2008; Laidler et Ikummaq, 2008; Bravo, 2009; Forbes, 2011).

3.5 RÉCOLTE DE SUBSISTANCE

Les activités de récolte de subsistance, y compris la pêche, le trappage et la récolte de baies, ont une grande importance économique, alimentaire et culturelle pour les collectivités côtières nordiques. Cette étroite association avec le milieu naturel crée des sensibilités uniques aux changements rapides du climat. Les changements climatiques constatés par les Autochtones comprennent l'englacement tardif et le déglacement hâtif de la glace, les conditions de glace plus dynamiques, les régimes éoliens et climatiques changeants, l'augmentation de l'intensité des ondes de tempête, les changements altérant le caractère des baies, le réchauffement des températures et les changements dans les régimes migratoires des animaux (Gearheard *et al.*, 2006; Tremblay *et al.*, 2006; Laidler et Ikummaq, 2008; Laidler *et al.*, 2009; Cunsolo Willox *et al.*, 2012; Hori *et al.*, 2012; Kokelj *et al.*, 2012; MacDonald *et al.*, 2013; Royer et Herrmann, 2013; Royer *et al.*, 2013; Tam *et al.*, 2013). Des études ont cherché à intégrer les observations autochtones et les données obtenues à l'aide d'instruments sur les conditions changeantes (Meier *et al.*, 2006; Gearheard *et al.*, 2010; Weatherhead *et al.*, 2010; Ford *et al.*, 2013b; Royer *et al.*, 2013) et, du même fait, ont mis les observations autochtones à la disposition d'un public plus vaste (section 2.5; p. ex. Kunuk et Mauro, 2011; Cunsolo Willox et les collectivités du Nunatsiavut, 2014).

La gestion adaptative des ressources fauniques est un enjeu important du secteur de la récolte. Les impacts liés aux changements climatiques ont déjà été documentés (Hovelsrud *et al.*, 2008; Post *et al.*, 2013), en mettant particulièrement l'accent sur l'ours polaire et le phoque annelé, dont la stabilité des populations est préoccupante compte tenu des régimes de glace de mer changeants (Castro de la Guardia *et al.*, 2013; Hamilton *et al.*, 2014). Il est possible que certains cadres de gestion existants ne soient pas aptes à composer avec les conditions environnementales qui changent rapidement, ce qui réduit la souplesse avec laquelle les collectivités ont pu gérer, du point de vue historique, les fluctuations dans l'accessibilité et la disponibilité de la faune (Berkes, 1999; Berkes *et al.*, 2003; Berkes et Armitage, 2010; Armitage *et al.*, 2011; Dale et Armitage, 2011). Les structures de cogestion subissent des pressions croissantes de la part des collectivités nordiques, qui expriment leur insatisfaction quant à des allocations de quotas qu'elles estiment contraire aux connaissances traditionnelles sur les stocks fauniques, et des organismes non gouvernementaux (ONG) internationaux qui se préoccupent de la viabilité à long terme des populations animales eu égard aux pressions exercées par les changements climatiques et la chasse. Des travaux récents ont commencé à examiner les possibilités d'améliorer les régimes de gestion et d'atténuer la polarisation actuelle des points de vue, en mettant particulièrement l'accent sur l'ours polaire et le narval (Clark *et al.*, 2008; Dowsley et Wenzel, 2008; Dowsley, 2009a). Il existe en outre des possibilités de mise en œuvre de politiques et de mesures à différentes échelles afin de faciliter l'adaptation en matière de récolte de subsistance (tableau 6; p. ex. Ford *et al.*, 2010b; Wesche et Chan, 2010; Boyle et Dowlatabadi, 2011).

TABLEAU 6 : Synthèse des principales possibilités proposées dans la littérature en matière d'adaptation dans le secteur de la récolte de subsistance.

Mesure d'adaptation	Vulnérabilité abordée	Avantages/commentaires
Soutien de la personne faisant la récolte	Accès aux ressources financières défini comme un obstacle majeur à l'adaptation aux impacts des changements climatiques (p. ex. utiliser un nouvel équipement, apporter de l'équipement de sécurité, mettre en valeur des sentiers nouveaux mais plus longs; Ford et al., 2006b; Pearce, 2006; Ford, 2009a, b; Pearce et al., 2010b; Ford et al., 2013b)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Viabilité accrue du secteur de la récolte des ressources ▪ Aptitude à acheter l'équipement nécessaire ▪ Renforcement des programmes existants
Cogestion des ressources fauniques	Les régimes de gestion de la faune reconnus comme une entrave à l'exercice par les collectivités de souplesse en matière d'adaptation aux impacts des changements climatiques sur la disponibilité, la santé et le moment de la migration de la faune (Berkes et Jolly, 2002; Berkes et al., 2005; Dale et Armitage, 2011)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atténuation des conflits au sein des collectivités et entre les collectivités ainsi que le gouvernement et les scientifiques ▪ Gestion de la faune plus efficace et plus réussie
Formation sur les compétences liées au territoire	Affaiblissement de la transmission du savoir traditionnel et des compétences liées au territoire, ce qui nuit à l'aptitude des plus jeunes générations à utiliser de manière sécuritaire la terre compte tenu de l'évolution du climat (Ohmagari et Berkes, 1997; Berkes et Jolly, 2002; Ford et al., 2006a; Gearheard et al., 2006; Pearce et al., 2011a)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Préservation des compétences et du savoir ayant une importance culturelle ▪ Intérêt accru pour la récolte chez les jeunes ▪ Amélioration de la sécurité pendant la récolte et les déplacements ▪ Objectif stratégique important dans toutes les régions inuites
Recherche et sauvetage	Dangers croissants dans les activités terrestres, tel qu'en fait foi le signalement par les collectivités d'un plus grand nombre d'accidents, une tendance que les changements climatiques devrait accélérer; nécessité d'assurer une capacité convenable de services de recherche et de sauvetage (Pearce et al., 2011a, 2012; Pennesi et al., 2012)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Amélioration de la capacité de recherche et de sauvetage
Amélioration du système alimentaire	La saison d'eau libre prolongée et l'augmentation des déplacements par embarcation augmentent les risques liés aux activités nautiques (Giles et al., 2013)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vise la grande insécurité alimentaire dans toutes les régions inuites
Formation à la nage	La saison d'eau libre prolongée et l'augmentation des déplacements par embarcation augmentent les risques liés aux activités nautiques (Giles et al., 2013)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Faibles niveaux de formation à la nage dans les collectivités côtières nordiques, dans tous les groupes d'âge
Amélioration des prévisions météorologiques	Amélioration des détails spatiaux et de l'exactitude des prévisions météorologiques et amélioration de l'utilisation des prévisions de façon à mieux assurer la sécurité des gens qui doivent se déplacer (Ford et al., 2010b; Pennesi et al., 2012)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carence rapportée au niveau de l'exactitude des prévisions

4 PLANIFICATION DE L'ADAPTATION DANS LE NORD

La section précédente traitait des processus ayant une incidence sur la vulnérabilité des collectivités côtières nordiques et donnait des exemples de mesures d'adaptation ayant été prises. La présente section porte sur l'évolution des mesures et des programmes d'adaptation des secteurs public et privé dans la région de la côte Nord. Puisque l'absence de littérature évaluant le paysage actuel en matière d'adaptation empêche l'évaluation de l'efficacité des mesures et des programmes en ce qui a trait à la réduction de la vulnérabilité et l'amélioration de la résilience, on met ici l'accent sur le processus d'adaptation. La dernière partie de la section aborde les lacunes actuelles au niveau des connaissances qui restreignent l'adaptation dans la région de la côte Nord.

4.1. ÉMERGENCE DE L'ADAPTATION

L'émergence, au cours de la dernière décennie, de l'adaptation en tant que thème important des recherches et des politiques a exigé la création de nombreuses initiatives et de nombreux programmes fédéraux d'adaptation mettant l'accent sur le Nord, dont la totalité comporte une importante dimension côtière. Il s'agit entre autres d'ArcticNet (2003 à 2018), de l'Année polaire internationale (2007 à 2011), du Centre Nasivik pour la santé des Inuits et les changements environnementaux (2003 à 2014), du Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord (en cours), de l'Initiative des écosystèmes du Nord (1998 à 2008) de même que des programmes conçus expressément en vue de faire participer les habitants du Nord à l'évaluation des risques posés par les changements climatiques et à la détermination des options d'adaptation offertes par Affaires autochtones et du Nord Canada, Santé Canada, l'Agence de santé publique du Canada, Ressources naturelles Canada, le Conseil canadien des normes et Transports Canada (encadré 7; Santé Canada, 2009; Affaires indiennes et du Nord canadien, 2010; Ford et al., 2011a; McClymont Peace et Myers, 2012).

ENCADRÉ 7

PROGRAMMES NATIONAUX D'ADAPTATION

De nombreux ministères fédéraux ont élaboré des programmes dans le but explicite de faire progresser l'adaptation aux changements climatiques dans le nord du Canada, y compris les régions côtières. Cet encadré présente trois de ces initiatives.

Le Programme d'adaptation aux changements climatiques à l'intention des collectivités autochtones et nordiques, exécuté par Affaires autochtones et du Nord Canada, a été conçu en vue d'aider les collectivités à se préparer aux changements climatiques et à y réagir, entre autres la dégradation du pergélisol, l'érosion côtière, les changements dans la structure et la fonction des écosystèmes, les changements dans la qualité et la quantité d'eau et de glace ainsi que les phénomènes météorologiques extrêmes. En s'appuyant sur les programmes d'adaptation aux changements climatiques du Ministère qui ont cours depuis 2001, le Programme a permis de réaliser la planification nécessaire pour garantir que l'infrastructure communautaire soit conçue et entretenue de manière à composer avec l'évolution du climat. Le programme a également fourni aux collectivités côtières, aux gouvernements et aux organismes autochtones et nordiques des renseignements, des conseils, un soutien et des partenariats pertinents au niveau communautaire susceptibles de les aider à évaluer les vulnérabilités et les possibilités liées aux changements climatiques en matière d'infrastructure, de sécurité alimentaire et de gestion des urgences, de même qu'à élaborer des plans et des stratégies.

Le Programme sur les changements climatiques et l'adaptation du secteur de la santé (PCCASS) de Santé Canada a été élaboré en vue d'aider les collectivités nordiques des Premières nations et inuites à réaliser des recherches sur les effets des changements climatiques sur la santé (McClymont Peace et Myers, 2012). Les collectivités déterminaient les champs de recherche qui leur étaient les plus importants, mettaient au point les outils et les méthodes d'adaptation, incorporaient le savoir scientifique, traditionnel ou local et faisaient part à leurs membres des résultats qui en ressortaient. Le programme travaillait avec les gouvernements et les organismes nordiques afin d'accroître leurs connaissances et leur capacité de mettre au point des stratégies d'adaptation en matière de santé aux niveaux communautaire, régional et national. Depuis 2008, le PCCASS a financé plus de 50 projets de recherche communautaires qui, dans certains cas, ont mené à l'élaboration de stratégies locales d'adaptation. On compte au nombre des résultats du programme des produits vidéo et PhotoVoice faisant participer les jeunes et les aînés, des réseaux communautaires de surveillance et de communication de l'état de la glace de même que divers produits d'information comme des fiches de renseignements sur la sécurité sur terre, sur l'eau et sur la glace, sur la sécurité de l'eau de boisson, sur la sécurité et la salubrité alimentaires et sur la médecine traditionnelle.

L'Initiative de normalisation des infrastructures du Nord, appuyée par le Conseil canadien des normes, a mis au point un certain nombre de normes nationales qui s'appliquent directement aux infrastructures terrestres des collectivités côtières nordiques. En s'appuyant sur les lignes directrices techniques existantes concernant la prise en considération des changements climatiques futurs lors de la construction sur le pergélisol (Auld *et al.*, 2010), les nouvelles normes portent sur 1) les fondations à thermosiphon (Groupe CSA, 2014a); 2) l'atténuation des effets de la dégradation du pergélisol sur les fondations de bâtiments (Groupe CSA, 2014b); 3) la gestion du risque lié aux changements de la charge nivale changeante pour les bâtiments du Nord canadien (Groupe CSA, 2014c); et 4) la planification, la conception et l'entretien de systèmes de drainage dans les collectivités nordiques (Groupe CSA, 2015). Une cinquième norme concernant l'étude géotechnique sur place des fondations d'un bâtiment installées dans le pergélisol est en cours d'élaboration (Bureau de normalisation du Québec, 2015; Conseil canadien des normes, 2015).

Aux niveaux régional et territorial, les gouvernements du Nunavut et du Yukon ont manifesté leur intention de promouvoir l'adaptation aux changements climatiques en publiant leur stratégie en matière de changements climatiques en 2003 et en 2006 respectivement (Gouvernement du Nunavut, 2003; Government of Yukon, 2009). Ces stratégies ont été mises à jour au moyen d'une stratégie d'adaptation officielle en 2011 pour le Nunavut et en 2012 pour le Yukon (Gouvernement du Nunavut, 2011; Government of Yukon, 2012). Le gouvernement du Nunavut a en outre créé le Centre sur les changements climatiques du Nunavut. Un rapport publié par le gouvernement des Territoires du Nord-Ouest (Government of the Northwest Territories, 2008) lançait un appel

pour l'élaboration d'outils et de pratiques exemplaires dans le but d'aider les collectivités et les gouvernements à mettre au point une planification à long terme de l'adaptation (encadré 8). Le rapport dressait également une liste des mesures d'adaptation possibles, allant de l'application de protocoles de gestion des risques dans le cadre d'évaluations de la vulnérabilité de l'infrastructure à la prise en considération des changements climatiques lors de la construction de bâtiments, de routes et de ponts permanents, de même que l'utilisation de thermosiphons pour entretenir le pergélisol sous les fondations des bâtiments. Les effets de la dégradation du pergélisol sur l'infrastructure bâtie incitent le Nunavik à prendre des mesures d'adaptation (encadré 9; L'Héroult *et al.*, 2013).

ENCADRÉ 8 ADAPTATION DE L'INFRASTRUCTURE DANS LES TERRITOIRES DU NORD-OUEST

Les gouvernements, les sociétés et les collectivités entreprennent de nombreuses stratégies en vue d'adapter l'infrastructure bâtie à la dégradation du pergélisol et à l'érosion des côtes dans les Territoires du Nord-Ouest. Les mesures employées par la Société d'habitation des Territoires du Nord-Ouest (SHTNO) pour adapter la construction des logements comprennent les modifications et les réparations aux fondations sur pieux menacées par le dégel du pergélisol (c.-à-d. le mouvement du sol et l'accumulation d'eau accru sous les bâtiments et autour d'eux) de même que l'utilisation de nouveaux systèmes de fondation conçus de façon à mieux réagir au stress supplémentaire causé par le déplacement du sol sous les bâtiments et mieux l'absorber (Decker *et al.*, 2008). En outre, des concepts techniques mis en œuvre dans l'ensemble du territoire ont recours à des thermosiphons (conçus afin de garder le pergélisol froid au moyen d'un échange de chaleur passif) et à d'autres technologies pour préserver le pergélisol, et les recommandations en matière de conception ne cessent de changer (p. ex. utiliser des installations à pieux plus profonds et de plus gros diamètre et utiliser davantage d'enduits antiadhésifs là où les fondations sont le plus susceptibles au cycle annuel de gel-dégel). La SHTNO s'adapte également à une plus courte saison de routes d'hiver en faisant commencer les contrats d'approvisionnement des fournisseurs jusqu'à un mois plus tôt qu'auparavant (Decker *et al.*, 2008). Le temps supplémentaire permet aux fournisseurs de réunir les marchandises à livrer, d'ajuster les calendriers de transport de charge à la saison routière plus courte et de se préparer à la possibilité de limites de poids réduites sur les routes. En outre, le Ministère des Transports s'affaire à réhabiliter les bandes d'atterrissage compromises par le dégel du pergélisol à Inuvik (Decker *et al.*, 2008).

ENCADRÉ 9 ADAPTATION DE L'INFRASTRUCTURE COMMUNAUTAIRE AU NUNAVIK

Plusieurs collectivités côtières du Nunavik, dont Salluit, Puvirnituq, Akulivik, Kangirsuk et Tasiujaq, ont participé à un projet de surveillance et de cartographie du pergélisol dont l'objet était d'éclairer la planification en matière d'utilisation des terres et du développement futurs (Furgal et Laing, 2013; L'Hérault *et al.*, 2013). Les résultats comprenaient des recommandations sur l'endroit où placer les nouvelles infrastructures bâties et sur les secteurs développés qui ont besoin de réparations ou en auront besoin à l'avenir. On a également formulé des recommandations sur la manière d'adapter les lignes directrices en matière de conception et de construction pour mieux contrer les effets de la dégradation du pergélisol. Un exemple est la préparation des dalles en vue de la construction de nouveaux bâtiments 1 à 2 ans d'avance pour permettre au sol de se stabiliser et éviter les déplacements dommageables du sol une fois le bâtiment construit. Des ingénieurs ont offert aux membres des collectivités une formation sur la manière de construire des dalles de façon à minimiser le risque d'affaiblir le pergélisol (Administration régionale Kativik, 2012; L'Hérault *et al.*, 2013). Un autre exemple est le projet pilote touchant la bande d'atterrissage de Kuujjuaq afin de mettre à l'essai l'utilisation de matériaux de pavage plus réfléchissants comme moyen de réduire la température du sol, de même que les projets pilotes à Kuujjuarapik et Aupaluk visant à mettre à l'essai l'entretien des ponceaux en fonction des changements dans les schémas du cycle de gel-dégel de même que du dégel du pergélisol (Administration régionale Kativik, 2012).

La collaboration et l'échange de connaissances au niveau territorial se font grâce au Partenariat panterritorial pour l'adaptation (*Pan-Territorial Adaptation Partnership*, www.northernadaptation.ca). Guidé par « Une vision nordique et la stratégie pour l'adaptation » [traduction] (Governments of Nunavut, Northwest Territories and Yukon, 2011), le partenariat vise l'échange des connaissances et de la compréhension en ce qui concerne les changements climatiques entre les partenaires locaux, territoriaux, nationaux, autochtones et internationaux afin d'élaborer des activités coopératives. L'initiative met l'accent sur le fait de « travailler ensemble sur les changements climatiques, en portant une attention toute particulière sur les mesures d'adaptation pratiques » (Governments of Nunavut, Northwest Territories and Yukon, 2011, p. 7), avec pour priorités communes des gouvernements territoriaux la souveraineté et les collectivités durables, l'adaptation aux changements climatiques et les relations circumpolaires. L'initiative fait participer les collectivités, les universités, les spécialistes et les bailleurs de fonds de tous les niveaux.

Les organismes autochtones ont également souligné l'importance de l'adaptation. L'adaptation est une composante importante des travaux du *Qaujjarvingat* inuit (Centre de connaissances inuites) de l'Inuit Tapiriit Kanatami. La Nunavut Tunngavik Incorporated, qui supervise la mise en œuvre de l'Accord sur les revendications territoriales du Nunavut au nom des bénéficiaires inuits, a organisé des ateliers afin de discuter de l'adaptation aux changements climatiques et de définir les secteurs d'intervention prioritaires en 2005 (Nunavut Tunngavik Incorporated, 2005); il a en outre dirigé la rédaction d'un ouvrage terminologique sur le climat en anglais, en inuktitut et en inuinnaqtun (Gouvernement du Nunavut, 2005). Dans l'Arctique occidental, l'Inuvialuit Regional Corporation a désigné les changements climatiques comme une menace pour les espèces fauniques comme le beluga, mais également comme une possibilité économique en raison de la circulation maritime accrue découlant de la perte de glace de mer. Au niveau local, plusieurs collectivités ont des rôles établis dans les projets relatifs aux changements clima-

tiques. À Clyde River, au Nunavut, par exemple, l'Ittaq Heritage and Research Centre (centre Ittaq pour la recherche et le patrimoine) a conclu un partenariat avec des entités fédérales et territoriales en vue de cerner les mesures d'adaptation et de renforcer la capacité d'adaptation (étude de cas 7; Ittaq Heritage and Research Centre, 2015).

ÉTUDE DE CAS 7

CARTOGRAPHIE COMBINÉE DES RISQUES GÉOMORPHOLOGIQUES À CLYDE RIVER, AU NUNAVUT

Le hameau de Clyde River (population de 934 personnes), situé sur la côte orientale accidentée de l'île de Baffin, a été l'une des collectivités pilotes choisies pour être le lieu de la mise en œuvre d'un processus de planification de l'adaptation entrepris par le Partenariat sur les changements climatiques du Nunavut (encadré 10). Le projet, une étroite collaboration entre le conseil de hameau et le bureau local de l'Ittaq Heritage and Research Centre, a été conçu dans le but de déterminer comment différents aspects du milieu physique posent des risques et des dangers au développement actuel et futur de l'infrastructure et comment les changements climatiques peuvent encore modifier la vulnérabilité de l'infrastructure (Smith *et al.*, 2012b). Une croissance rapide de la population et une augmentation du nombre de développements de logements et d'autres infrastructures ont mené à l'expansion de nombreuses collectivités du Nunavut au-delà du terrain relativement stable et plat sur lesquels elles étaient situées à l'origine. Un des principaux résultats de cette étude pilote a été la mise au point d'une méthodologie permettant d'évaluer les risques géomorphologiques et de les intégrer dans les lignes directrices en matière de planification de façon à améliorer la durabilité des collectivités nordiques. En plus d'une carte combinée des risques géomorphologiques du hameau et des environs (figure 21; Smith *et al.*, 2014), le projet a permis la réalisation de cartes géologiques de surface (Smith *et al.*, 2012a) et de cartes de la géologie périglaciaire et de la géologie du pergélisol (Smith *et al.*, 2011).



