

Série « Guides d'orientation fédéraux sur la cartographie des zones inondables »



Guide d'orientation fédéral sur l'estimation des dommages causés aux bâtiments et aux infrastructures par les inondations

Version 1.0

2021

Ressources naturelles Canada

Produit d'information générale 124f

Ressources naturelles Canada

Sécurité publique Canada

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2021

Lien permanent : <https://doi.org/10.4095/327002>

Pour obtenir des renseignements sur les droits de reproduction, veuillez communiquer avec Ressources naturelles Canada à nrcan.copyrightdroitdauteur.nrcan@canada.ca



Gouvernement du
Canada

Government of
Canada

Canada

Table des matières

REMERCIEMENTS	3
AVIS	3
CONTEXTE	4
CADRE DE LA CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES	5
RÉSUMÉ DES GUIDES D'ORIENTATION	6
1.0 INTRODUCTION ET OBJECTIF	11
2.0 NOTE SUR LA TERMINOLOGIE.....	12
3.0 PRATIQUES GÉNÉRALES	16
4.0 ENSEMBLE DES RISQUES D'INONDATION ET FACTEURS INFLUENÇANT LES DOMMAGES.....	17
4.1. Types d'inondation	17
4.2. Caractéristiques influençant les dommages.....	20
4.3. Stratégies de réduction des dommages.....	24
5.0 TYPES DE DOMMAGES ATTRIBUABLES À UNE CRUE	24
5.1. Dommages matériels directs.....	26
5.2. Dommages immatériels et indirects	29
6.0 OUTILS POUR L'ESTIMATION DES DOMMAGES.....	34
6.1. Analyse à grande échelle	34
6.2. Analyse individuelle des bâtiments	36
6.3. Enjeux et considérations liés aux bases de données.....	36
7.0 COURBES NIVEAU-DOMMAGES.....	37
7.1. Courbes niveau-dommages pour bâtiments résidentiels	37
7.2. Courbes niveau-dommages pour bâtiments non résidentiels	39
7.3. Limitations relatives aux courbes niveau-dommages.....	43
8.0 AJUSTEMENTS FUTURS ET INDEXATION RÉGIONALE	44
8.1. Mise à jour en dollars de l'année courante.....	44
8.2. Ajustements régionaux	47
9.0 ÉTUDES DE CAS	49
10.0 RÉFÉRENCES	49
ANNEXE 1 — VENTILATION DES ÉTAPES DE CALCUL DES DOMMAGES CAUSÉS PAR LES INONDATIONS..	54
ANNEXE 2 — CAUSES DES INONDATIONS CÔTIÈRES	57

ANNEXE 3 — COURBES NIVEAU-DOMMAGES POUR LES BÂTIMENTS EN FONCTION DE LA VITESSE D'ÉCOULEMENT	59
ANNEXE 4 — RÉDUCTION DES DOMMAGES PAR LA MISE EN PLACE DE MESURES D'URGENCE	62
ANNEXE 5 — ÉTUDES PORTANT SUR LA VOLONTÉ DE PAYER	66
ANNEXE 6 — MÉTHODES UTILISÉES POUR ESTIMER LA PERTURBATION DES ACTIVITÉS ET LA RELOCALISATION RÉSIDENITELLE.....	67
ANNEXE 7 — COÛTS ASSOCIÉS AUX RETARDS DE TRAFIC	78
ANNEXE 8 — OUTILS D'ÉVALUATION DES DOMMAGES CAUSÉS PAR LES INONDATIONS	80
ANNEXE 9 — RÉSUMÉ DES ENJEUX ET CONSIDÉRATIONS LIÉS À LA BASE DE DONNÉES	85
ANNEXE 10 — FORMULAIRES DE SAISIE DE DONNÉES — RÉSIDENITEL.....	90
ANNEXE 11 — FORMULAIRES DE SAISIE DE DONNÉES — BÂTIMENTS NON RÉSIDENITELS	104
ANNEXE 12 — COURBES NIVEAU-DOMMAGES AVEC VALEURS — BÂTIMENTS RÉSIDENITELS.....	108
ANNEXE 13 — COURBES NIVEAU-DOMMAGES AVEC VALEURS — BÂTIMENTS NON-RÉSIDENITELS*	109
ANNEXE 14 — ÉCHANTILLON DU CONTENU AVEC PRIX.....	112
ANNEXE 15 — EXAMEN DES SCHÉMAS DE CLASSIFICATION DES BÂTIMENTS ET EXEMPLES PHOTOGRAPHIQUES DE CLASSES DE BÂTIMENTS	116
ANNEXE 16 — DOMMAGES EXTÉRIEURS AUX BÂTIMENTS RÉSIDENITELS.....	127
ANNEXE 17 — SOMMAIRE DES CLASSES NON RÉSIDENITELLES ET RÉCUPÉRATION DES CONTENUS.....	128
ANNEXE 18 — DOMMAGES ENCOURUS PAR LES STATIONNEMENTS SOUTERRAINS À PLUSIEURS NIVEAUX.....	133
ANNEXE 19 — ESTIMATION DES DOMMAGES CAUSÉS AUX CULTURES, AU BÉTAIL, AUX GRANGES ET AUX DÉPENDANCES DE LA FERME	135
ANNEXE 20 — ÉTUDE DE CAS, DOMMAGES CAUSÉS AUX STRUCTURES UNIQUES : <i>STAMPEDE PARK</i> ...	140
ANNEXE 21 — INCERTITUDE ASSOCIÉE AUX SCHÉMAS DE CLASSIFICATION STRUCTURELLE ET À L'ÉLABORATION DE COURBES NIVEAU-DOMMAGES.....	144
ANNEXE 22 — MESURES DISPONIBLES DE L'ÉVOLUTION DES PRIX ET DES DÉPENSES	145
ANNEXE 23 — MÉTHODE DE MISE À JOUR DES DOMMAGES AU CONTENU RÉSIDENITEL.....	147

REMERCIEMENTS

La série « [Guides d'orientation fédéraux sur la cartographie des zones inondables](#) » a été élaborée sous la direction du Comité de cartographie des inondations, un partenariat entre Ressources naturelles Canada, Sécurité publique Canada et les membres des ministères et organismes fédéraux intéressés à la cartographie des zones inondables.

Les membres du Groupe de travail technique sur la cartographie des zones inondables, un groupe d'intervenants clés des juridictions fédérales, provinciales, territoriales et municipales, des représentants autochtones, du secteur privé et du milieu universitaire ont contribué à l'élaboration de ce guide. La contribution de groupes de travail bénévoles possédant une expertise reconnue