FIGURE 21 : Carte combinée des risques géomorphologiques pour Clyde River, au Nunavut (tiré de Smith *et al.*, 2014).

ENCADRÉ 10 PARTENARIAT SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DU NUNAVUT (PCCN)

Le PCCN, également appelé « *Atuliqtuq: Action and Adaptation in Nunavut* », a été créé en 2008; il est le produit d'un partenariat entre le gouvernement du Nunavut, les ministères fédéraux et l'Institut canadien des urbanistes. Les activités ont été orientées par trois objectifs :

- Renforcer la capacité de planification de l'adaptation aux changements climatiques du gouvernement du Nunavut et des collectivités en mettant à l'essai l'élaboration de plans d'adaptation dans sept collectivités (Clyde River, Hall Beach, Iqaluit, Arviat, Whale Cove, Cambridge Bay et Kugluktuk) et en utilisant les résultats pour mettre au point des outils de planification pour le reste du territoire.
- Créer des connaissances dans le but d'éclairer l'adaptation communautaire aux changements climatiques, y compris des connaissances sur la dégradation du pergélisol et les risques géomorphologiques qui en découlent, sur le changement du niveau de la mer, sur l'érosion côtière et l'approvisionnement en eau douce, en tirant partie des connaissances scientifiques et inuites.
- Mettre au point des outils pour recueillir, publier et échanger des connaissances sur l'adaptation aux changements climatiques entre les collectivités du Nunavut et d'ailleurs.

Le PCCN a produit des plans d'adaptation communautaires pour chacune des sept collectivités de même qu'une trousse d'outils étape par étape (Trousse d'outils pour la planification de l'adaptation au Nunavut) à l'intention des planificateurs communautaires et des fonctionnaires locaux (Centre sur le changement climatique du Nunavut, sans date).

Une échelle subjective de classement du niveau de risque géomorphologique a été mise au point aux fins de cette étude, et des échelles semblables ont été généralement adoptées pour la cartographie des risques communautaires dans la région de la côte Nord (p. ex. Champalle *et al.*, 2013; Forbes *et al.*, 2014). Même si on évalue généralement une combinaison de facteurs pour déterminer le classement combiné des risques, n'importe quel facteur géomorphologique de cette échelle pourrait déterminer le classement d'une zone si son impact potentiel sur l'infrastructure est jugé

important. Le hameau de Clyde River comprend des zones à risques faibles, moyens et élevés (figure 21), les zones de risques élevés étant caractérisés par un ou plusieurs des éléments suivants : pergélisol riche en glace, érosion par les cours d'eau, épais bancs de neige, terrain humide, inondations côtières et pentes escarpées. Les zones présentant des sédiments stables, peu d'indices de soulèvement ou de tassement du pergélisol, un terrain sec et une pente douce étaient généralement cotées comme étant des zones de risques « faibles ». Les zones de risques moyens sont généralement des zones de transition entre les zones de risques faible et élevés.

La carte combinée des risques géomorphologiques a été présentée au conseil de hameau et a éclairé les discussions publiques sur la mise à jour du plan communautaire. Les points soulevés lors de ces discussions sont les suivants :

- Les niveaux de risques « élevés » et « moyens » ne signifient pas que cette zone ne peut ou ne doit pas être mise en valeur, mais ils indiquent la présence de conditions qui exigeront probablement des considérations supplémentaires lors de la conception technique ou de la construction (p. ex. utiliser des pieux d'acier plutôt que des caissons de bois pour les fondations des bâtiments).
- On peut employer un vaste éventail de mesures d'adaptation pour réduire les risques, y compris des choses aussi simples que la construction de barrières à neige dont la fonction est de réduire l'amoncellement autour des infrastructures.
- Les zones présentant une cote de risques moins élevée sont probablement les zones les plus faciles à mettre en valeur et ce sont elles qui offrent le plus de stabilité à long terme. Toutefois, les conditions difficiles sévissant à Clyde River auront une incidence majeure sur la conception, l'entretien et la durée de vie des bâtiments, peu importe les risques géomorphologiques.
- La carte combinée des risques géomorphologiques a été conçue en vue d'éclairer les processus décisionnels communautaires, mais elle ne doit pas être l'unique facteur dont on tient compte lorsqu'il s'agit de prendre des décisions à l'égard du développement futur.

Le secteur privé dans le Nord se lance également dans l'adaptation, même s'il y a très peu de renseignements publics sur les mesures prises (Ford *et al.*, 2014a). Le secteur minier tient maintenant compte des changements climatiques à l'étape de la conception des mines dans le cadre des processus standard d'évaluation de l'environnement (Pearce *et al.*, 2010a).

4.2 SITUATION ACTUELLE DE LA PLANIFICATION DE L'ADAPTATION

L'analyse des besoins en matière d'adaptation, la planification de l'adaptation et, dans certains cas, la mise en œuvre des interventions d'adaptation font suite à la reconnaissance de l'importance de l'adaptation. Par exemple, le gouvernement du Nunavut a formé le Partenariat sur les changements climatiques du Nunavut (PCCN) en collaboration avec les ministères fédéraux et l'Institut canadien des urbanistes. En tirant parti de l'expérience acquise dans le cadre du PCCN (encadré 10; Callihoo et Ohlson, 2008; Callihoo et Romaine, 2010; Johnson et Arnold, 2010; Hayhurst et Zeeg, 2010), on a élaboré un plan stratégique en 2011 qui cerne les principaux thèmes de la planification de l'adaptation dans le territoire (Gouvernement du Nunavut, 2011). On assiste présentement à une augmentation rapide de l'élaboration de plans d'adaptation pour les collectivités côtières nordiques (Pearce *et al.*, 2012).

La planification de l'adaptation est une étape importante de la gestion des risques posés par les changements climatiques, mais certaines préoccupations subsistent. Par exemple, les spécialistes et les décideurs continuent de souligner le besoin d'améliorer la planification relative aux impacts des changements climatiques sur l'infrastructure (étude de cas 8; Ford *et al.*, 2014c). Il y a également des préoccupations découlant du choc entre la philosophie des populations autochtones du Nord en matière de prévision et de planification futures à long terme et la philosophie qui sous-tend les notions occidentales de planification (p. ex. Bates, 2007; Natcher *et al.*, 2007). Ainsi, la forte réticence à mettre l'accent sur les risques futurs de certaines collectivités autochtones nordiques du Canada découle de leur croyance quant à la sensibilité du monde naturel et présente des défis uniques en ce qui a trait à la planification anticipée de l'adaptation le long de la côte Nord (Ford *et al.*, 2007; Ford *et al.*, 2010b; Boyle et Dowlatabadi, 2011). Parmi les autres préoccupations relatives à la planification de l'adaptation, on note les défis en matière de ressources humaines et financières, qui sont des enjeux plus pressants que les changements climatiques et qui exigent l'attention et les ressources de la collectivité, la carence de « données scientifiques utilisables » pouvant servir à éclairer la planification et les lacunes au niveau de la compréhension (Boyle et Dowlatabadi, 2011; Pearce *et al.*, 2012; Champalle *et al.*, 2013).

ÉTUDE DE CAS 8

PROTECTION CÔTIÈRE À TUKTOYAKTUK, DANS LES TERRITOIRES DU NORD-OUEST

Tuktoyaktuk, dans les Territoires du Nord-Ouest, est situé sur une étroite péninsule du delta du Mackenzie (figure 22) qui est très vulnérable aux grosses ondes de tempête (section 2.2.5). Avant la prise de mesures de contrôle de l'érosion à Tuktoyaktuk, les taux de recul côtier à long terme étaient de l'ordre de 2 m/an (Solomon, 2005) et ont atteint 10 m de perte de littoral au cours d'une seule tempête en août 2000. L'érosion est aggravée par le fait que les sédiments côtiers sont riches en glace et contiennent souvent des amas de glace massive.

Dès 1976, une série de systèmes expérimentaux de protection du littoral a été installée dans le but d'aider à ralentir le recul côtier et à protéger le hameau contre les inondations (figure 23). L'objectif de ces systèmes était de fournir à la plage et le front de falaise une protection physique contre les vagues de tempête et d'isoler la plage afin d'empêcher le dégel de la glace de sol sous-jacente. Des tubes longard (tubes de tissu à trame et à chaîne de résine de polyéthylène remplis de sable) ont été utilisés à l'origine, mais le géotextile s'était endommagé au fil des ans et l'intégrité du système de protection a été perdue en 1981 (Couture *et al.*, 2002).



FIGURE 22 : Emplacement de diverses mesures de protection du littoral installées à Tuktoyaktuk en vue d'aider à contrôler l'érosion et les inondations (tiré de Couture *et al.*, 2002).

Un projet de recharge de la plage au moyen de matière draguée dans la zone sublittorale a été mis en place en 1987 et complété au fil du temps par des sacs de sable, les semelles de béton d'une école démolie, de gros rochers (perré) et des dalles de béton (figure 23; Couture *et al.*, 2002). Ces mesures offrent une certaine protection contre les tempêtes, même si leur efficacité à long terme est incertaine. Parmi les autres possibilités envisagées pour la protection du littoral, on compte les brise-vagues et le déménagement des infrastructures, dont la mise en œuvre est entravée par les coûts, l'utilisation des terres et la valeur culturelle et économique des infrastructures (UMA Engineering Ltd., 1994; Johnson *et al.*, 2003).



FIGURE 23 : Divers types de mesures de protection du littoral : **a)** sacs de sable mis en place en 1987, **b)** rochers (perré) utilisés pour la première fois en 1997, et **c)** dalles de béton monolithiques installées en 1998. Photos a) et b) gracieusetés de S. Solomon, et photo c) gracieuseté de G. Manson.

Une saison de construction raccourcie, la difficulté d'obtenir des matières comme des ressources granulaires, la disponibilité de l'équipement et de main-d'œuvre chevronnée, les coûts de transport élevés, les défis opérationnels, l'accélération du changement environnemental et une petite assise fiscale pour le financement de la protection du littoral font partie des défis soulevés par la mise en œuvre de la protection côtière dans le Nord.

Certaines recherches avancent que l'adaptation devrait mettre principalement l'accent sur le soutien et l'amélioration des stratégies d'adaptation actuelles pour répondre aux impacts des changements climatiques et sur l'évaluation de l'efficacité des politiques et programmes actuels dans le contexte d'un climat en évolution (Boyle et Dowlatabadi, 2011; Ford *et al.*, 2014d). En fonction de ce point de vue, l'adaptation ne vise pas tant à planifier pour l'avenir qu'à faire ce que nous devrions déjà faire, mais en mieux : nous attaquer aux facteurs déterminants socioéconomiques de la vulnérabilité aux changements climatiques et tirer parti du savoir traditionnel et des valeurs culturelles. Les initiatives et les priorités stratégiques en cours dans les domaines du développement économique, social, sanitaire et culturel peuvent apporter des avantages immédiats en réduisant la vulnérabilité à la variabilité, au changement et aux extrêmes climatiques actuels. Les politiques visant à améliorer de façon générale l'adaptabilité au risque, qui exigent l'intégration de l'adaptation, sont probablement les moyens les plus efficaces de réduire la vulnérabilité aux changements climatiques (Klein *et al.*, 2007; Dovers, 2009; Dovers et Hezri, 2010; de Loë, 2011).

4.3 LACUNES DÉFINIES AU NIVEAU DES RECHERCHES SUR L'ADAPTATION

La littérature fait état de nombreuses lacunes dans les connaissances qui constituent des entraves à l'adoption de mesures d'adaptation dans les collectivités côtières nordiques. Ces lacunes sont abordées à titre soit de lacunes dans la compréhension de la vulnérabilité, soit dans la compréhension de l'adaptation.

4.3.1 VULNÉRABILITÉ

Il est nécessaire de comprendre ce qui rend les systèmes humains vulnérables ou résilients aux changements climatiques si l'on veut aborder la question de l'adaptation (Ribot, 2011). Pour certains secteurs de la région de la côte Nord, des études ont avancé qu'il n'existe pas suffisamment de renseignements sur la vulnérabilité pour entreprendre des mesures d'adaptation (p. ex. récolte et culture), tout en soulignant le besoin pour des études ciblées qui mettraient l'accent sur les régions et les populations n'ayant fait l'objet d'aucune recherche (Ford et Pearce, 2012). Dans d'autres secteurs, on reconnaît que le degré de compréhension des risques posés par les changements climatiques et les renseignements nécessaires à l'adoption de mesures d'adaptation demeurent limités (p. ex. affaires et économie, infrastructure et transport, santé et bien-être; Cameron, 2012; Ford *et al.*, 2012a; Wolf *et al.*, 2013; Bourque et Cunsolo Willox, 2014; Ford *et al.*, 2014b).

Dans tous les secteurs, la dynamique à long terme de la façon dont les changements climatiques prévus interagiront avec les conditions socioéconomiques futures est mal comprise et soulève des préoccupations quant à la possibilité d'une mésadaptation en fonction de laquelle les politiques, les programmes et les comportements ne font qu'augmenter la vulnérabilité à long terme (Barnett et O'Neill, 2010; Ribot, 2011; Ford et Pearce, 2012; McDowell *et al.*, 2013). Les travaux réalisés ne permettent qu'une compréhension partielle des moteurs de la vulnérabilité. De nombreuses lacunes dans les connaissances restreignent l'adaptation actuelle, entre autres (Bates, 2007; Ford *et al.*, 2010b; Sayles et Mulrennan, 2010; Cameron, 2012; Ford et Pearce, 2012; Ford *et al.*, 2012b, 2013b; Wolf *et al.*, 2013) :

- l'absence de recherches tenant compte des facteurs déterminants de la vulnérabilité aux échelles régionale et mondiale;
- le manque d'études à long terme cherchant à saisir la nature dynamique de la vulnérabilité, les recherches s'échelonnant principalement sur un nombre limité de saisons;
- l'intégration limitée du savoir traditionnel dans les études sur la vulnérabilité et l'adaptation, les recherches reflétant principalement les approches scientifiques à caractère « occidental »;
- le nombre limité de recherches sur les effets cumulatifs et la manière dont ces effets influenceront sur la vulnérabilité aux changements climatiques, aujourd'hui et à l'avenir.

La compréhension actuelle de la vulnérabilité est tirée principalement des études locales dans de petites collectivités et met l'accent sur les activités « traditionnelles ». Il faut bâtir une base de connaissances géographiques et sectorielles plus vaste et plus variée. Les centres régionaux plus importants (p. ex. Iqaluit au Nunavut et Inuvik dans les Territoires du Nord-Ouest) s'imposent comme des centres de développement économique et de croissance démographique dans le Nord du Canada et ont des vulnérabilités très différentes de celles des plus petites collectivités.

Peu d'études ont estimé à quel point les évaluations de la vulnérabilité éclairent réellement les processus décisionnels (Champalle *et al.*, 2013). À cet égard, il serait utile de mettre davantage l'accent sur la participation des intervenants et sur la communication efficace des conclusions des recherches; des efforts afin d'assurer la collaboration interdisciplinaire dans le but de mieux comprendre les nombreux moteurs de la vulnérabilité, des impacts sur les coûts et du rendement en fonction de différents scénarios climatiques s'imposent également (Ford *et al.*, 2014d).

4.3.2 ADAPTATION

Les études sur les impacts et la vulnérabilité mettant l'accent sur les côtes nordiques du Canada recommandent généralement des options d'adaptation afin d'atténuer les risques. Il subsiste toutefois un manque de recherches portant sur le potentiel de réduction de la vulnérabilité au moyen de politiques ou de programmes en fonction de différents scénarios climatiques et socioéconomiques, établissant le coût des mesures, examinant les compromis ou priorisant les besoins. Il y a en outre peu d'exemples de mesures d'adaptation à la fois mises à l'essai et évaluées (Champalle *et al.*, 2013; Ford *et al.*, 2014b, c). L'absence d'analyses stratégiques de tels facteurs entrave probablement l'adoption de mesures d'adaptation (de Bruin *et al.*, 2009; Smith *et al.*, 2009; Sherman and Ford, 2014).

5 RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

La région de la côte Nord est aux premières lignes des changements climatiques; elle connaît le réchauffement le plus prononcé au Canada et on prévoit qu'elle subira un réchauffement continu au cours du présent siècle. Des impacts ont été documentés dans tous les secteurs et toutes les régions du nord, les changements climatiques engendrant à la fois des risques et des possibilités. Les collectivités, les décideurs, les organismes autochtones et les chercheurs ont tous exprimé des préoccupations au sujet des changements climatiques. La littérature mettant l'accent sur les effets des changements climatiques sur le littoral nordique du Canada a considérablement augmenté au cours de la dernière décennie, l'adaptation se dégageant comme un thème central (Downing et Cuerrier, 2011; Ford et al., 2012a, b; McClymont Peace et Myers, 2012).

Il est manifeste que la glace de mer et le pergélisol changent rapidement. La durée de la saison d'eau libre continuera d'augmenter et un océan Arctique libre de glace en été est une possibilité d'ici le milieu du siècle. Une période d'eau exempte de glace plus longue offre des possibilités pour le transport maritime et pourrait améliorer le potentiel de mise en valeur des ressources, de tourisme et de développement portuaire (p. ex. à Churchill, au Manitoba). La glace de mer sert également à voyager d'une collectivité à l'autre et à accéder aux zones de chasse et de pêche. Combinée aux conditions de stress imposés aux ressources fauniques, la réduction de la durée de la couverture de glace pourrait avoir d'importants impacts sociaux, culturels et économiques liés à l'utilisation de l'environnement côtier. L'infrastructure côtière sera touchée par le dégel du pergélisol et l'érosion côtière et par la combinaison de l'augmentation de l'activité orageuse, de la diminution de la protection assurée par la glace de mer et du changement dans le niveau de la mer. Il sera important de tenir compte des changements climatiques prévus dans le développement de nouvelles infrastructures. Les mesures d'adaptation proposées pour réduire les risques liés au climat en matière d'infrastructure comprennent l'amélioration de la conception des bâtiments, l'investissement dans la protection des côtes et la planification de l'utilisation des terres.

Les changements climatiques se produisent dans un contexte d'importants changements sociaux, culturels et économiques qui sont déjà entamés en raison de la mondialisation et qui auront une incidence sur la disponibilité et la faisabilité des options d'adaptation. Par exemple, les défis posés et les possibilités offertes par les changements climatiques en matière de mise en valeur des ressources, de transport maritime, de tourisme et d'autres activités seront déterminés en partie par les prix du marché mondiaux, la rentabilité, la réglementation et d'autres politiques gouvernementales. Bien que des caractéristiques comme le savoir traditionnel, les valeurs culturelles, les réseaux sociaux et l'utilisation polyvalente des ressources contribuent de façon significative à la capacité d'adaptation aux impacts touchant les activités de récolte, elles sont toutefois, minées dans les collectivités. Beaucoup de défis posés par les changements climatiques aggravent des vulnérabilités existantes comme l'insécurité en matière d'alimentation et de logement, la pauvreté et la marginalisation.

L'adaptation exige des mesures à toutes les échelles afin d'améliorer la résilience, de réduire la vulnérabilité et d'éliminer les obstacles à l'adaptation. La revitalisation culturelle, les programmes visant à promouvoir et à préserver les compétences et les connaissances liées au territoire, l'amélioration du pouvoir décisionnel local et les efforts visant à lutter contre la marginalisation et la pauvreté améliorent la résilience aux impacts des changements climatiques sur les activités de récolte, la culture et la santé. Dans beaucoup de cas, les changements climatiques confèrent une importance renouvelée aux priorités stratégiques en cours.

On trouve des exemples de gouvernements qui planifient l'adaptation et prennent des mesures d'adaptation concrètes dans une grande partie de la région de la côte Nord. On compte parmi les obstacles à l'adaptation, les défis institutionnels, y compris les régimes réglementaires. Par exemple, les changements climatiques modifient la santé, la disponibilité et le moment de la migration d'espèces de poissons et d'espèces fauniques utilisées à des fins de subsistance et de commerce. Ces complexités soulignent l'importance de réactions institutionnelles cohérentes intégrant les considérations relatives aux changements climatiques à toutes les échelles et dans toutes les compétences.

6 RÉFÉRENCES

- Adelson, N. (2000) : *Being Alive Well: Health and Politics of Cree Well-Being*; University of Toronto Press, Toronto, Ontario, 166 p.
- Addison, P.E., Oommen, T. et Lautala, P. (2015) : A review of past geotechnical performance of the Hudson Bay rail embankment and its comparison to the current condition; Joint Rail Conference, 23–26 mars, 2015, San Jose, Californie, Paper JRC2015-5780, 8 p., <<http://proceedings.asmedigitalcollection.asme.org/proceeding.aspx?articleid=2323281>>.
- Administration régionale Kativik (2012) : Renforcement des capacités et sensibilisation face aux changements climatiques pour la gestion publique locale et la planification territoriale au Nunavik : Rapport final; rapport remis par Ouranos à l'Administration régionale Kativik et à Ressources naturelles Canada, <http://www.ouranos.ca/media/publication/283_rapportbarrettagagnon2013.pdf>.
- Affaires autochtones et Développement du Nord Canada (2015a) : Nunavut: exploration minière, exploitation minière et sciences de la Terre de 2014; Affaires autochtones et Développement du Nord Canada, Ottawa, Ontario, carte, échelle 1:7 000 000, <http://cngo.ca/app/uploads/Exploration_Overview-2014-Map-French.pdf>.
- Affaires autochtones et Développement du Nord Canada (2015b) : Nunavut: exploration minière, exploitation minière et sciences de la Terre de 2014; Affaires autochtones et Développement du Nord Canada, Ottawa, Ontario, 63 p., <http://cngo.ca/app/uploads/Exploration_Overview-2014-Magazine-French.pdf>.
- Affaires indiennes et du Nord Canada (2010) : Partageons nos connaissances pour un avenir meilleur : expériences relatives à l'adaptation et aux énergies propres dans un contexte de changements climatiques; Affaires indiennes et du Nord Canada, Ottawa, Ontario, 34 p., <https://www.aadnc-aandc.gc.ca/DAM/DAM-INTER-HQ/STAGING/texte-text/ss_enr_sharingPDF_1312295144407_fra.pdf>.
- Agence canadienne de développement économique du Nord (2014) : Diversité économique du Canada – par province et territoire; Agence canadienne de développement économique du Nord, <<http://www.cannor.gc.ca/fra/1388762115125/1388762170542#chp2>>.
- Akperov, M., Mokhov, I., Rinke, A., Dethloff, K. et Matthes, H. (2014) : Cyclones and their possible changes in the Arctic by the end of the twenty first century from regional climate model simulations; *Theoretical and Applied Climatology*, 12 p. doi:10.1007/s00704-014-1272-2
- Allard, M. et Lemay, M., éditeurs (2012) : Nunavik and Nunatsiavut: From Science to Policy – An Integrated Regional Impact Study (IRIS) of climate change and modernization; ArcticNet, Québec, Québec, 303 p., <http://www.arcticnet.ulaval.ca/pdf/media/iris_report_complete.pdf>.

- Allard, M. et Tremblay, G. (1983) : Les processus d'érosion littorale périglaciaire de la région de Poste-de-la-Baleine et des îles Manitounuk sur la côte est de la mer d'Hudson, Canada (Periglacial shore erosion processes in the region of Poste-de-la-Baleine and the Manitounuk Islands on the coast of Hudson Bay, Canada); *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband*, vol. 47, p. 27–60.
- AMAP [Arctic Monitoring and Assessment Programme] (2009) : AMAP Assessment 2009: Human Health in the Arctic; Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway, 254 p., <<http://www.amap.no/documents/download/1163>>.
- Andrachuk, M. et Pearce, T. (2010) : Vulnerability and adaptation in two communities in the Inuvialuit Settlement Region; dans *Community Adaptation and Vulnerability in Arctic Regions*, (éd.) G.K. Hovelsrud et B. Smit; Springer, Dordrecht, Netherlands, p. 63–81.
- Anisimov, O.A., Vaughan, D.G., Callaghan, T., Furgal, C., Marchant, H., Prowse, T.D., Vilhjalmsón, H. et Walsh, J.E. (2007) : Polar regions (Arctic and Antarctic); dans *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*; contribution du Groupe de travail II au Quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, (éd.) M. Parry, O. Canziani, J. Palutikof, P. van der Linden et C. Hanson; Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, p. 653–685, <<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter15.pdf>>.
- Aporta, C. (2002) : Life on the ice: understanding the codes of a changing environment; *Polar Record*, vol. 38, n° 207, p. 341–354.
- Aporta, C. (2009) : The trail as home: Inuit and their pan-Arctic network of routes; *Human Ecology*, vol. 37, n° 2, p. 131–146.
- Aporta, C. (2011) : Shifting perspectives on shifting ice: documenting and representing Inuit use of the sea ice; *The Canadian Geographer/ Le Géographe canadien*, vol. 55, n° 1, p. 6–19.
- Aporta, C. et MacDonald, J. (2011) : An elder on sea ice: an interview with Aipilik Inuksuk of Igloodik, Nunavut; *The Canadian Geographer/ Le Géographe canadien*, vol. 55, n° 1, p. 32–35.
- Aporta, C., Taylor, D.R.F. et Laidler, G.J. (2011) : Geographies of Inuit sea ice use: introduction; *The Canadian Geographer/ Le Géographe canadien*, vol. 55, n° 1, p. 1–5.
- Arctic Climate Impact Assessment (2005) : Arctic Climate Impact Assessment: Scientific Report; Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, 1046 p., <<http://www.acia.uaf.edu/default.html>>.
- Arctic Human Development Report (2004) : Arctic Human Development Report; Stefansson Arctic Institute, Akureyri, Iceland, 242 p., <<http://www.thearctic.is/AHDR%20chapters.htm>>.
- Aré, F.E. (1988) : Thermal abrasion of sea coasts; *Polar Geography and Geology*, vol. 12, p. 1–157.
- Aré, F.E., Reimnitz, E., Grigoriev, M., Hubberten, H.W. et Rachold, V. (2008) : The influence of cryogenic processes on the erosional arctic shoreface; *Journal of Coastal Research*, vol. 24, n° 1, p. 110–121.
- Armitage, D.R., 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-Human and Policy Dimensions*, vol. 21, n° 3, p. 995–1004.
- Atkinson, D.E. (2005) : Observed storminess patterns and trends in the circum-Arctic coastal regime; *Geo-Marine Letters*, vol. 25, n° 2–3, p. 98–109.
- Auld, H., Comer, N. et Fernandez, S. (2010) : Technical guide – infrastructure in permafrost: a guideline for climate change adaptation; Groupe CSA (auparavant l'Association canadienne de normalisation), Publication spéciale PLUS 4011-10, 112 p.
- Barber, D.G., Lukovich, J.V., Keogak, J., Baryluk, S., Fortier, L. et Henry, G.H.R. (2008) : The changing climate of the Arctic; *Arctic*, vol. 61, suppl. 1: Arctic Change and Coastal Communities (2008), p. 7–26 <http://www.jstor.org/stable/40513353?seq=1#page_scan_tab_contents>.
- Barnett, J. et O'Neill, S. (2010) : Maladaptation; *Global Environmental Change – Human and Policy Dimensions*, vol. 20, p. 211–213.
- Barnhart, K.R., Anderson, R.S., Overeem, I., Wobus, C., Clow, G.D. et Urban, F.E. (2014) : Modeling erosion of ice-rich permafrost bluffs along the Alaskan Beaufort Sea coast; *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, vol. 119, p. 1155–1179. doi:10.1002/2013JF002845
- Bates, P. (2007) : Inuit and scientific philosophies about planning, prediction, and uncertainty; *Arctic Anthropology*, vol. 44, p. 87–100.
- Beaumier, M. et Ford, J. (2010) : Food insecurity among Inuit females exacerbated by socio-economic stresses and climate change; *Revue canadienne de santé publique*, vol. 101, p. 196–201.
- Bell, T., Briggs, R., Bachmayer, R. et Li, S. (2014) : Augmenting Inuit knowledge for safe sea-ice travel – the SmartICE information system; *comptes rendus de la Conférence Océans '14*, 14–19 septembre 2014; Océans, St. John's, Terre-Neuve-et-Labrador, p. 1–9. doi:10.1109/OCEAns.2014.7003290
- Berkes, F. (1990) : Native subsistence fisheries: a synthesis of harvest studies in Canada; *Arctic*, vol. 43, p. 35–42.
- Berkes, F. (1999) : *Sacred Ecology: Traditional Ecological Knowledge and Resource Management*; Taylor and Francis, London, Royaume-Uni, 209 p.
- Berkes, F. et Armitage, D. (2010) : Co-management institutions, knowledge, and learning: adapting to change in the Arctic; *Études/Inuit/Studies*, vol. 34, n° 1, p. 109–131.
- Berkes, F. et Farkas, C.S. (1978) : Eastern James Bay Cree Indians: changing patterns of wild food use and nutrition; *Ecology of Food and Nutrition*, vol. 7, p. 155–172.
- Berkes, F. et Jolly, D. (2002) : Adapting to climate change: social-ecological resilience in a Canadian western Arctic community; *Conservation Ecology*, vol. 5, 15 p.
- Berkes, F., Colding, J. et Folke, C. (2003) : *Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change*; Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, New York, 416 p.
- Berkes, F., Huebert, R., Fast, H., Manseau, M. et Diduck, éditeurs (2005) : *Breaking Ice: Renewable Resource and Ocean Management in the Canadian North*; University of Calgary Press, Calgary, Alberta, 416 p.
- Blix, A.S. (2005) : *Arctic Animals and Their Adaptations to Life on the Edge*; Tapir Academic Press, Trondheim, Norvège, 296 p.
- Bolton, K., Lougheed, M., Ford, J.D., Nickels, S., Grable, C. and Shirley, J. (2011) : What we know, don't know, and need to know about climate change in Nunavut, Nunavik, and Nunatsiavut: a systematic literature review and gap analysis; Indian and Northern Affairs Canada, Climate Change Adaptation Program (CCAP), McGill University, Inuit Tapirrit Kanatami et le Nunavut Research Institute, 78 p.
- Boucher, M. et Guimond, A. (2012) : Assessing the vulnerability of Ministère des Transports du Québec infrastructures in Nunavik in a context of thawing permafrost and development of an adaptation strategy; 15e conférence internationale sur l'ingénierie dans les régions froides, 19–22 août Québec, Québec, p. 504–514.
- Bourque, F. et Cunsolo Willox, A. (2014) : Climate change: the next challenge for public mental health?; *International Review of Psychiatry*, vol. 26, p. 415–422.
- Boyle, M. et Dowlatabadi, H. (2011) : Anticipatory adaptation in marginalised communities within developed countries; dans *Climate Change Adaptation in Developed Nations: From Theory to Practice*, (éd.) J.D. Ford et L. Berrang-Ford; Springer, Dordrecht, Pays-Bas, p. 461–474.
- Bravo, M. (2009) : Voices from the sea ice: the reception of climate impact narratives; *Journal of Historical Geography*, vol. 35, p. 256–278.
- Bristow, M. et Gill, V. (2011) : Northern assets: transportation infrastructure in remote communities; *Le Conference Board du Canada*, Publication 12-139, 78 p., <<http://www.conferenceboard.ca/e-library/abstract.aspx?did=4567>>.
- Bureau de normalisation du Québec (2015) : Études géotechniques pour les fondations de bâtiments construites dans le pergélisol; Bureau de normalisation du Québec, Québec, Québec, Norme CAN/BNQ 2501-500, <<https://www.bnq.qc.ca/fr/normalisation/genie-civil-et-infrastructures-urbaines/etudes-geotechniques-pour-les-fondations-de-batiments-construites-dans-le-pergelisol.html>>.
- Burek, K.A., Gulland, F.M.D. et O'Hara, T.M. (2008) : Effects of climate change on arctic marine mammals health; *Ecological Applications*, vol. 18, p. S126–S134.
- Burgess, D.O., Sharp, M.J., Mair, D.W., Dowdeswell, J.A. et Benham, T.J. (2005) : Flow dynamics and iceberg calving rates of Devon Ice Cap, Nunavut, Canada; *Journal of Glaciology*, vol. 51, n° 173, p. 219–230.
- Burn, C.R. et Kokelj, S.V. (2009) : The environment and permafrost of the Mackenzie Delta area; *Permafrost and Periglacial Processes*, vol. 20, p. 83–105.
- Bush, E.J., Loder, J.W., James, T.S., Mortsch, L.D. et Cohen, S.J. (2014) : An overview of Canada's changing climate; dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*, (éd.) F.J. Warren et D.S. Lemmen; Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, p. 23–64.

- Callihoo, C. et Ohlson, D. (2008) : Hall Beach, Nunavut: climate change adaptation action plan; rédigé à l'intention du Municipal Corporation of Hall Beach, du Hall Beach Climate Change Adaptation Steering Committee, de l'Institut canadien des urbanistes, de Ressources naturelles Canada et du Gouvernement du Nunavut, mars 2008, 38 p., <<https://www.cip-icu.ca/Files/Resources/Climate-Change-Adaptation-Action-Plan-Hall-Beach>>.
- Callihoo, C. et Romaine, T. (2010) : Cambridge Bay climate change adaptation action plan; rédigé à l'intention de la Municipal Corporation of Cambridge Bay, de l'Institut canadien des urbanistes, des Affaires indiennes et du Nord Canada, de Ressources naturelles Canada et du Gouvernement du Nunavut, juillet 2010, 52 p., <https://www.cip-icu.ca/Files/Resources/CAMBRIDGE_BAY_CCAP_E>.
- Callow, L. (2013) : Oil and gas exploration and development activity forecast: Canadian Beaufort Sea, 2013–2028; rédigé à l'intention d'Affaires autochtones et Développement du Nord Canada, Beaufort Regional Environmental Assessment (BREA), Ottawa, Ontario, 44 p.
- 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 – Human and Policy Dimensions*, vol. 22, p. 103–114.
- Carmack, E. et Macdonald, R. (2008) : Water and ice-related phenomena in the coastal region of the Beaufort Sea: some parallels between Native experience and Western science; *Arctic*, vol. 61, p. 265–280.
- Castro de la Guardia, L., Derocher, A.E., Myers, P.G., Terwisscha van Scheltinga, A.D. et Lunn, N.J. (2013) : Future sea ice conditions in western Hudson Bay and consequences for polar bears in the 21st century; *Global Change Biology*, vol. 19, p. 2675–2687.
- Centre sur les changements climatiques du Nunavut (sans date) : Arviat climate change community engagement; Centre sur les changements climatiques du Nunavut, <<http://climatechangenunavut.ca/en/project/arviat-climate-change-community-engagement>>.
- Centre sur les changements climatiques du Nunavut (sans date) : Nunavut Climate Change Partnership (NCCP); Centre sur les changements climatiques du Nunavut, <<http://climatechangenunavut.ca/en/node/820>>.
- Champalle, C., Tudge, P., Sparling, E., Riedlsperger, R., Ford, J. et Bell, T. (2013) : Adapting the built environment in a changing northern climate: a systematic review of climate hazard-related mapping and vulnerability assessments of the built environment in Canada's North to inform climate change adaptation; rédigé à l'intention de Ressources naturelles Canada, Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques, 181 p., <http://www.nwtclimatechange.ca/sites/default/files/Adapting_Built_Environment.pdf>.
- Chan, H.M., Fediuk, K., Hamilton, S., Rostas, L., Caughey, A., Kuhnlein, H., Egeland, G. et Loring, E. (2006) : Food security in Nunavut, Canada: barriers and recommendations; *International Journal of Circumpolar Health*, vol. 65, p. 416–431.
- Chatwood, S. et Young, K. (2010) : A new approach to health research in Canada's North; *Revue canadienne de santé publique*, vol. 101, p. 25–27.
- Chatwood, S., Bjerregaard, P. et Young, T.K. (2012) : Global health – a circumpolar perspective; *American Journal of Public Health*, vol. 102, p. 1246–1249.
- Church, J.A., Clark, P.U., Cazenave, A., Gregory, J.M., Jevrejeva, S., Levermann, A., Merrifield, M.A., Milne, G.A., Nerem, R.S., Nunn, P.D., Payne, A.J., Pfeffer, W.T., Stammer, D. et Unnikrishnan, A.S. (2013a) : Sea level change; dans *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*; contribution du Groupe de travail I au Cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, (éd.) T.F. Stocker, D. Qin, G.K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Migdley; Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, p. 1137–1216, <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter13_FINAL.pdf>.
- Church, J.A., Clark, P.U., Cazenave, A., Gregory, J.M., Jevrejeva, S., Levermann, A., Merrifield, M.A., Milne, G.A., Nerem, R.S., Nunn, P.D., Payne, A.J., Pfeffer, W.T., Stammer, D. et Unnikrishnan, A.S. (2013b) : Sea level change supplementary material; dans *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*; contribution du Groupe de travail I au Cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, (éd.) T.F. Stocker, D. Qin, G.K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Migdley; Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, p. 13SM-1–13SM-8, <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/supplementary/WG1AR5_Ch13SM_FINAL.pdf>.
- Clark, D.A., Lee, D.S., Freeman, M.M.R. et Clark, S.G. (2008) : Polar bear conservation in Canada: defining the policy problems; *Arctic*, vol. 61, p. 347–360.
- Clarke, A. et Harris, C.M. (2003) : Polar marine ecosystems: major threats and future change; *Environmental Conservation*, vol. 30, p. 1–25.
- Collings, P. (2011) : Economic strategies, community, and food networks in Ulukhaktok, Northwest Territories, Canada; *Arctic*, vol. 64, p. 207–219.
- Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques (2007) : PIEVC Engineering Protocol – Version 10 – October 2011 – Part 1; Conseil canadien des ingénieurs.
- Conseil canadien des normes (2015) : Études géotechniques pour les fondations de bâtiments construits dans le pergélisol; Conseil canadien des normes, Ottawa, Ontario, CAN/BNQ 2501-500, <<https://www.scc.ca/en/standards/>>.
- Conseil de l'Arctique (2009) : Arctic Marine Shipping Assessment 2009 Report; Conseil de l'Arctique, Tromsø, Norvège, 189 p., <http://www.arctic.noaa.gov/detect/documents/AMSA_2009_Report_2nd_print.pdf>.
- Conseil de l'Arctique (2013) : Arctic Resilience Interim Report 2013; Stockholm Environment Institute et Stockholm Resilience Centre, Stockholm, Suède, 134 p., <<http://www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/ArcticResilienceInterimReport2013-LowRes.pdf>>.
- Conseil de l'Arctique (2015) : Déclaration d'Iqaluit; Conseil de l'Arctique, Neuvième réunion ministérielle, 24–25 avril 2015, Iqaluit, Nunavut, <<http://www.international.gc.ca/arctic-arctique/final-declaration-finale.aspx?lang=fra>>.
- Constant, P., Poissant, L., Villemur, R., Yumvihoze, E. et Lean, D. (2007) : Fate of inorganic mercury and methyl mercury within the snow cover in the low arctic tundra on the shore of Hudson Bay (Quebec, Canada); *Journal of Geophysical Research—Atmospheres*, vol. 112, 10 p., <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2006JD007961/pdf>>.
- Copland, L., Mortimer, C., White, A., Richer McCallum, M. et Mueller, D. (sous presse) : Factors contributing to recent Arctic ice shelf losses; dans *Arctic Ice Shelves and Ice Islands*, (éd.) L. Copland et D. Mueller; Springer, Dordrecht, Pays-Bas.
- Copland, L., Mueller, D.R. et Weir, L. (2007) : Rapid loss of the Ayles ice shelf, Ellesmere Island, Canada; *Geophysical Research Letters*, vol. 34, contribution L21501. doi:10.1029/2007GL031809
- Courtland, R. (2008) : Polar bear numbers set to fall; *Nature News*, vol. 453, p. 432.
- Couture, N.J. et Manson, G.K. (2016) : CanCoast: a tool for helping to assess climate change sensitivity; Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Dossier public.
- Couture, R., Robinson, S., Burgess, M. et Solomon, S. (2002) : Climate change, permafrost, and community infrastructure: a compilation of background material from a pilot study of Tuktoyaktuk, Northwest Territories; Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Dossier public 3867, 96 p. doi:10.4095/213753
- Cruikshank, J. (2001) : Glaciers and climate change: perspectives from oral tradition; *Arctic*, vol. 54, p. 377–393.
- Groupe CSA (2014a) : Fondations à thermosyphon de bâtiments construits dans des régions pergélisolées Thermosyphon foundations for building in permafrost regions; Groupe CSA (auparavant Agence canadienne de normalisation), Mississauga, Ontario, CAN/CSA-S500-14, 37 p., <<http://shop.csa.ca/fr/canada/infrastructure-and-public-works/canca-s500-14/invt/27036862014>>.
- Cunsolo Willox, A. et les collectivités du Nunatsiavut (2014) : Attutauniujuk nunama – Lament for the land (film); Lament Productions.
- Cunsolo Willox, A., Harper, S.L. et Edge, V. (2013a) : Examining the climatic and environmental determinants of mental health: a case study from Nunatsiavut, Labrador, Canada; *International Journal of Circumpolar Health*, vol. 72, p. 519–520.
- Cunsolo Willox, A., Harper, S.L., Ford, J.D., Edge, V., 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*, vol. 72, suppl. 1, p. 519–520.
- 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 and Medicine* vol. 75, p. 538–547.
- Cunsolo Willox, A., Harper, S.L., Landman, K., Houle, K., Ford, J.D. et Rigolet Inuit Community Government (2013c) : “The land enriches our soul”: on environmental change, affect, and emotional health and well-being in Nunatsiavut, Canada; *Emotion, Space and Society*, vol. 6, p.14–32.
- Cunsolo Willox, A., Stephenson, E., Allen, J., Bourque, F., Drossos, A., Elgarøy, S., Kral, M.J., Mauro, I., Moses, J., Pearce, T., Petrasek-Macdonald, J. et Wexler, L. (2015) : Examining relationships between climate change and mental health in the circumpolar north; *Regional Environmental Change*, vol. 15, p. 169–182. doi:10.1007/s10113-014-0630-z
- Dale, A. et Armitage, D. (2011) : Marine mammal co-management in Canada's Arctic: knowledge co-production for learning and adaptive capacity; *Marine Policy*, vol. 35, p. 440–449.

- Dallimore, S.R., Wolfe, S.A. et Solomon, S.M. (1996) : Influence of ground ice and permafrost on coastal evolution, Richards Island, Beaufort Sea coast, N.W.T.; *Revue canadienne des sciences de la Terre*, vol. 33 p. 664–675.
- Damas, D. (2002) : *Arctic Migrants / Arctic Villagers: The Transformation of Inuit Settlement in the Central Arctic*; McGill-Queen's University Press, Montréal, Québec, 277 p.
- Darnis, G., Robert, D., Pomerleau, C., Link, L., Archambault, P., Nelson, R.J., Geoffroy, M., Tremblay, J.-É., Lovejoy, C., Ferguson, S.H., Hunt, B.P.V. et Fortier, L. (2012) : Current state and trends in Canadian Arctic marine ecosystems, II: heterotrophic food web, pelagic-benthic coupling, and biodiversity; *Climatic Change*, vol. 115, n° 1, p. 179–205.
- Dawson, J., Johnston, M.E. et Stewart, E.J. (2014) : Governance of Arctic expedition cruise ships in a time of rapid environmental and economic change; *Ocean and Coastal Management*, vol. 89, p. 88–99, <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569113003074>>.
- de Bruin, K., Dellink, R.B., Ruijs, A., Bolwitt, L., van Buuren, A., Graveland, J., de Groot, R.S., Kuikman, P.J., Reinhard, S., Roetter, R.P., Tassone, V.C., Verhagen, A. et van Ierland, E.C. (2009) : Adapting to climate change in the Netherlands: an inventory of climate adaptation options and ranking of alternatives; *Climatic Change*, vol. 95, p. 23–45.
- Decker, R., Fournier, B. et Nagy, J. (2008) : Climate change impacts and adaptation report; Northwest Territories Environment and Natural Resources, 31 p., <http://www.enr.gov.nt.ca/sites/default/files/reports/nwt_climate_change_impacts_and_adaptation_report.pdf>.
- de Loë, R.C. (2011) : Mainstreaming climate change adaptation in drinking water source protection in Ontario: challenges and opportunities; dans *Climate Change Adaptation in Developed Nations: From Theory to Practice*, (éd.) J.D. Ford et L. Berrang-Ford; Springer, Dordrecht, Pays-Bas, p. 439–448.
- Delormier, T. et Kuhnlein, H.V. (1999) : Dietary characteristics of eastern James Bay Cree women; *Arctic*, vol. 52, p. 182–187.
- Dery, S.J., Hernandez-Henriquez, M.A., Burford, J.E. et Wood, E.F. (2009) : Observational evidence of an intensifying hydrological cycle in northern Canada; *Geophysical Research Letters*, vol. 36, 5 p.
- Donaldson, S.G., Van Oostdam, J., Tikhonov, C., Feeley, M., Armstrong, B., Ayotte, P., Boucher, O., Bowers, W., Chan, L., Dallaire, F., Dallaire, R., Dewailly, E., Edwards, J., Egeland, G.M., Fontaine, J., Furgal, C., Leech, T., Loring, E., Muckle, G., Nancarrow, T., Pereg, D., Plusquellec, P., Potyrala, M., Receveur, O. et Shearer, R.G. (2010) : Environmental contaminants and human health in the Canadian Arctic; *Science of the Total Environment*, vol. 408, p. 5165–5234.
- Dovers, S. (2009) : Normalizing adaptation; *Global Environmental Change*, vol. 19, p. 4–6.
- Dovers, S. et Hezri, R. (2010) : Institutions and policy processes: the means to the ends of adaptation; *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, vol. 1, p. 212–231.
- 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*, vol. 10, p. 57–70.
- Dowsley, M. (2009a) : Community clusters in wildlife and environmental management: using TEK and community involvement to improve co-management in an era of rapid environmental change; *Polar Research*, vol. 28, p. 43–59.
- Dowsley, M. (2009b) : Inuit-organised polar bear sport hunting in Nunavut territory, Canada; *Journal of Ecotourism*, vol. 8, p. 161–175.
- Dowsley, D., et Wenzel, G. (2008) : “The time of most polar bears”: a co-management conflict in Nunavut; *Arctic*, vol. 61, p. 177–189.
- Duerden, F. (2004) : Translating climate change impacts at the community level; *Arctic*, vol. 57, p. 204–212.
- Dumas, J.A., Flato, G.M. et Brown, R.D. (2006) : Future projections of landfast ice thickness and duration in the Canadian Arctic; *Journal of Climate*, vol. 19, p. 5175–5189.
- Dunton, K.H., Weingartner, T. et Carmack, E.C. (2006) : The nearshore western Beaufort Sea ecosystem: circulation and importance of terrestrial carbon in arctic coastal food webs; *Progress in Oceanography*, vol. 71, p. 362–378.
- Eddie, M. et Smith, S.L. (2015) : Permafrost temperature data 2008–2014 from community based monitoring sites in Nunavut; Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Dossier public 7784, 18 p., <<http://geoscan.nrcan.gc.ca/starweb/geoscan/servlet.starweb?path=geoscan/download.web&search1=R=296705>>.
- Egeland, G.M., Pacey, A., Cao, Z. et Sobol, I. (2010) : Food insecurity among Inuit preschoolers: Nunavut Inuit Child Health Survey, 2007–2008; *Journal de l'Association médicale canadienne*, vol. 182, p. 243–248.
- Eicken, H., Gradinger, R., Graves, A., Mahoney, A., Rigor, I. et Melling, H. (2005) : Sediment transport by sea ice in the Chukchi and Beaufort seas: increasing importance due to changing ice conditions?; *Deep-Sea Research II*, vol. 52, p. 3281–3302.
- Eicken, H., Lovecraft, A.L. et Druckenmiller, M.L. (2009) : Sea-ice system services: a framework to help identify and meet information needs relevant for Arctic observing networks; *Arctic*, vol. 62, p. 119–136.
- Emmerton, C.A., Lesack, L.F.W. et Marsh, P. (2007) : Lake abundance, potential water storage, and habitat distribution in the Mackenzie River delta, western Canadian Arctic; *Water Resources Research*, vol. 43, n° 5, 14 p., <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2006WR005139/full>>.
- Emploi et Développement social Canada (2014a) : Bulletin sur le marché du travail – Territoires du Nord-Ouest, Nunavut et Yukon : 2014 (édition annuelle édition); *Emploi et Développement social Canada, Division de l'Information sur le marché du travail*, 6 p., <http://www.edsc.gc.ca/fra/emplois/imt/publications/bulletins/tno_nt_yt/annuelle2014.shtml>.
- Emploi et Développement social Canada (2014b) : Bulletin sur le marché du travail – Territoires du Nord-Ouest, Nunavut et Yukon : octobre 2014 (édition trimestrielle); *Emploi et Développement social Division de l'Information sur le marché du travail*, 6 p., <http://www.edsc.gc.ca/fra/emplois/imt/publications/bulletins/tno_nt_yt/oct2014.shtml>.
- Environnement Canada (2015) : Bulletin des tendances et des variations climatiques, 2013–2014; *Environnement Canada, Ottawa, Ontario*, <<http://publications.gc.ca/site/eng/9.504249/publication.html>>.
- Environnement Canada (sans date) : Climatic ice atlas 1981–2010: northern Canadian waters – freeze-up/break-up dates; *Environnement Canada, Ottawa, Ontario*, <<http://iceweb1.cis.ec.gc.ca/30Atlas/page1.xhtml?region=AR&lang=en>>.
- Euskirchen, E.S., Goodstein, E.S. et Huntington, H.P. (2013) : An estimated cost of lost climate regulation services caused by thawing of the Arctic cryosphere; *Ecological Applications*, vol. 23, p. 1869–1880.
- Forbes, D.L., éditeur (2011) : State of the Arctic Coast 2010 – Scientific Review and Outlook; International Arctic Science Committee, Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone Project, International Permafrost Association, Arctic Monitoring and Assessment Programme Working Group of the Arctic Council, Geesthacht, Allemagne, 178 p., <<http://arcticcoasts.org>>.
- Forbes, D.L. et Frobél, D. (1985) : Coastal erosion and sedimentation in the Canadian Beaufort sea; dans *Recherches en cours, Partie B*; Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Étude 85-1B, p. 69–80.
- Forbes, D.L. et Hanson, J.D. (2012) : Polar coasts; dans *Treatise on Estuarine and Coastal Science, Volume 3: Estuarine and Coastal Geology and Geomorphology*, (éd.) D. McClusky et E. Wolanski; Academic Press, Waltham, Massachusetts, p. 245–283.
- Forbes, D.L. et Taylor, R.B. (1994) : Ice in the shore zone and the geomorphology of cold coasts; *Progress in Physical Geography*, vol. 18, p. 59–89.
- Forbes, D.L., Bell, T., James, T.S. et Simon, K.M. (2014) : Reconnaissance assessment of landscape hazards and potential impacts of future climate change in Arviat, southern Nunavut; dans *Summary of Activities 2013*, Bureau géoscientifique Canada-Nunavut, p. 183–192.
- Ford, J.D. (2009a) : Dangerous climate change and the importance of adaptation for the Arctic's Inuit population; *Environmental Research Letters*, vol. 4, 9 p. doi:10.1088/1748-9326/4/2/024006
- Ford, J.D. (2009b) : Vulnerability of Inuit food systems to food insecurity as a consequence of climate change: a case study from Igloodik, Nunavut; *Regional Environmental Change*, vol. 9, p. 83–100.
- Ford, J.D. et Pearce, T. (2010) : What we know, do not know, and need to know about climate change vulnerability in the western Canadian Arctic: a systematic literature review; *Environmental Research Letters*, vol. 5, doi:10.1088/1748-9326/5/1/014008
- 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 / Le Géographe canadien*, vol. 56, p. 275–287.
- Ford, J.D. et Smit, B. (2004) : A framework for assessing the vulnerability of communities in the Canadian Arctic to risks associated with climate change; *Arctic*, vol. 57, p. 389–400.
- Ford, J.D., Bell, T. et St-Hilaire-Gravel, D. (2010a) : Vulnerability of community infrastructure to climate change in Nunavut: a case study from Arctic Bay; dans *Community Adaptation and Vulnerability in Arctic Regions*, (éd.) G.K. Hovelsrud et B. Smit; Springer, Dordrecht, Pays-Bas, p. 107–130.
- Ford, J.D., Berrang-Ford, L., King, M. et Furgal, C. (2010c) : Vulnerability of Aboriginal health systems in Canada to climate change; *Global Environmental Change*, vol. 20, p. 668–680.

- Ford, J.D., Bolton, K.C., Shirley, J., Pearce, T., Tremblay, M. et Westlake, M. (2012a) : Mapping human dimensions of climate change research in the Canadian Arctic; *Ambio*, vol. 41, p. 808–822.
- Ford, J.D., Bolton, K.C., Shirley, J., Pearce, T., Tremblay, M. et Westlake, M. (2012b) : Research on the human dimensions of climate change in Nunavut, Nunavik, and Nunatsiavut: a literature review and gap analysis; *Arctic*, vol. 65, p. 289–304.
- Ford, J.D., Cunsolo-Wilcox, A., Chatwood, S., Furgal, C., Harper, S., Mauro, I. et Pearce, T. (2014d) : Adapting to the effects of climate change on Inuit health; *American Journal of Public Health*, vol. 104, p. e9–e17.
- Ford, J.D., Champalle, C., Tudge, P., Riedlsparger, R., Bell, T. et Sparling, E. (2014c) : Evaluating climate change vulnerability assessments: a case study of research focusing on the built environment in northern Canada; *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 22 p. doi:10.1007/s11027-014-9543-x
- Ford, J.D., Lardeau, M., Blackett, H., Chatwood, S. et Kurszewski, D. (2013a) : Community food program use in Inuvik, Northwest Territories; *BMC Public Health*, vol. 13, 15 p., <<http://www.biomedcentral.com/1471-2458/13/970>>.
- Ford, J.D., McDowell, G. et Jones, J. (2014a) : The state of climate change adaptation in the Arctic; *Environmental Research Letters*, vol. 9, 9 p. doi:10.2105/AJPH.2010.300105
- Ford, J.D., McDowell, G., Shirley, J., Pitre, M., Siewierski, R., Gough, W., Duerden, F., Pearce, T., Adams, P. et Statham, S. (2013b) : The dynamic multiscale nature of climate change vulnerability: an Inuit harvesting example; *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 103, p. 1193–1211.
- 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*, vol. 20, p. 177–191.
- Ford, J.D., Pearce, T., Prno, J., Duerden, F., Berrang-Ford, L., Smith, T.R. et Beaumier, M. (2011b) : Canary in a coal mine: perceptions of climate change risks and response options among Canadian mine operations; *Climatic Change*, vol. 109, p. 399–415.
- Ford, J.D., Pearce, T., Prno, J., Duerden, F., Berrang-Ford, L., Beaumier, M. et Smith, T. (2010d) : Perceptions of climate change risks in primary resource use industries: a survey of the Canadian mining sector; *Regional Environmental Change*, vol. 10, p. 65–81. doi:10.1007/s10113-009-0094-8
- Ford, J.D., Pearce, T., Smit, B., Wandel, J., Allurut, M., Shappa, K., Ittusujurat, H. et Qrunnut, K. (2007) : Reducing vulnerability to climate change in the Arctic: the case of Nunavut, Canada; *Arctic*, vol. 60, p. 150–166.
- Ford, J.D., Smit, B. et Wandel, J. (2006a) : Vulnerability to climate change in the Arctic: a case study from Arctic Bay, Canada; *Global Environmental Change – Human and Policy Dimensions*, vol. 16, p. 145–160.
- Ford, J.D., Smit, B., Wandel, J., Allurut, M., Shappa, K., Ittusarjuat, H. et Qrunnut, K. (2008) : Climate change in the Arctic: current and future vulnerability in two Inuit communities in Canada; *Geographical Journal*, vol. 174, p. 45–62.
- Ford, J.D., Smit, B., Wandel, J. et MacDonald, J. (2006b) : Vulnerability to climate change in Igloodik, Nunavut: what we can learn from the past and present; *Polar Record*, vol. 42, p. 127–138.
- Ford, J.D., Smith, T. et Berrang-Ford, L. (2011a) : Canadian Federal support for climate change and health research compared with the risks posed; *American Journal of Public Health*, vol. 101, p. 814–821.
- Ford, J.D., Wilcox, A.C., Chatwood, S., Furgal, C., Harper, S., Mauro, I. et Pearce, T. (2014b) : Adapting to the effects of climate change on Inuit health; *American Journal of Public Health*, vol. 104, suppl. 3, p. e9–e17.
- Fortier, L., Barber, D.G., et Michaud J., éditeurs (2008) : On Thin Ice: A Synthesis of the Canadian Arctic Shelf Exchange Study (CASES); Aboriginal Issues Press, Manitoba, Canada, 215 p.
- Fox, S. (2002) : “These are things that are really happening”: Inuit perspectives on the evidence and impacts of climate change in Nunavut; dans *The Earth is Faster Now: Indigenous Observations of Arctic Environmental Change*, (éd.) I. Krupnik et D. Jolly; Arctic Research Consortium of the United States, Fairbanks, Alaska, p. 12–53.
- Fox, S. (2003) : When the weather is *Uggianaqtuq*: Inuit observations of environmental change; National Snow and Ice Data Center, University of Colorado, Boulder, Colorado, <<http://nsidc.org/data/docs/arcss/arcss122/>>.
- Francis, J.A. et Vavrus, S. J. (2012) : Evidence linking Arctic amplification to extreme weather in mid-latitudes; *Geophysical Research Letters*, vol. 39, L06801, 6 p. doi:10.1029/2012GL051000
- French, H.M., Bennett, L. et Hayley, D.W. (1986) : Ground ice conditions near Rea Point and on Sabine Peninsula, eastern Melville Island; *Revue canadienne des sciences de la Terre*, vol. 23, p. 1389–1400.
- Friesen, T.M. (2012) : Inuvialuit archaeology; dans *Herschel Island: A Natural and Cultural History of Yukon's Arctic Island – Qikiqtaryuk*, (éd.) C.R. Burn; Wildlife Management Advisory Council (North Slope), Whitehorse, Yukon, p. 145–157.
- Fugmann, G. (2009) : Development corporations in the Canadian North – examples for economic grassroots initiatives among the Inuit; *Erdkunde*, vol. 63, p. 69–79.
- Furgal, C. et Laing, R. (2013) : Climate change and adaptation in Nunavik: a support document for municipal decision makers, workers and residents; annexe 1 dans *Renforcement des capacités et sensibilisation face aux changements climatiques pour la gestion publique locale et la planification territoriale au Nunavik : Rapport final*; Ressources naturelles Canada, Ottawa, Ontario, 77 p., <http://www.ouranos.ca/media/publication/283_rapportbarrettagagnon2013.pdf>.
- Furgal, C. et Prowse, T. (2008) : Nord du Canada; dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*, (éd.) D. Lemmen, F. Warren, E. Bush et J. Lacroix; Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, p. 57–118.
- Furgal, C. et Seguin, J. (2006) : Climate change, health and community adaptive capacity: lessons from the Canadian north; *Environmental Health Perspectives*, vol. 114, n° 12, p. 1964–1970.
- 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/Health impacts of climate change in Canada's North; dans *Santé et changements climatiques : évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada*, (éd.) J. Seguin; Santé Canada, Ottawa, Ontario, p. 303–366.
- Furgal, C., Laing, R. et Sheldon, T. (2012) : Nain anomalous year impact and adaptation study: overview of community survey results; Nain Research Centre, Nain, Nunatsiavut.
- Furgal, C., Martin, D. et Gosselin, P. (2002) : Climate change and health in Nunavik and Labrador; dans *The Earth is Faster Now: Indigenous Observations of Climate Change*, (éd.) I. Krupnik et D. Jolly; Arctic Research Consortium of the United States, Fairbanks, Alaska, p. 267–299.
- Gajadhar, A.A., Measures, L., Forbes, L.B., Kapel, C. et Dubey, J.P. (2004) : Experimental *Toxoplasma gondii* infection in grey seals (*Halichoerus grypus*); *Journal of Parasitology*, vol. 90, p. 255–259.
- Gardner, A. S., Moholdt, M., Wouters, B., Wolken, G.J., Burgess, D.O., Sharp, M., Cogley, J.G., Braun, C. et Labine, C. (2011) : Sharply increased mass loss from glaciers and ice caps in the Canadian Arctic Archipelago; *Nature*, vol. 473, p. 357–360. doi:10.1038/nature10089
- Gearheard, S., Aporta, C., Aipellee, G. et O'Keefe, K. (2011) : The Igliiit project: Inuit hunters document life on the trail to map and monitor arctic change; *The Canadian Geographer / Le Géographe canadien*, vol. 55, p. 42–55.
- Gearheard, S., Matumeak, W., Angutikjuaq, I., Maslanik, J., Huntington, H.P., Leavitt, J., Kagak, D.M., Tigullaraq, G. et Barry, R.G. (2006) : “It's not that simple”: a collaborative comparison of sea ice environments, their uses, observed changes, and adaptations in Barrow, Alaska, USA and Clyde River, Nunavut, Canada; *Ambio*, vol. 35, n° 4, p. 203–211.
- Gearheard, S., Pocernich, M., Stewart, R., Sanguya, J. et Huntington, H.P. (2010) : Linking Inuit knowledge and meteorological station observations to understand changing wind patterns at Clyde River, Nunavut; *Climatic Change*, vol. 100, p. 267–294.
- GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). « Résumé à l'intention des décideurs », dans *Changements climatiques 2013 : les éléments scientifiques*, contribution du Groupe de travail I au Cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 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 (éd.), Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, 27 p., <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_brochure_fr.pdf>.
- Giles, A.R., Strachan, S.M., Doucette, M., Stadig, G.S. et la Ville de Pangnirtung (2013) : Adaptation to aquatic risks due to climate change in Pangnirtung, Nunavut; *Arctic*, vol. 66, p. 207–217.
- Gombay, N. (2005) : The commoditization of country foods in Nunavik: a comparative assessment of its development, applications, and significance; *Arctic*, vol. 58, p. 115–128.
- Gombay, N. (2007) : From subsistence to commercial fishing in northern Canada – the experience of an Inuk entrepreneur; *British Food Journal*, vol. 108, p. 502–521.
- Gouvernement du Nunavut (2003) : Nunavut climate change strategy; Gouvernement du Nunavut, Ministère du Développement durable, Iqaluit, Nunavut, 26 p., <http://climatechangenunavut.ca/sites/default/files/nunavut_climate_change_strategy-english_0.pdf>.

- Gouvernement du Nunavut (2005) : Terminology on climate change; Gouvernement du Nunavut, Ministère de la Culture, de la Langue, des Aînés et de la Jeunesse et Nunavut Tunngavik Incorporated, Iqaluit, Nunavut, 149 p., <http://climate.changenunavut.ca/sites/default/files/terminology_on_climate_change.pdf>.
- Gouvernement du Nunavut (2011) : Upagiatqavut: climate change impacts and adaptation in Nunavut; Gouvernement du Nunavut, Ministère de l'Environnement, Iqaluit, Nunavut, 30 p., <http://climate.changenunavut.ca/sites/default/files/3154-315_climate_english_reduced_size_1_0.pdf>.
- Gouvernement du Nunavut (2013) : Terrain analysis in Nunavut; Gouvernement du Nunavut, Ministère des Services communautaires et gouvernementaux, Pan-Territorial Information Notes, MAR.2013.NU.03, 1 p., <http://northernadaptation.ca/sites/default/files/terrain_analysis_in_nunavut.pdf>.
- Government of the Northwest Territories (2008) : NWT climate change impacts and adaptation report; Government of Northwest Territories, Department of Environment and Natural Resources, 31 p., <http://www.enr.gov.nt.ca/sites/default/files/reports/nwt_climate_change_impacts_and_adaptation_report.pdf>.
- Government of the Northwest Territories (2015) : Arctic Oil and Gas Symposium – Assistant Deputy Minister, Minerals and Petroleum Resources speech, March 10, 2015; Government of the Northwest Territories, Department of Industry, Tourism and Investment, <<http://www.iti.gov.nt.ca/news/arctic-oil-and-gas-symposium-assistant-deputy-minister-minerals-and-petroleum-resources-speech>>.
- Government of Yukon (2009) : Yukon Government climate change action plan; Government of Yukon, Whitehorse, Yukon, 54 p., <http://www.env.gov.yk.ca/publications-maps/documents/YG_Climate_Change_Action_Plan.pdf>.
- Government of Yukon (2012) : Yukon Government climate change action plan progress report – September 2012; Government of Yukon, Whitehorse, Yukon, 24 p., <http://www.env.gov.yk.ca/publications-maps/documents/ccap_progressreport_eng_2012.pdf>.
- Governments of Nunavut, Northwest Territories and Yukon (2011) : Pan-territorial adaptation strategy: moving forward on climate change adaptation in Canada's North; Governments of Nunavut, Northwest Territories and Yukon 32 p., <<http://www.anorthernvision.ca/documents/Pan-TerritorialAdaptationStrategyEN.pdf>>.
- Gradinger, R.R. et Bluhm, B.A. (2004) : In situ observations on the distribution and behavior of amphipods and Arctic cod (*Boreogadus saida*) under the sea ice of the high arctic Canadian Basin; *Polar Biology*, vol. 27, p. 595–603.
- Groupe CSA (2014b) : Modérer les effets de la dégradation du pergélisol des structures existantes; Groupe CSA (auparavant Agence canadienne de normalisation), Mississauga, Ontario, CAN/CSA-S501-14, 49 p., <<http://shop.csa.ca/fr/canada/infrastructure-and-public-works/canca-s501-14/invnt/27037462014>>.
- Groupe CSA (2014c) : Gestion des riques liés aux charges neigeuses sur les infrastructures du Grand Nord canadien; Groupe CSA (auparavant Agence canadienne de normalisation), Mississauga, Ontario, CAN/CSA-S502-14, 62 p., <<http://shop.csa.ca/fr/canada/infrastructure-and-public-works/canca-s502-14/invnt/27037662014>>.
- Groupe CSA (2015) : Planification, conception et maintenance de systèmes de drainage dans les communautés du Nord; Groupe CSA (auparavant Agence canadienne de normalisation), Mississauga, Ontario, CAN/CSA-S503-15, 77 p., <<http://shop.csa.ca/fr/canada/infrastructure-and-public-works/canca-s503-15/invnt/27037832015>>.
- Haas, C., Le Goff, H., Audurain, S., Perovich, D. et Haapala, J. (2011) : Comparison of seasonal sea-ice thickness change in the Transpolar Drift observed by local ice mass-balance observations and floe-scale EM surveys; *Annals of Glaciology*, vol. 52, p. 97–102.
- Hamilton, S.G., de la Guardia, L.C., Derocher, A.E., Sahanatian, V., Tremblay, B. et Huard, D. (2014) : Projected polar bear sea ice habitat in the Canadian Arctic Archipelago; *Plos One*, vol. 9. doi:10.1371/journal.pone.0113746
- Hansom, J.D., Forbes, D. L. et Etienne, S. (2014) : Chapter 16 – The rock coasts of polar and sub-polar regions; dans *Rock Coast Geomorphology: A Global Synthesis*, (éd.) D.M. Kennedy, W.J. Stephenson et L.A. Naylor; The Geological Society, Memoir 40, p. 263–281. doi:10.1144/M40.16
- Harder, M.T. et Wenzel, G.W. (2012) : Inuit subsistence, social economy and food security in Clyde River, Nunavut; *Arctic*, vol. 65, p. 305–318.
- Harper, J.R. (1990) : Morphology of the Canadian Beaufort Sea coast; *Marine Geology*, vol. 91, p. 75–91.
- Harper, J.R., Henry, R.F. et Stewart, G.G. (1988) : Maximum storm surge elevations in the Tuktoyaktuk region of the Canadian Beaufort Sea; *Arctic*, vol. 4, p. 48–52.
- Harper, S.L. (2014) : Gastrointestinal illness in Canada's north: implications of climate change on current and future Inuit health; thèse de doctorat, Department of Population Medicine, Université de Guelph, Guelph, Ontario, 389 p.
- Harper, S.L., Edge, V.L., Ford, J., Thomas, M.K., Pearl, D., Shirley, J., Indigenous Health Adaptation to Climate Change Research Group (IHACC), Rigolet Inuit Community Government (RICG) et McEwen, A. (2015a) : Healthcare use for acute gastrointestinal illness in two Inuit communities: Rigolet and Iqaluit, Canada; *International Journal of Circumpolar Health*, vol. 74, 14 p., <http://www.circumpolarhealthjournal.net/index.php/ijch/article/view/26290#AF0006_26290>. doi:10.3402/ijch.v74.26290
- Harper, S.L., Edge, V.L., Ford, J., Thomas, M.K., McEwen, S.A., Indigenous Health Adaptation to Climate Change Research Group (IHACC) et Rigolet Inuit Community Government (RICG) (2015b) : Lived experience of acute gastrointestinal illness in Rigolet, Nunatsiavut: "Just suffer through it"; *Social Science and Medicine*, vol. 126, p. 86–98. doi:10.1016/j.socscimed.2014.12.011
- Harper, S.L., Edge, V., Wallace, C., ar-Rushdi, M. et McEwen, S. (2010) : Improving Aboriginal health data capture: evidence from a health registry evaluation; *Epidemiology and Infection*, vol. 139, p. 1774–1783.
- Harper, S.L., Edge, V., Wallace, C., Berke, O. et McEwen, S. (2011a) : Comparison of trends in weather, water quality, and infectious gastrointestinal illness in two Inuit communities in Nunatsiavut, Canada: potential implications for climate change; *EcoHealth*, vol. 9, n° 1, p. 89–101.
- Harper, S.L., Edge, V., Wallace, C., Berke, O. et McEwen, S. (2011b) : Weather, water quality, and infectious gastrointestinal illness in two Inuit communities in Nunatsiavut, Canada: potential implications for climate change; *EcoHealth*, vol. 8, p. 93–108.
- Harry, D.G., French, H.M. et Pollard, W.H. (1988) : Massive ground ice and ice-cored terrain near Sabine Point, Yukon coastal plain; *Revue canadienne des sciences de la terre*, vol. 25, p. 1846–1856.
- Hatcher, S.V. et Forbes, D.L. (sous presse) : Exposure to coastal hazards in a rapidly expanding northern urban centre, Iqaluit, Nunavut; *Arctic*.
- Hatcher, S.V., Forbes, D.L. et Manson, G.K. (2011) : Coastal hazard assessment for adaptation planning in an expanding Arctic municipality; C-Change Working Paper, Sustainable Development of Coastal Communities: Challenges and Solutions International Conference, 1–3 juin 2011, Port-of-Spain, Trinité-et-Tobago, n° 23, 15 p.
- Hayhurst, T. et Zeeg, T. (2010) : Whale Cove (*Tikirarjuaq*) Climate Change Plan; dans *Atulitqut: Action and Adaptation in Nunavut*; Gouvernement du Nunavut, Institut canadien des urbanistes, ressources naturelles Canada et Affaires indiennes et du Nord Canada, Ottawa, Ontario, 35 p.
- Healey, G., Magner, K.M., Ritter, R., Kamookak, R., Aningmiuq, A., Issaluk, B., Mackenzie, K., Allardyce, L., Stockdale, A. et Moffit, P. (2011) : Community perspectives on the impact of climate change on health in Nunavut, Canada; *Arctic*, vol. 64, p. 89–97.
- Héquette, A. et Barnes, P.W. (1990) : Coastal retreat and shoreface profile variations in the Canadian Beaufort Sea; *Marine Geology*, vol. 91, p. 113–132.
- Herdes, E., Copland, L., Danielson, B. et Sharp, M. (2012) : Relationships between ice-berg plumes and sea-ice conditions on northeast Devon Ice Cap, Nunavut, Canada; *Annals of Glaciology*, vol. 53, n° 60, p. 1–9.
- Heyes, S.A. (2011) : Cracks in the knowledge: sea ice terms in Kangiqsualujuaq, Nunavik; *The Canadian Geographer/Le Géographe canadien*, vol. 55, p. 69–90.
- Holland, M.M., Bitz, C.M. et Tremblay, B. (2006) : Future abrupt reductions in the summer Arctic sea ice; *Geophysical Research Letters*, vol. 33, 5 p. doi:10.1029/2006GL028024
- Holubec Consulting Inc. (2008) : Flat loop thermosyphon foundations in warm permafrost; in *Adapting to Climate Change: Canada's First National Engineering Vulnerability Assessment of Public Infrastructure*; rapport non publié du Conseil canadien des ingénieurs, 119 p., <<http://www.pws.gov.nt.ca/pdf/publications/Thermosyphon%20Foundations%20in%20warm%20permafrost%20.pdf>>.
- Hoque, M.A. et Pollard, W.H. (2009) : Arctic coastal retreat through block failure; *Revue canadienne de géotechnique*, vol. 46, p. 1103–1115. doi:110.1139/T1109-1058
- Hoque, M.A., Solomon, S. et Perrie, W. (2009) : Modeling nearshore transport along the Canadian Beaufort Sea coast; *comptes rendus de GeoHalifax 2009, 62^e conférence géotechnique canadienne et 10^e conférence conjointe SCG/AIH SNC sur les eaux souterraines*, 20–24 septembre 2009, Halifax, Nouvelle-Écosse, p. 954–961.
- Hori Y., Tam B., Gough W.A., Ho-Foong E., Karagatzides J.D., Liberda E.N. et Tsuji L.J.S. (2012) : Use of traditional environmental knowledge to assess the impact of climate change on subsistence fishing in the James Bay region of northern Ontario, Canada; *Rural and Remote Health*, vol. 12, paper 1878 (online), 12 p., <<http://www.rhh.org.au/articles/subviewnew.asp?ArticleID=1878>>.

- Hovelsrud, G.K. et Smit, B., éditeurs (2010) : *Community Adaptation and Vulnerability in Arctic Regions*; Springer, Dordrecht, Pays-Bas, 353 p. doi:10.1007/978-90-481-9174-1
- Hovelsrud, G.K., McKenna, M. et Huntington, H.P. (2008) : Marine mammal harvests and other interactions with humans; *Ecological Applications*, vol. 18, p. S135–S147.
- Howell, S.E.L., Duguay, C.R. et Markus, T. (2009) : Sea ice conditions and melt season duration variability within the Canadian Arctic Archipelago: 1979–2008; *Geophysical Research Letters*, vol. 36, paper L10502, doi:10.1029/12009GL037681
- Hueffer, K., Parkinson, A.J., Gerlach, R. et Berner, J. (2013) : Zoonotic infections in Alaska: disease prevalence, potential impact of climate change and recommended actions for earlier disease detection, research, prevention and control; *International Journal of Circumpolar Health*, vol. 72, 11 p. doi:10.3402/ijch.v72i0.19562
- Huet, C., Rosol, R. et Egeland, G.M. (2012) : The prevalence of food insecurity is high and the diet quality poor in Inuit communities; *Journal of Nutrition*, vol. 142, p. 541–547.
- Huntington, H.P. (2013) : Provisioning and cultural services; chapitre 18 dans *Arctic Biodiversity Assessment: Status and Trends in Arctic Biodiversity*, (éd.) H. Meltotte; Conservation of Arctic Flora and Fauna (CAFF), Arctic Council, Akureyri, Islande, p. 592–626, <<http://www.caff.is/assessment-series/223-arctic-biodiversity-assessment-2013-chapter-18-provisioning-and-cultural-service>>.
- Inuit Tapiriit Kanatami (2008) : Inuit statistical profile, Inuit Tapiriit Kanatami, Ottawa, Ontario, 16 p., <<https://www.itk.ca/publication/inuit-statistical-profile>>.
- Inuit Tapiriit Kanatami (sans date) : About Inuit – Inuit regions of Canada; Inuit Tapiriit Kanatami, Ottawa, Ontario, <<https://www.itk.ca/about-inuit/inuit-regions-canada>>.
- Ittaq Heritage and Research Centre (2015) : Clyde River Climate Change Adaptation Project; Ittaq Heritage and Research Centre.
- James, T.S., Henton, J.A., Leonard, L.J., Darlington, A., Forbes, D.L. et Craymer, M. (2014) : Relative sea-level projections in Canada and the adjacent mainland United States; *Geological Survey of Canada, Ottawa, Ontario, Open File 7737*, 72 p., <http://ftp2.cits.mcan.gc.ca/pub/geott/ess_pubs/295/295574/of_7737.pdf>.
- James, T.S., Henton, J.A., Leonard, L.J., Darlington, A., Forbes, D.L. et Craymer, M. (2015) : Tabulated values of relative sea-level projections in Canada and the adjacent mainland United States; *Commission géologique du Canada, Dossier public 7942*, 81 p. doi: 10.4095/297048.
- 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*, vol. 182, p. 54–69.
- Jenssen, B.M. (2006) : Endocrine-disrupting chemicals and climate change: a worst-case combination for Arctic marine mammals and seabirds?; *Environmental Health Perspectives*, vol. 114, p. 76–80.
- Johnson, K. et Arnold, E. (2010) : Kugluktuk Climate Change Adaptation Plan; dans Atuliquq: *Action and Adaptation in Nunavut*; Gouvernement du Nunavut, Institut canadien des urbanistes, Ressources naturelles Canada et Affaires indiennes et du Nord Canada, Ottawa, Ontario, 35 p.
- Johnson, K., Solomon, S., Berry, D. et Graham, P. (2003) : Erosion progression and adaptation strategy in a northern coastal community; *comptes rendus de la 8^e conférence internationale sur le pergélisol*, 20–25 juillet, 2003, Zurich, Suisse, p. 489–494.
- Jones, B.M., Arp, C.D., Jorgenson, M.T., Hinkel, K.M., Schmutz, J.A. et Flint, P.L. (2009) : Increase in the rate and uniformity of coastline erosion in Arctic Alaska; *Geophysical Research Letters*, vol. 36, paper L03503, 5 p., <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2008GL036205/pdf>>.
- Kativik Regional Government (2012) : Renforcement des capacités et sensibilisation face aux changements climatiques pour la gestion publique locale et la planification territoriale au Nunavik: Rapport final; report submitted by Ouranos to Kativik Regional Government and Natural Resources Canada, <http://www.ouranos.ca/media/publication/283_rapportbarrettetgagnon2013.pdf>.
- Keskitalo, E.C.H. (2008a) : Climate Change and Globalization in the Arctic: An Integrated Approach to Vulnerability Assessment; *Earthscan Climate*, Taylor & Francis Group LLC, Abingdon, Royaume-Uni et New York, New York, 272 p.
- Keskitalo, E.C.H. (2008b) : Vulnerability and adaptive capacity in forestry in northern Europe: a Swedish case study; *Climatic Change*, vol. 87, p. 219–234.
- Khon, V.C., Mokhov, I.I., Pogarskiy, F.A., Babanin, A., Dethloff, K., Rinke, A. et Matthes, H. (2014) : Wave heights in the 21st century Arctic Ocean simulated with a regional climate model; *Geophysical Research Letters*, vol. 41, p. 2956–2961.
- Klein, R.J.T., Eriksen, S.E.H., Naess, L.O., Hammill, A., Tanner, T.M., Robledo, C. et O'Brien, K.L. (2007) : Portfolio screening to support the mainstreaming of adaptation to climate change into development assistance; *Climatic Change*, vol. 84, p. 23–44.
- Knotsch, K. et Kinnon, D. (2011) : If not now...when? Addressing the ongoing Inuit housing crisis; *Organisation nationale de la santé autochtone*, Ottawa, Ontario, 74 p.
- Kobayashi, N., Vidrine, J.C., Nairn, R.B. et Solomon, S.M. (1999) : Erosion of frozen cliffs due to storm surge on Beaufort Sea coast; *Journal of Coastal Research*, vol. 15, p. 332–344.
- Kokelj, S.V., Lantz, T.C., Solomon, S.M., Pisaric, M.F.J., Keith, D., Morse, P., Thienpont, J. R., Smol, J.P. et Esagok, D. (2012) : Using multiple sources of knowledge to investigate northern environmental change: regional ecological impacts of a storm surge in the outer Mackenzie Delta, N.W.T.; *Arctic*, vol. 65, p. 257–272.
- Konopczak, A.M., Manson, G.K. et Couture, N.J. (2014) : Variability of coastal change along the western Yukon coast; *Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Dossier public 7516*, 81 p., <http://ftp2.cits.mcan.gc.ca/pub/geott/ess_pubs/293/293788/of_7516.pdf>. doi:10.4095/293788
- Kovacs, A. (1983) : Shore ice ride-up and pile-up features, part 1: Alaska's Beaufort Sea coast; *Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Report 83-9*, 50 p.
- Krupnik, I. et Jolly, D. (2002) : The Earth is Faster Now: Indigenous Observations of Climate Change; *Arctic Research Consortium of the United States*, Fairbanks, Alaska, 356 p.
- Kuhnlein, H.V. et Receveur, O. (2007) : Local cultural animal food contributes high levels of nutrients for Arctic Canadian indigenous adults and children; *Journal of Nutrition*, vol. 137, p. 1110–1114.
- Kuhnlein, H.V., Receveur, O. et Chan, H.M. (2001) : Traditional food systems research with Canadian Indigenous peoples; *International Journal of Circumpolar Health*, vol. 60, p. 112–122.
- Kulkarni, T., Watkins, J.M., Nickels, S. et Lemmen, D.S. (2012) : Canadian International Polar Year (2007–2008) : an introduction; *Climatic Change*, vol. 115, p. 1–11.
- Kunuk, Z. et Mauro, I.J. (2011) : *Qapirangajuq*: Inuit knowledge and climate change; Igloodik Isuma Productions Inc. <www.isuma.tv/ikcc>.
- Kushwaha, A. (2007) : Monitoring environmental change using Inuit *Qaujijamatuqanjit* in Cape Dorset, Nunavut; thèse de maîtrise, Université Carleton Ottawa, Ontario, 119 p.
- Kwok, R., Cunningham, G.F., Wensnahan, M., Rigor, I. et Zwally, H.J. (2009) : Thinning and volume loss of the Arctic Ocean sea ice cover: 2003–2008; *Journal of Geophysical Research: Oceans*, vol. 14, 16 p. doi:10.1029/2009JC005312
- Laidler, G.J. et Elee, P. (2008) : Human geographies of sea ice: freeze/thaw processes around Cape Dorset, Nunavut, Canada; *Polar Record*, vol. 44, p. 51–76.
- Laidler, G.J. et Ikummaq, T. (2008) : Human geographies of sea ice: freeze/thaw processes around Igloodik, Nunavut, Canada; *Polar Record*, vol. 44, p. 127–153.
- Laidler, G.J., Ford, J.D., Gough, W.A., Ikummaq, T., Gagnon, A.S., Kowal, S., Ornnut, K. et Irngaut, C. (2009) : Travelling and hunting in a changing Arctic: assessing Inuit vulnerability to sea ice change in Igloodik, Nunavut; *Climatic Change*, vol. 94, p. 363–397.
- Laidler, G.J., Hirose, T., Kapfer, M., Ikummaq, T., Joamie, E. et Elee, P. (2011) : Evaluating the Floe Edge Service: how well can SAR imagery address Inuit community concerns around sea ice change and travel safety?; *The Canadian Geographer / Le Géographe canadien*, vol. 55, p. 91–107.
- Lamoureux, S., Forbes, D.L., Bell, T., Manson, G.K., Rudy, A.C.A., Lalonde, J., Brown, M., Smith, I.R., James, T.S., Couture, N.J., Whalen, D.J.R. et Fraser, P.R. (2015) : The impact of climate change on infrastructure in the western and central Canadian Arctic; chapitre 7 dans *From Science to Policy in the Western and Central Canadian Arctic: An Integrated Regional Impact Study (IRIS) of Climate Change and Modernization*, (éd.) G.A. Stern et A. Gadden; ArcticNet, Québec, Québec, p. 300–341.
- Lantuit, H. et Pollard, W.H. (2008) : Fifty years of coastal erosion and retrogressive thaw slump activity on Herschel Island, southern Beaufort Sea, Yukon Territory, Canada; *Geomorphology*, vol. 95, p. 84–102. doi:10.1016/j.geomorph.2006.1007.1040
- Lantz, T.C., Kokelj, S.V. et Fraser, R.H. (2015) : Ecological recovery in an Arctic delta following widespread saline incursion; *Ecological Applications*, vol. 25, p. 172–185.

- Larsen, J.N., Anisimov, O.A., Constable, A., Hollowed, A.B., Maynard, N., Prestrud, P., Prowse, T.D. et Stone, J.M.R. (2014) : Polar regions; dans *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, contribution du Groupe de travail II au Cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, (éd.), M. Ananicheva et F.S. Chaplin III; Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, p. 1567–1612, <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap28_FINAL.pdf>.
- Larsen, J.N., Fondahl, G., Nordic Council of Ministers et Nordic Council of Ministers Secretariat (2015) : Arctic Human Development Report: Regional Processes and Global Linkages (AHDR-II); Copenhagen, Nordisk Ministerråd, 504 p., <<http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:788965/FULLTEXT03.pdf>>.
- Lauriol, B. et Gray, J.T. (1980) : Processes responsible for the concentration of boulders in the intertidal zone in Leaf Basin, Ungava; dans *The Coastline of Canada*, (éd.) S.B. McCann; Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Étude 80-10, p. 281–292, <http://ftp2.cits.mcan.gc.ca/pub/geott/ess_pubs/102/102212/pa_80_10.pdf>.
- Leduc, T.B. (2006) : Inuit economic adaptations for a changing global climate; *Ecological Economics*, vol. 60, p. 27–35.
- Lemel, R.H., Johnston, M.E., Dawson, J., Stewart, E.S. et Mattina, C. (2012) : From hunting and fishing to cultural tourism and ecotourism: examining the transitioning tourism industry in Nunavik; *The Polar Journal*, vol. 2, p. 39–60.
- Lemel, R.H., Matthews, D., Mattina, C., McIntyre, N., Johnston, M., Koster, R. et Weenusk First Nation at Peawanuck (2010) : Climate change, wellbeing and resilience in the Weenusk First Nation at Peawanuck: the Moccasin Telegraph goes global; *Rural Remote Health*, vol. 10, 1 p.
- Lemmen, D.S., Johnston, M., Ste-Marie, C. et Pearce, T. (2014) : Ressources naturelles; dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*, (éd.) F.J. Warren et D.S. Lemmen; Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, p. 65–98, <<http://www.nrcan.gc.ca/environment/ressources/publications/impacts-adaptation/reports/assessments/2014/16309>>.
- Lemmen, D.S., Warren, F.J., Lacroix, J. et Bush, E., éditeurs (2008) : *Vivre avec les changements climatiques au Canada: édition 2007*; Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 448 p., <<http://www.nrcan.gc.ca/environment/ressources/publications/impacts-adaptation/reports/assessments/2008/10253>>.
- L'Hérault, E., Allard, M., Fortier, D., Carboneau, 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 quatre communautés du Nunavik; Rapport final, Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, Québec, 90 p.
- Lintern, D.G., Macdonald, R.W., Solomon, S.M. et Jakes, H. (2013) : Beaufort Sea storm and resuspension modeling; *Journal of Marine Systems*, vol. 127, p. 14–25. doi:10.1016/j.jmarsys.2011.1011.1015
- Lovecraft, A.L. et Eicken, H. (2011) : North by 2020: Perspectives on Alaska's Changing Social-Ecological Systems; University of Alaska Press, Fairbanks, 736 p.
- MacDonald, J.P. (1998) : *The Arctic Sky: Inuit Astronomy, Star Lore and Legend*; Royal Ontario Museum, Toronto, Ontario et Nunavut Research Institute Iqaluit, Nunavut, 314 p.
- MacDonald, J.P., Harper, S.L., Willox, A.C., Edge, V.L. et Rigolet Inuit Community Government (2013) : A necessary voice: climate change and lived experiences of youth in Rigolet, Nunatsiavut, Canada; *Global Environmental Change – Human and Policy Dimensions*, vol. 23, p. 360–371.
- Mackay, J.R. (1972) : Offshore permafrost and ground ice, southern Beaufort Sea; *Revue canadienne des sciences de la Terre*, vol. 9, p. 1550–1561.
- Manson, G.K. et Solomon, S.M. (2007) : Past and future forcing of Beaufort Sea coastal change; *Atmosphere-Ocean*, vol. 45, p. 107–122.
- Manson, G.K., Solomon, S.M., Forbes, D.L., Atkinson, D.E. et Craymer, M. (2005) : Spatial variability of factors influencing coastal change in the western Canadian Arctic; *Geo-Marine Letters*, vol. 25, p. 138–145.
- Marsh, P. et Schmidt, T. (1993) : Influence of a Beaufort Sea storm surge on channel levels in the Mackenzie Delta; *Arctic*, vol. 46, p. 35–41.
- Martin, D., Belanger, D., Gosselin, P., Brazeau, J., Furgal, C. et Dery, S. (2007) : Drinking water and potential threats to human health in Nunavik: adaptation strategies under climate change conditions; *Arctic*, vol. 60, p. 195–202.
- Martini, I.P., Cowell, D.W. et Wickware, G.M. (1980) : Geomorphology of southwestern James Bay: a low energy, emergent coast; dans *The Coastline of Canada*, (éd.) S.B. McCann; Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Étude 80-10, p. 293–301, <http://ftp2.cits.mcan.gc.ca/pub/geott/ess_pubs/102/102212/pa_80_10.pdf>.
- Maslanik, J.A., Fowler, C., Stroeve, J., Drobot, S., Zwally, H.J., Yi, D. et Emery, W. (2007) : A younger, thinner Arctic ice cover: increased potential for rapid, extensive sea-ice loss; *Geophysical Research Letters*, vol. 34, paper L24501. doi:24510.21029/22007GL032043
- Maslanik, J.A., Stroeve, J., Fowler, C. et Emery, W. (2011) : Distribution and trends in Arctic sea ice age through spring 2011; *Geophysical Research Letters*, vol. 38, paper L13502. doi:13510.11029/12011GL047735
- Mate, D.J., Bowron, B., Davidson, G., Reinhart, F. et Westlake, M. (2012) : Nunavut Climate Change Partnership; dans *Climate Change Geoscience Program: 2006–2011 Final Program Report*, (éd.) A.N. Rencz; Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Dossier public 6879, p. 138–142, <http://ftp2.cits.mcan.gc.ca/pub/geott/ess_pubs/290/290156/of_6879.pdf>. doi:10.4095/290156
- McCann, S.B., Dale, J.E. et Hale, P.B. (1981) : Subarctic tidal flats in areas of large tidal range, southern Baffin Island, eastern Canada; *Géographie physique et quaternaire*, vol. 35, p. 183–204.
- McClymont Peace, D. et Myers, E. (2012) : Community-based participatory process – climate change and health adaptation program for northern First Nations and Inuit in Canada; *International Journal of Circumpolar Health*, vol. 71, 8 p.
- McDowell, G., Ford, J.D., Lehner, B., Berrang-Ford, L. et Sherpa, A. (2013) : Climate-related hydrological change and human vulnerability in remote mountain regions: a case study from Khumbu, Nepal; *Regional Environmental Change*, vol. 13, p. 299–310.
- McKinney, M.A., Peacock, E. et Letcher, R.J. (2009) : Sea ice-associated diet change increases the levels of chlorinated and brominated contaminants in polar bears; *Environmental Science and Technology*, vol. 43, p. 4334–4339.
- McLoughlin, P.D., Taylor, M. et Dowsley, D. (2008) : Update COSEWIC status report on the polar bear (*Ursus maritimus*); rapport préparé à l'intention du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Gouvernement du Nunavut, Ministère de l'Environnement, Status Report 32, 59 p.
- Meier, W.N., Stroeve, J. et Gearheard, S. (2006) : Bridging perspectives from remote sensing and Inuit communities on changing sea-ice cover in the Baffin Bay region; *Annals of Glaciology*, vol. 44, p. 433–438.
- Mekis, É. et Vincent, L.A. (2011a) : An overview of the second generation adjusted daily precipitation dataset for trend analysis in Canada; *Atmosphere-Ocean*, vol. 49, p. 163–177.
- Mekis, É. et Vincent, L.A. (2011b) : Trends in indices related to agroclimatic conditions based on homogenized temperature and adjusted precipitation in Canada; 19th Conference on Applied Climatology, 18–20 juillet 2011, Asheville, Caroline du Nord, <<http://ams.confex.com/ams/19Applied/webprogram/Paper190186.html>>.
- Melling, H., Francois, R., Myers, P.G., Perrie, W., Rochon, A. et Taylor, R.L. (2012) : The Arctic Ocean – a Canadian perspective from IPY; *Climatic Change*, vol. 115, p. 89–113.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) : *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*; Island Press, Washington, District de Columbia, 137 p., <<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>>.
- Mueller, D.R., Copland, L., Hamilton, A. et Stern, D. (2008) : Examining Arctic ice shelves prior to the 2008 breakup; *Eos, Transactions American Geophysical Union*, vol. 89, no. 49, p. 502–503.
- Nairn, R.B., Solomon, S., Kobayashi, N. et Vidrine, J. (1998) : Development and testing of a thermal-mechanical numerical model for predicting Arctic shore erosion process; comptes rendus de la 7^e conférence internationale sur le pergélisol, 23–27 juin 1998, Yellowknife, Territoires du Nord-Ouest, p. 789–796.
- Natcher, D.C., Huntington, O., Huntington, H., Chapin, F.S., III, Trainor, S.F. et DeWilde, L.O. (2007) : Notions of time and sentence: methodological considerations for Arctic climate change research; *Arctic Anthropology*, vol. 44, p. 113–126.
- Ressources naturelles Canada (1995) : *Canada: pergélisol*; dans l'Atlas national du Canada, 5^e édition; Ressources naturelles Canada, Ottawa, Ontario, échelle 1:7 500 000, <<http://ftp2.cits.mcan.gc.ca/pub/geott/atlas/archives/francais/5thedition/environment/land/mcr4177.pdf>>.
- Nickels, S., Furgal, C., Buell, M. et Mooquin, H. (2006) : *Unikkaaqatigiit* – putting the human face on climate change: perspectives from Inuit in Canada; publication conjointe du Inuit Tapiriit Kanatami, du Centre pour la santé des Inuits et les changements environnementaux Nasivvik à l'Université Laval et le Centre Ajunnginiq de l'Organisation nationale de la santé autochtone, 195 p.
- 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 *The Earth is Faster Now: Indigenous Observations of Arctic Environmental Change*, (éd.) I. Krupnik et D. Jolly; Arctic Research Consortium of the United States, Fairbanks, Alaska, p. 300–334.

- Nunavut Tunngavik Incorporated (2005) : What if the winter doesn't come?: Inuit perspectives on climate change adaptation challenges in Nunavut; résumé d'atelier, 15-17 mai 2005, Nunavut Tunngavik Incorporated, Iqaluit, Nunavut, 9 p.
- Nunavut Tunngavik Incorporated (2010) : 2010 Nunavut economic outlook report – Nunavut's second chance; Nunavut Tunngavik Incorporated, Nunavut, 88 p.
- Nunavut Tunngavik Incorporated (2012) : 2010–2011 annual report on the state of Inuit culture and society; Nunavut Tunngavik Incorporated, Nunavut, 66 p.
- Nunavut Tunngavik Incorporated (2014) : 2013–2014 annual report on the state of Inuit culture and society; Nunavut Tunngavik Incorporated, Nunavut, 52 p.
- Nuttall, M. (1998) : Protecting the Arctic: Indigenous Peoples and Cultural Survival; Taylor & Francis Group LLC, Abingdon, Royaume-Uni et New York, New York, 204 p.
- Nuttall, M. (2008) : Climate change and the warming politics of autonomy in Greenland; *Indigenous Affairs*, vol. 1–2, p. 44–51.
- O'Connor, F.M., Boucher, O., Gedney, N., Jones, C.D., Folberth, G.A., Coppel, R., Friedlingstein, P., Collins, W.J., Chappellaz, J., Ridley, J. et Johnson, C.E. (2010) : Possible role of wetlands, permafrost, and methane hydrates in the methane cycle under future climate change: a review; *Reviews of Geophysics*, vol. 48, paper RG4005, 33 p. doi:10.1029/2010RG000326
- Ohmagari, K. et Berkes, F. (1997) : Transmission of Indigenous knowledge and bush skills among the western James Bay Cree women of subarctic Canada; *Human Ecology*, vol. 25, p. 197–222.
- Overeem, I., Anderson, R.S., Wobus, C.W., Clow, G.D., Urban, F.E. et Matell, N. (2011) : Sea ice loss enhances wave action at the Arctic coast; *Geophysical Research Letters*, vol. 38, 6 p.
- Owens, E.H. (1994) : Canadian coastal environments, shoreline processes, and oil spill cleanup; *Environnement Canada, Direction des urgences environnementales, Ottawa, Ontario, 328 p.*, <<http://publications.gc.ca/site/eng/41228/publication.html>>.
- Parkinson, A.J. et Berner, J. (2009) : Climate change and impacts on human health in the Arctic: an international workshop on emerging threats and the response of Arctic communities to climate change; *International Journal of Circumpolar Health*, vol. 68, p. 84–91.
- Parkinson, A.J. et Evengard, B. (2009) : Climate change, its impact on human health in the Arctic and the public health response to threats of emerging infectious diseases; *Global Health Action*, vol. 2, <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2799221/>>. doi:10.3402/gha.v2i0.2075
- Parkinson, A.J., Bruce, M.G., Zulz, T. et International Circumpolar Surveillance Group (2008) : International Circumpolar International Surveillance, an Arctic network for surveillance of infectious diseases; *Emerging Infectious Diseases*, vol. 14, p. 18–24.
- Parlee, B., Manseau, M. et Lutsel K'e Dene First Nation (2005) : Understanding and communicating about ecological change: Denesoline indicators of ecosystem health; dans *Breaking Ice – Renewable Resource and Ocean Management in the Canadian North*, (éd.) F. Berkes, R. Huebert, H. Fast, M. Manseau et A. Diduck; University of Calgary Press, Calgary, Alberta, p. 165–182.
- Pearce, T. (2006) : Vulnerability and adaptation to environmental change in Ulukhaktok; thèse de maîtrise, Université de Guelph, Guelph, Ontario.
- 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*, vol. 12, p. 825–837.
- Pearce, T., Ford, J.D., Cunsolo Willox, A. et Smit, B. (2015) : Inuit traditional ecological knowledge (TEK), subsistence hunting and adaptation to climate change in the Canadian Arctic; *Arctic*, vol. 68, no. 2, p. 233–246. doi:10.14430/arctic4475
- Pearce, T., Ford, J.D., Duerden, F., Smit, B., Andrachuk, M., Berrang-Ford, L. et Smith, T. (2011a) : Advancing adaptation planning for climate change in the Inuvialuit Settlement Region (ISR) : a review and critique; *Regional Environmental Change*, vol. 11, no. 1, p. 1–17.
- Pearce, T., Ford, J.D., Prno, J., Duerden, F., Pittman, J., Beaumier, M., Berrang-Ford, L. et Smit, B. (2010a) : Climate change and mining in Canada; *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, vol. 16, no. 3, p. 347–368.
- Pearce, T., Smit, B., Duerden, F., Ford, J.D., Goose, A. et Kataoyak, F. (2010b) : Inuit vulnerability and adaptive capacity to climate change in Ulukhaktok, Northwest Territories, Canada; *Polar Record*, vol. 46, p. 157–177.
- Pearce, T., Wright, H., Notaina, R., Kudlak, A., Smit, B., Ford, J.D. et Furgal, C. (2011b) : Transmission of environmental knowledge and land skills among Inuit men in Ulukhaktok, Northwest Territories, Canada; *Human Ecology*, vol. 39, p. 271–288.
- Peloquin, C. et Berkes, F. (2009) : Local knowledge, subsistence harvests, and social-ecological complexity in James Bay; *Human Ecology*, vol. 37, p. 533–545.
- 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*, vol. 17, p. 897–922.
- Perovich, D., Meier, W., Tschudi, M., Gerland, S. et Richter-Menge, J. (2014) : Sea ice; dans *Arctic Report Card 2014*, (ed.) M.O. Jeffries, J. Richter-Menge and J.E. Overland; National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington, District de Columbia, p. 32–38, <http://www.arctic.noaa.gov/reportcard/ArcticReportCard_full_report.pdf>.
- Perrie, W., Long, Z., Hung, H., Cole, A., Steffen, A., Dastoor, A., Durnford, D., Ma, J., Bottenheim, J.W., Drummond, J.R. et O'Neill, N.T. (2012) : Selected topics in Arctic atmosphere and climate; *Climatic Change*, vol. 115, p. 35–58.
- Pisarcic, M.F.J., Thienpont, J.R., Kokelj, S.V., Nesbitt, H., Lantz, T.C., Solomon, S.M. et Smol, J.P. (2011) : Impacts of a recent storm surge on an Arctic delta ecosystem examined in the context of the last millennium; *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 108, p. 8960–8965.
- Pizzolato, L., Howell, S.E.L., Derksen, C., Dawson, J. et Copland, L. (2014) : Changing sea ice conditions and marine transportation activity in Canadian Arctic waters between 1990 and 2012; *Climatic Change*, vol. 23, p. 161–173.
- Pollard, W.H. (2000) : Distribution and characterization of ground ice on Fosheim Peninsula, Ellesmere Island, Nunavut; dans *Environmental Response to Climate Change in the Canadian High Arctic*, (éd.) M. Gameau et B.T. Alt; Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Bulletin 529, p. 207–233, <http://ftp2.cits.mcan.gc.ca/pub/geott/ess_pubs/211/211887/bu_529.pdf>.
- Poppel, B., Andersen, T., Eliassen, B.M., Melhus, M., Kruse, J., Ragnhild Broderstad, A., Duhaime, G., Édouard, R., Bernard, N., Morin, A., Lennert, M., Turcotte, C., Poppel, M., Beach, H. et Roto, J. (2015) : SLiCA: Arctic living conditions – living conditions and quality of life among Inuit, Saami and Indigenous peoples of Chukotka and the Kola Peninsula, (éd.) B. Poppel; Nordic Council of Ministers et Nordic Council of Ministers Secretariat; Nordisk Ministerråd, Copenhagen, Danemark, 426 p., <<http://www.chaireconditionautochtone.fss.ulaval.ca/documents/pdf/SLiCA-quality-of-life.pdf>>.
- Port of Churchill (sans date) : Port of Churchill: history; Hudson Bay Port Company, <<http://www.portofchurchill.ca/about/history>>.
- Post, E., Bhatt, U.S., Bitz, C.M., Brodie, J.F., Fulton, T.L., Hebblewhite, M., Kerby, J., Kutz, S.J., Stirling, I. et Walker, D.A. (2013) : Ecological consequences of sea-ice decline; *Science*, vol. 341, p. 519–524.
- Priest, H. et Usher, P.J. (2004) : The Nunavut wildlife harvest study, February 2004; Nunavut Wildlife Management Board, Iqaluit, Nunavut, 816 p.
- Proulx, J.F., MacLean, J.D., Gyorkos, T.W., Leclair, D., Richter, A.K., Serhir, B., Forbes, L. et Gajadhar, A.A. (2002) : Novel prevention program for trichinellosis in Inuit communities; *Clinical Infectious Diseases*, vol. 34, p. 1508–1514.
- Prowse, T.D. et Furgal, C. (2009) : Northern Canada in a changing climate: major findings and conclusions; *Ambio*, vol. 38, p. 290–292.
- Rachold, V., Grigoriev, M.N., Are, F.E., Solomon, S., Reimnitz, E., Kassens, H. et Antonow, M. (2000) : Coastal erosion vs. riverine sediment discharge in Arctic shelf seas; *International Journal of Earth Sciences*, vol. 89, p. 450–460.
- Radosavljevic, B., Lantuit, H., Pollard, W., Overduin, P., Couture, N., Sachs, T., Helm, V., et Fritz, M. (2015) : Erosion and Flooding—Threats to Coastal Infrastructure in the Arctic: A Case Study from Herschel Island, Yukon Territory, Canada; *Estuaries and Coasts*, p. 1–16. doi:10.1007/s12237-015-0046-0
- Rahmstorf, S., Box, J.E., Feulner, G., Mann, M.E., Robinson, A., Rutherford, S. et Schaffernicht, E.J. (2015) : Exceptional twentieth-century slowdown in Atlantic Ocean overturning circulation; *Nature Climate Change*, vol. 5, p. 475–480.
- Rampton, V.N. (1982) : Quaternary geology of the Yukon coastal plain; *Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Bulletin 317, 49 p.*, <<http://geoscan.nrcan.gc.ca/starweb/geoscan/servlet.starweb?path=geoscan/download.web&search1=R=111347>>.
- Raphael, D., Curry-Stevens, A. et Bryant, T. (2008) : Barriers to addressing the social determinants of health: insights from the Canadian experience; *Health Policy*, vol. 88, p. 222–235.
- Rearic, D.M., Barnes, P.W. et Reimnitz, E. (1990) : Bulldozing and resuspension of shallow-shelf sediment by ice keels: implications for Arctic sediment transport trajectories; *Marine Geology*, vol. 9, p. 133–147.
- Receveur, O., Boulay, M. et Kuhnlein, H.V. (1997) : Decreasing traditional food use affects diet quality for adult Dene/Métis in 16 communities of the Canadian Northwest Territories; *The Journal of Nutrition*; vol. 127, n° 11, p. 2179–2186.
- Reimnitz, E., Barnes, P.W. et Harper, J.R. (1990) : A review of beach nourishment from ice transport of shoreface materials, Beaufort Sea, Alaska; *Journal of Coastal Research*, vol. 6, n° 2, p. 439–470.

- Reimnitz, E., Graves, S.M. et Barnes, P.W. (1988) : Map showing Beaufort Sea coastal erosion, sediment flux, shoreline evolution, and the erosional shelf profile; United States Geological Survey, Map I-1182-G, échelle 1:82 000, 22 p.
- Ribot, J. (2011) : Vulnerability before adaptation: toward transformative climate action; *Global Environmental Change*, vol. 21, p. 1160–1162.
- Riedlinger, D. (1999) : Climate change and the Inuvialuit of Banks Island, NWT: using traditional environmental knowledge to complement western science; *InfoNorth*, vol. 54, p. 430–432.
- Riedlinger, D. (2001) : Inuvialuit knowledge of climate change; dans *Pushing the Margins: Northern and Native Research*, (éd.) J. Oakes, R. Riewe, M. Bennett et B. Chisholm; Université du Manitoba, Native Studies Press, Winnipeg, Manitoba, p. 346–355.
- Riedlinger, D. et Berkes, F. (2001) : Contributions of traditional knowledge to understanding climate change in the Canadian Arctic; *Polar Record*, vol. 37, p. 315–328.
- Riedlsperger, R. (2013) : Vulnerability to changes in winter trails and travelling: a case study from Nunatsiavut; thèse de maîtrise, Memorial University of Newfoundland, Department of Geography, 220 p.
- Riedlsperger, R., Goldhar, C., Sheldon, T. et Bell, T. (sous presse) : Meaning and means of 'sustainability': an example from the Inuit Settlement Region of Nunatsiavut, northern Labrador; dans *Northern Sustainabilities: Proceedings of the Eighth International Congress of Arctic Social Sciences (ICASS VIII)*, (éd.) G. Fondahl et G. Wilson; University of Northern British Columbia Press.
- Robbins, M. (2007) : Development of tourism in Arctic Canada; dans *Prospects for Polar Tourism*, (éd.) J. Snyder et B. Stonehouse, CAB International, p. 84–101.
- Roberts, E. et Stewart, R.E. (2008) : On the occurrence of freezing rain and ice pellets over the eastern Canadian Arctic; *Atmospheric Research*, vol. 89, p. 93–109.
- Roberts, E., Nawri, N. et Stewart, R.E. (2008) : On the storms passing over southern Baffin Island during autumn 2005; *Arctic*, vol. 61, p. 309–321.
- Royer, M.J.S. et Herrmann, T.M. (2013) : Cree hunters' observations on resources in the landscape in the context of socio-environmental change in the eastern James Bay; *Landscape Research*, vol. 38, p. 443–460.
- Royer, M.J.S., Herrmann, T.M., Sonntag, O., Fortier, D., Delusca, 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*, vol. 119, p. 719–732.
- Ruppel, C.D. (2011) : Methane hydrates and contemporary climate change; *Nature Education Knowledge*, vol. 3, no. 10, 11 p.
- Santé Canada (2009) : Santé de l'environnement et du milieu de travail : compréhension des conséquences des changements climatiques sur la santé; Santé Canada, Ottawa, Ontario, <<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/climat/impact/index-fra.php>>.
- Sayles, J. (2008) : Tapaïtam: human modifications of the coast as adaptations to environmental change, Wemindji, eastern James Bay; thèse de maîtrise, Université Concordia, Montréal, Québec, 152 p., <<http://spectrum.library.concordia.ca/976127/>>.
- Sayles, J.S. et Mulrennan, M.E. (2010) : Securing a future: Cree hunters' resistance and flexibility to environmental changes, Wemindji, James Bay; *Ecology and Society*, vol. 15, 21 p.
- Schmidt, J.J. et Dowsley, M. (2010) : Hunting with polar bears: problems with the passive properties of the commons; *Human Ecology*, vol. 38, p. 377–387.
- Schneider von Deimling, T., Meinshausen, M., Levermann, A., Huber, V., Frieler, K., Lawrence, D.M. et Brovkin, V. (2012) : Estimating the near-surface permafrost-carbon feedback on global warming; *Biogeosciences*, vol. 9, p. 649–665. doi:10.5194/bg-9-649-2012
- Seguin, J., éditeur (2008) : Santé et changements climatiques : évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada; Santé Canada, Ottawa, Ontario, 524 p.
- Serreze, M.C., Holland, M.M. et Stroeve, J. (2007) : Perspectives on the Arctic's shrinking sea-ice cover; *Science*, vol. 315, p. 1533–1536.
- Service canadien des glaces (2007) : Canadian Ice Service digital archive – regional charts: Canadian Ice Service ice regime regions (CISIRR) and sub-regions with associated data quality indices; Service canadien des glaces, Archive Documentation Series, n° 3, 90 p.
- Shapiro, L.H. et Barnes, P.W. (1991) : Correlation of nearshore ice movement with seabed ice gouges near Barrow, Alaska; *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, vol. 96, p. 16979–16989.
- Shaw, J., Taylor, R.B., Forbes, D.L., Ruz, M.H. et Solomon, S. (1998) : Sensitivity of the coasts of Canada to sea-level rise; *Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Bulletin 505*, 79 p.
- Sherman, M. et Ford, J. (2014) : Stakeholder engagement in adaptation interventions: an evaluation of projects in developing nations; *Climate Policy*, vol. 14, no. 3, p. 417–441.
- Simmonds, I. et Keay, K. (2009) : Extraordinary September Arctic sea ice reductions and their relationships with storm behavior over 1979–2008; *Geophysical Research Letters*, vol. 36, paper L19715, 5 p. doi:10.1029/2009GL039810
- Simon, A., Chambellant, M., Ward, B.J., Simard, M., Proulx, J.F., Levesque, B., Bigras-Poulin, M., Rousseau, A.N. et Ogden, N.H. (2011) : Spatio-temporal variations and age effect on *Toxoplasma gondii* seroprevalence in seals from the Canadian Arctic; *Parasitology*, vol. 138, p. 1362–1368.
- Smith, H.A. et Sharp, K. (2012) : Indigenous climate knowledges; *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, vol. 3, no. 5, p. 467–476.
- Smith, I.R. et Forbes, D.L. (2014) : Reconnaissance assessment of landscape hazards and potential impacts of future climate change in Cambridge Bay, western Nunavut; dans *Summary of Activities 2013*; Bureau géoscientifique Canada-Nunavut, p. 159–170.
- Smith, I.R., Bell, T., Forbes, D.L. et Irvine, M.L. (2014) : Composite landscape hazard assessment, Clyde River, Baffin Island, Nunavut; Memorial University of Newfoundland, St. John's, Terre-Neuve-et-Labrador, échelle 1:10 000.
- Smith, I.R., Irvine, M.L. et Bell, T. (2011) : Periglacial and permafrost geology, Clyde River, Baffin Island, Nunavut; *Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Carte géoscientifique du Canada 57 (version préliminaire)*, échelle 1/10 000. doi:10.4095/289602
- Smith, I.R., Irvine, M.L. et Bell, T. (2012a) : Surficial geology, Clyde River, Baffin Island, Nunavut; *Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Carte géoscientifique du Canada ce Map 57 (version préliminaire)*, échelle 1:10 000. doi:10.4095/289603
- Smith, I.R., Irvine, M.L., Bell, T., Forbes, D.L. et Allard M. (2012b) : Landscape hazard mapping in Clyde River and other Nunavut communities; dans *Climate Change Geoscience Program, 2006–2011: Final Program Report*, (éd.) A.N. Rencz; *Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Dossier public 6879*, p. 100–102. doi:10.4095/290156
- Smith, J.B., Vogel, J.M. et Cromwell, J.E. (2009) : An architecture for government action on adaptation to climate change – an editorial comment; *Climatic Change*, vol. 95, p. 53–61.
- Smith, L.C. et S.R. Stephenson (2013) : New trans-Arctic shipping routes navigable by midcentury; *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 110, p. E1191–E1195.
- Smith, S.L. et Burgess, M.M. (2004) : Sensitivity of permafrost to climate warming in Canada; *Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Bulletin 579*, 24 p.
- Smith, S.L., Riseborough, D.W., Ednie, M. et Chartrand, J. (2013) : A map and summary database of permafrost temperatures in Nunavut, Canada; *Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Dossier public 7393*, 20 p. doi:10.4095/292615
- Snyder, J. (2007) : Tourism in the Polar regions: the sustainability challenge; *Programme des Nations Unies pour l'environnement et International Ecotourism Society, UNEP/Earthprint*, 55 p.
- Solomon, S.M. (2005) : Spatial and temporal variability of shoreline change in the Beaufort-Mackenzie region, Northwest Territories, Canada; *Geo-Marine Letters*, vol. 25, p. 127–137.
- Solomon, S.M., Forbes, D.L. et Keirstead, B. (1994) : Coastal impacts of climate change: Beaufort Sea erosion study; *Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Dossier public 2890*, 84 p. doi:10.4095/194148
- Solomon, S.M., Taylor, A.E. et Stevens, C.W. (2008) : Nearshore ground temperatures, seasonal ice bonding and permafrost formation within the bottom-fast ice zone, Mackenzie Delta, NWT; *competes rendus de la 9^e conférence internationale sur le pergélisol*, 29 juin au 30 juillet, Fairbanks, Alaska, p. 1675–1680.
- Squire, V.A. (2007) : Of ocean waves and sea-ice revisited; *Cold Regions Science and Technology*, vol. 49, p. 110–133.
- Stantec (2015) : Summary results: Manitoba-Nunavut supply chain study; rapport préliminaire remis à Ressources naturelles Canada, Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques, Ottawa, Ontario.
- Statistique Canada (2011) : Profil de recensement : Iqaluit et Nanavut; *Statistique Canada*, <<http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/dp-pd/prof/details/page.cfm?Lang=E&Geo1=CSD&Code1=6204003&Geo2=PR&Code2=62&Data=Count&SearchText=Iqaluit&SearchType=Begins&SearchPR=01&B1=All&GeoLevel=PR&GeoCode=6204003>>.

- Statistique Canada (2013) : Les peuples autochtones au Canada: Premières nations, Métis et Inuit; Statistique Canada, Enquête nationale auprès des ménages, 2011, n° de catalogue 99-011-X2011001, <<http://www12.statcan.gc.ca/nhs-enm/2011/as-sa/99-011-x/99-011-x2011001-fra.cfm>>.
- Stephenson, S.R., Smith, L.C. et Agnew, J.A. (2011) : Divergent long-term trajectories of human access to the Arctic; *Nature Climate Change*, vol. 1, p. 156–160.
- Stewart, E.J. et Dawson, J. (2011) : A matter of good fortune? The grounding of the clipper *Adventurer* in the Northwest Passage, Arctic Canada; *Arctic*, vol. 64, p. 263–267.
- Stewart, E.J., Dawson, J.D. et Draper, D. (2010) : Monitoring patterns of cruise tourism across Arctic Canada; dans *Cruise Tourism in the Polar Regions: Promoting Environmental and Social Sustainability*, (éd.) M. Lück, P.T., Maher et E.J. Stewart; Earthscan, Taylor & Francis Group LLC, Abingdon, Royaume-Uni et New York, New York, p. 133–145.
- Stewart, E. J., Dawson, J. et Draper, D. (2011) : Cruise tourism and residents in Arctic Canada: development of a resident attitude typology; *Journal of Hospitality and Tourism Management*, vol. 18, p. 95–106.
- Stewart, E.J., Howell, S.E.L., Draper, D., Yackel, J. et Tivy, A. (2007) : Sea ice in Canada's Arctic: implications for cruise tourism; *Arctic*, vol. 60, p. 370–380.
- St-Hilaire-Gravel, D., Forbes, D.L. et Bell, T. (2012) : Multitemporal analysis of a gravel-dominated coastline in the central Canadian Arctic Archipelago; *Journal of Coastal Research*, vol. 28, p. 421–441.
- Stirling, I. (2012) : Polar bears: the natural history of a threatened species; Fitzhenry and Whiteside, Markham, Ontario, 300 p.
- Stroeve, J.C., Markus, T., Boisvert, L., Miller, J. et Barrett, A. (2014) : Changes in Arctic melt season and implications for sea ice loss; *Geophysical Research Letters*, vol. 41, p. 1216–1225. doi:10.1002/2013GL058951
- Stroeve, J.C., Serreze, M.C., Kay, J.E., Holland, M.M., Meier, W.N. et Barrett, A.P. (2012) : The Arctic's rapidly shrinking sea ice cover: a research synthesis; *Climatic Change*, vol. 110, p. 1005–1027. doi:10.1007/s10584-01011-10101-10581
- Syvitski, J.P.M., Burrell, D.C. et Skei, J.M. (1987) : *Fjords: Processes and Products*; Springer, Dordrecht, Pays-Bas, 379 p.
- Tam, B. et Gough, W.A. (2012) : Examining past temperature variability in Moosonee, Thunder Bay and Toronto, Ontario, Canada through a day-to-day variability framework; *Theoretical and Applied Climatology*, vol. 110, p. 103–113
- Tam, B.Y., Gough, W.A., Edwards V. et Tsuji, L.J.S. (2013) : The impact of climate change on the lifestyle and well-being of a First Nation community in the western James Bay region; *The Canadian Geographer/Le Géographe canadien*, vol. 57, p. 441–456.
- Tartu, S., Goutte, A., Bustamante, P., Angelier, F., Moe, B., Clément-Chastel, C., Bech, C., Gabrielsen, G.W., Bustnes, J.O. et Chastel, O. (2013) : To breed or not to breed: endocrine response to mercury contamination by an Arctic seabird; *Biology Letters*, vol. 9, paper 2013.0317, 4 p., <<http://rsbl.royalsocietypublishing.org/content/roybiolett/9/4/20130317.full.pdf>>.
- Taylor, A.E., Dallimore, S.R. et Outcalt, S.I. (1996) : Late Quaternary history of the Mackenzie-Beaufort region, Arctic Canada, from modelling of permafrost temperatures: 1. the onshore-offshore transition; *Revue canadienne des sciences de la Terre*, vol. 33, p. 52–61.
- Taylor, R.B. (1980) : Coastal reconnaissance for marine terminal planning in the Sverdrup Basin, N.W.T.; Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, Dossier public 693, 150 p.
- Thomson, J. et Rogers, W.E. (2014) : Swell and sea in the emerging Arctic ocean; *Geophysical Research Letters*, vol. 41, p. 3136–3140. doi:10.1002/2014GL059983
- Thorpe, N., Eyegetok, S., Hakongak, N. et les aînés de Kitikmeot (2002) : "Nowadays it is not the same": Inuit *Quajimajatuqangit*, climate and caribou in the Kitikmeot region of Nunavut, Canada: climate change and health in Nunavik and Labrador; dans *The Earth is Faster Now: Indigenous Observations of Climate Change*, (éd.) I. Krupnik, et D. Jolly; Arctic Research Consortium of the United States, Fairbanks, Alaska, p. 198–239.
- Tivy, A., Howell, S.E., Alt, B., McCourt, S., Chagnon, R., Crocker, G., Carrieres, T. et Yackel, J.J. (2011) : Trends and variability in summer sea ice cover in the Canadian Arctic based on the Canadian Ice Service Digital Archive, 1960–2008 and 1968–2008; *Journal of Geophysical Research: Oceans*, vol. 116, no. C3, <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2009JC005855/full>>.
- Tremblay, J.É., Robert, D., Varela, D.E., Lovejoy, C., Darnis, G., Nelson, R.J. et Sastri, A.R. (2012) : Current state and trends in Canadian Arctic marine ecosystems: I. primary production; *Climatic Change*, vol. 115, p. 161–178.
- Tremblay, M., Furgal, C., Lafortune, V., Larrivee, C., Savard, J.P., Barrett, M., Annanack, T., Enish, N., Tookalook, P. et Etidloie, B. (2006) : Communities and ice: linking traditional and scientific knowledge; dans *Climate Change: Linking Traditional and Scientific Knowledge*, (éd.) R. Riewe et J. Oakes; Aboriginal Issues Press, Winnipeg, Manitoba, p. 123–138.
- Tremblay, M., Furgal, C., Larrivee, C., Annanack, T., Tookalook, P., Qisik, M., Angiyou, E., Swappie, N., Savard, J.P. et Barrett, M. (2008) : Climate change in northern Quebec: adaptation strategies from community-based research; *Arctic*, vol. 61, p. 27–34.
- Turner, N. et Clifton, H. (2009) : "It's so different today": climate change and Indigenous lifeways in British Columbia, Canada; *Global Environmental Change*, vol. 19, p. 180–190.
- Twynam, G.D. et Johnston, M.E. (2002) : The use of sustainable tourism practices; *Annals of Tourism Research*, vol. 29, p. 1165–1168.
- UMA Engineering Ltd. (1994) : Tuktoyaktuk shoreline protection study, phases 2 and 3; rapport rédigé à l'intention du Government of the Northwest Territories, Department of Municipal and Community Affairs, Yellowknife, Territoires du Nord-Ouest, 75 p.
- Van Wychen, W., Burgess, D.O., Gray, L., Copland, L., Sharp, M., Dowdeswell, J. et Benham, T. (2014) : Glacier velocities and dynamic ice discharge from the Queen Elizabeth Islands, Nunavut, Canada; *Geophysical Research Letters*, vol. 41, no. 2, p. 484–490. doi:10.1002/2013GL058558
- Vaughan, D.G., Comiso, J.C., Allison, I., Carrasco, J., Kaser, G., Kwok, R., Mote, P., Murray, T., Paul, F., Ren, J., Rignot, E., Solomina, O., Steffen, K. et Zhang, T. (2013) : Observations: cryosphere; dans *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*, contribution au Groupe de travail I au Cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, (éd.) 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; Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, USA, p. 317–382, <http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf>.
- Vermaire, J.C., Pizaric, M.F.J., Thienpont, J.R., Courtney Mustaphi, C.J., Kokelj, S.V. et Smol, J.P. (2013) : Arctic climate warming and sea ice declines lead to increased storm surge activity; *Geophysical Research Letters*, vol. 40, p. 1386–1390. doi:10.1002/grl.50191
- Wadhams, P., Squire, V.A., Goodman, D.J., Cowan, A.M. et Moore, S.C. (1988) : The attenuation rates of ocean waves in the marginal ice zone; *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, vol. 93, p. 6799–6818.
- Walker, H.J. (1988) : Permafrost and coastal processes; comptes rendus de la 5^e conférence internationale sur le pergélisol, Trondheim, Norvège, 2–5 août 1998, vol. 33, p. 35–42.
- Wang, M. et Overland, J.E. (2012) : A sea ice free summer Arctic within 30 years – an update from CMIP5 models; *Geophysical Research Letters*, vol. 39, paper L1850. doi:10.1029/2012GL052868
- Wang, X.L. (2006) : Climatology and trends in some adverse and fair weather conditions in Canada, 1953–2004; *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, vol. 111, no. D9, 27 p. doi:10.1029/2005JD006155
- Weatherhead, E., Gearheard, S. et Barry, R.G. (2010) : Changes in weather persistence: insight from Inuit knowledge; *Global Environmental Change*, vol. 20, p. 523–528.
- Wenzel, G. (1995a) : *Ningiqtuq*: resource sharing and generalized reciprocity in Clyde River, Nunavut; *Arctic Anthropology*, vol. 32, p. 43–60.
- Wenzel, G. (1995b) : Warming the Arctic: environmentalism and Canadian Inuit; dans *Human Ecology and Climate Change*, (éd.) D.L. Peterson et D.R. Johnson; Taylor and Francis Group LLC, Washington, District de Columbia, p. 169–184.
- Wenzel, G. (2005) : Nunavut Inuit and polar bear: the cultural politics of the sports hunt; *Senri Ethnological Studies*, vol. 67, p. 363–388.
- Wenzel, G. (2009) : Canadian Inuit subsistence and ecological instability – if the climate changes, must the Inuit?; *Polar Research*, vol. 28, p. 89–99.
- Wenzel, G. (2013) : Inuit and modern hunter-gatherer subsistence; *Études/Inuit/Studies*, vol. 37, p. 181–200.

- 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*, vol. 7, p. 361–373.
- White, A., Copland, L., Mueller, D. et van Wychen, W. (2015) : Assessment of historical changes (1959–2012) and the causes of recent break-ups of the Petersen ice shelf, Nunavut, Canada; *Annals of Glaciology*, vol. 56, no. 69, p. 65–76.
- Williamson, S., Sharp, M., Dowdeswell, J. et Benham, T. (2008) : Iceberg calving rates from northern Ellesmere Island ice caps, Canadian Arctic, 1999–2003; *Journal of Glaciology*, vol. 54, no. 186, p. 391–400.
- Wolf, J., Alice, I. et Bell, T. (2013) : Values, climate change, and implications for adaptation: evidence from two communities in Labrador, Canada; *Global Environmental Change – Human and Policy Dimensions*, vol. 23, p. 548–562.
- Wolfe, B.B., Armitage, D., Wesche, S., Brock, B.E., Sokal, M.A., Clogg-Wright, K.P., Mongeon, C.L., Adam, M.E., Hall, R.I. et Edwards, T.W.D. (2007) : From isotopes to TK interviews: towards interdisciplinary research in Fort Resolution and the Slave River delta, Northwest Territories; *Arctic*, vol. 60, p. 75–87.
- Wolfe, S.A., Dallimore, S.R. et Solomon, S.M., (1998) : Coastal permafrost investigations along a rapidly eroding shoreline, Tuktoyaktuk, N.W.T.; *comptes rendus de la 7^e conférence sur le pergélisol*, (éd.) A.G. Lewkowicz et M. Allard; Centre d'études nordique, Université Laval, Québec, Québec, p. 1125–1131.
- Woo, M.K., Mollinga, M. et Smith, S.L. (2007) : Climate warming and active layer thaw in the boreal and tundra environments of the Mackenzie Valley; *Revue canadienne des sciences de la Terre*, vol. 44, n° 6, p. 733–743.
- Young, T.K. (2013) : Circumpolar health – what is next?; *International Journal of Circumpolar Health*, vol. 72, 4 p., <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3752287/>>.
- Young, T.K. et Chatwood, S. (2011) : Health care in the North: what Canada can learn from its circumpolar neighbours; *Journal de l'Association médicale canadienne*, vol. 183, no. 2, p. 209–214, <<http://www.cmaj.ca/content/183/2/209.short>>.
- Zhou, F., Zhang, A., Li, R., Hovee, E. et Majid, A. (2007) : Potential climate change–induced permafrost degradation and building foundations: an assessment of impacts and costs for five case communities in the Northwest Territories; rapport remis à Ressources naturelles Canada, Division des impacts et de l'adaptation aux changements climatiques, Ottawa, Ontario, 115 p.

ANNEXE A

PRÉVISIONS DU NIVEAU DE LA MER POUR DES ENDROITS CHOISIS DE LA RÉGION DE LA CÔTE NORD

Les changements prévus dans le niveau relatif de la mer jusqu'en 2100 sont indiqués ici pour 22 endroits, montrés sur la carte jointe (figure A1), pour la région de la côte Nord (selon James et al., 2014, sous presse; section 2.4.4 du présent chapitre et voir le chapitre 2 pour obtenir des détails sur les prévisions). Les prévisions du niveau de la mer (figure A2) sont fondées sur le Cinquième rapport d'évaluation du GIEC (Church et al., 2013a, b) et ont été produites en tenant compte du déplacement vertical de la croûte terrestre tiré des observations GPS.

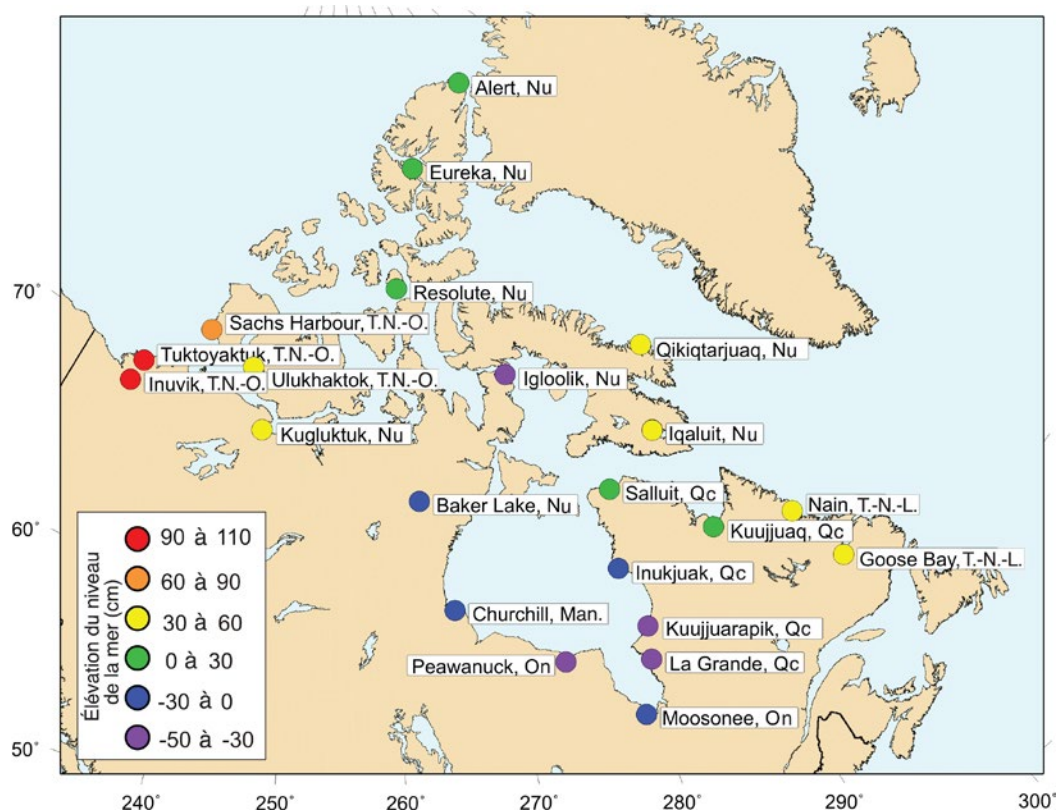


FIGURE A1 : Endroits pour lesquels les prévisions du niveau de la mer sont fournies pour tout le XXI^e siècle (figure A2). Les points sont chromocodés de façon à indiquer le changement prévu du niveau de la mer en 2100 pour le 95^e centile du scénario à émissions élevées (RCP8.5; selon James et al., 2014, sous presse).

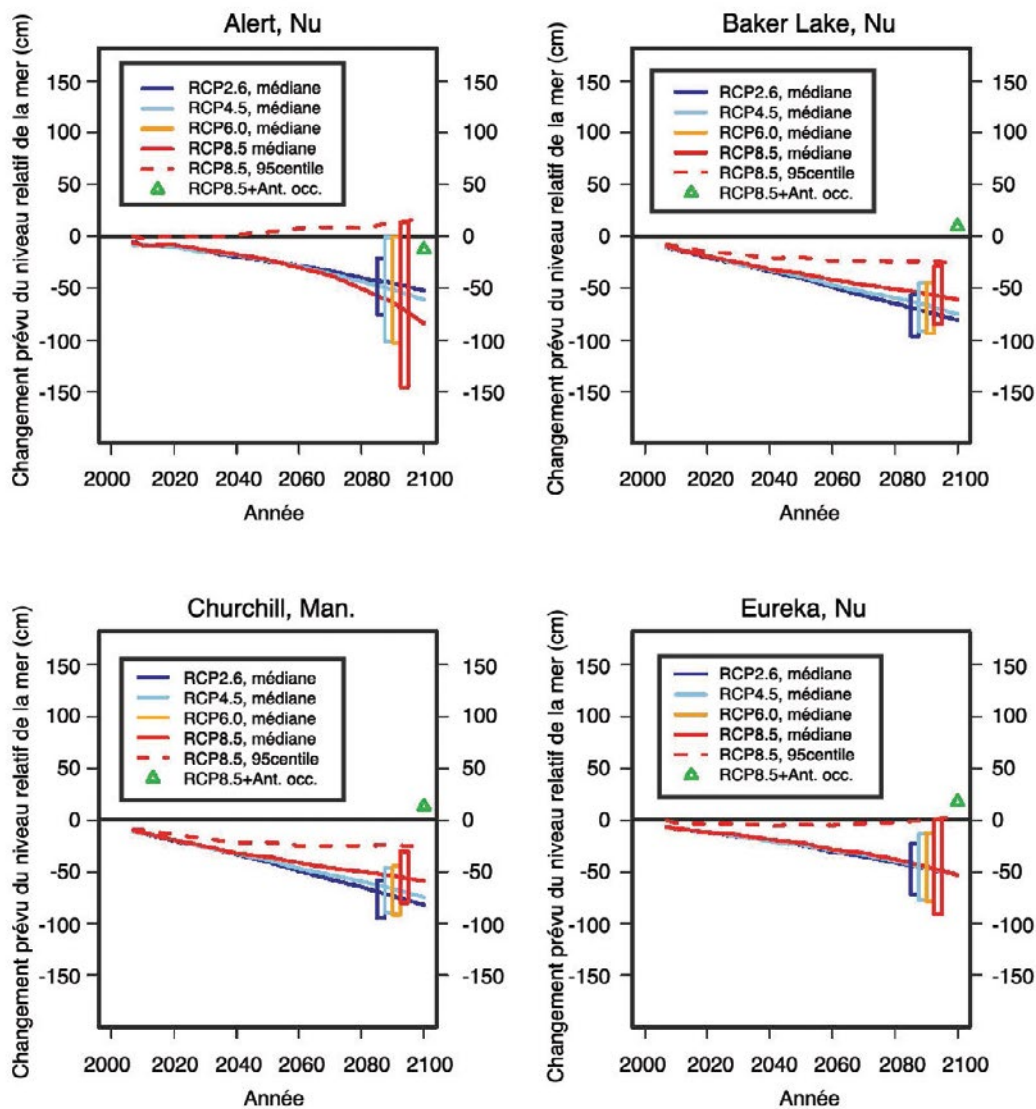
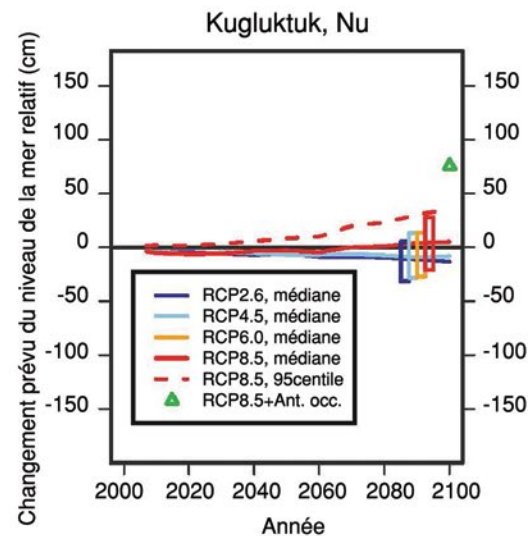
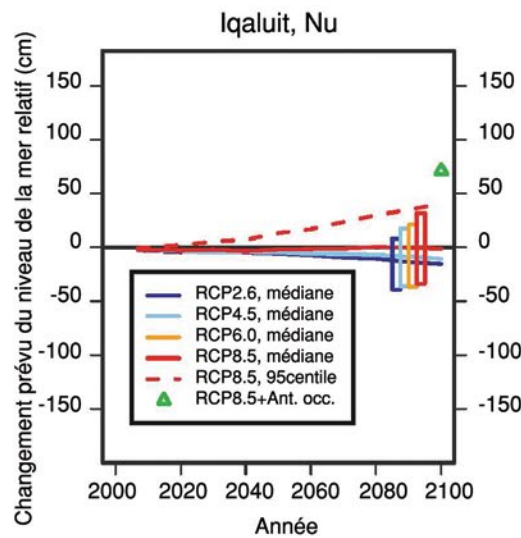
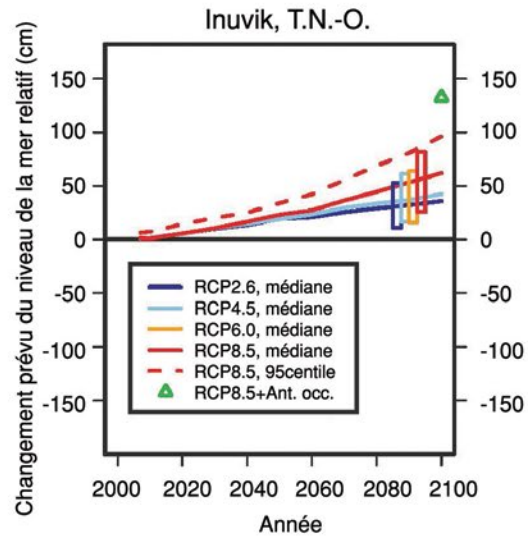
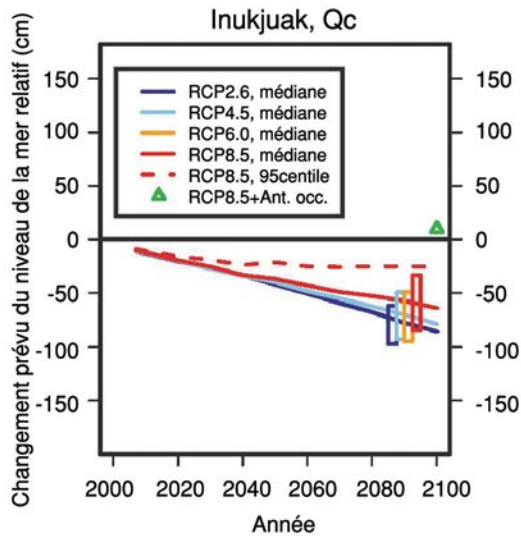
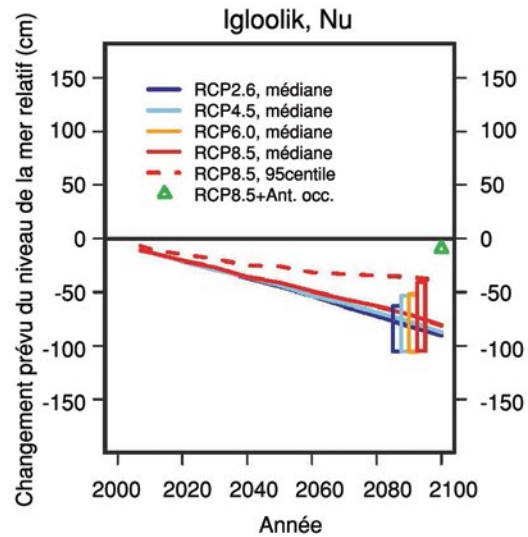
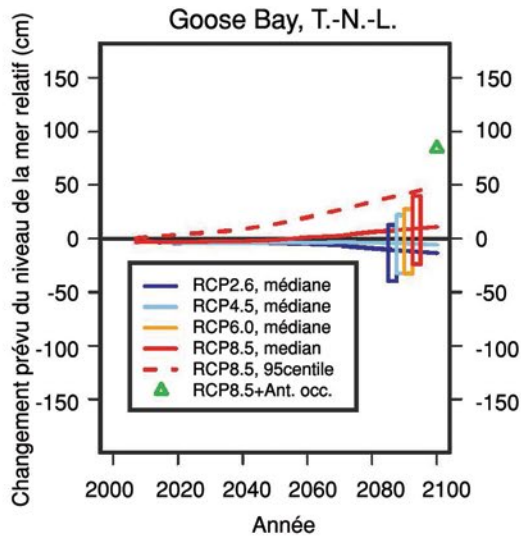
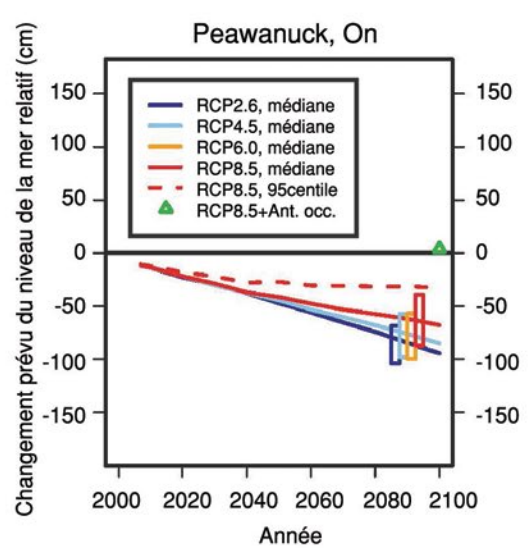
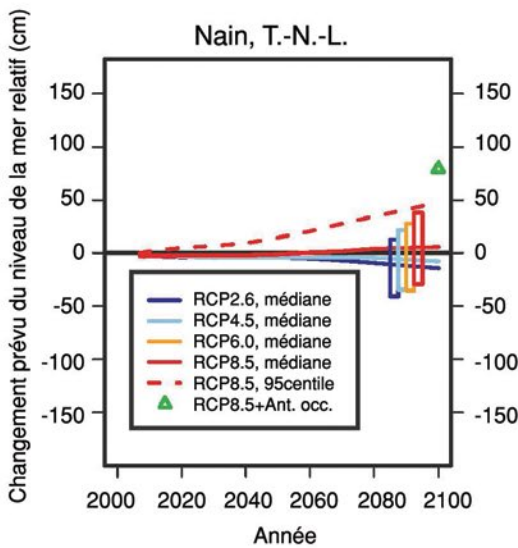
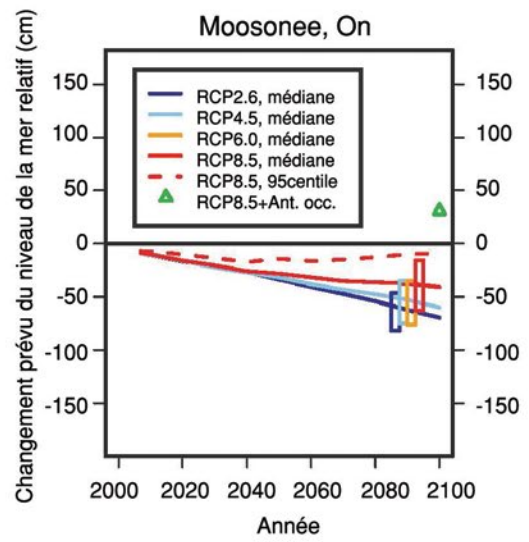
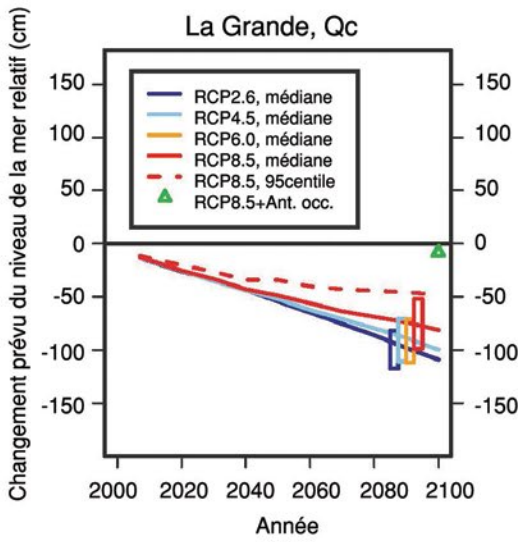
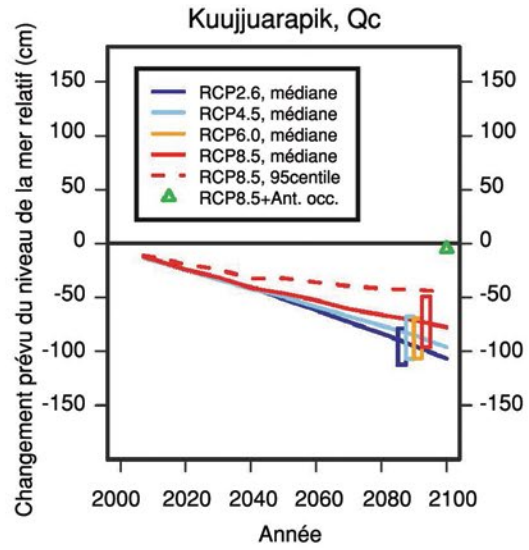
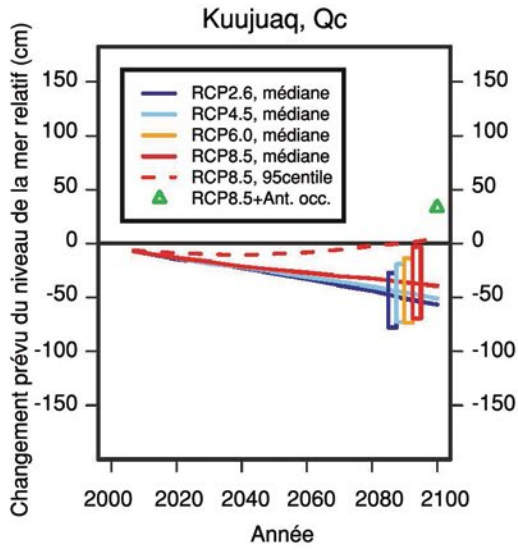


FIGURE A2 : Changements prévus du niveau relatif de la mer pendant tout le XXI^e siècle pour des endroits choisis dans la région de la côte Nord (selon James et al., 2014, sous presse). Le RCP2.6 est le scénario à émissions faibles, le RCP4.5 est un scénario à émissions modérées et le RCP8.5 est le scénario à émissions élevées. La valeur prévue pour 2100 est également indiquée pour le scénario à émissions élevées plus la réduction de l'inlandsis de l'Antarctique dans lequel l'Antarctique occidental apporte une contribution supplémentaire de 65 cm à la valeur moyenne prévue du scénario à émissions élevées (RCP8.5+Ant. occ.; triangle vert). Les rectangles montrent l'intervalle de confiance de 90 % (de 5 à 95 %) de la prévision moyenne pour la période s'étendant de 2081 à 2100 et comprennent le RCP6.0. Les rectangles sont décalés afin d'assurer la clarté de la présentation, mais portent sur l'année médiane de 2090. La ligne pointillée rouge indique la valeur du 95^e centile pour le scénario à émissions élevées.

suite à la page suivante



suite à la page suivante



suite à la page suivante

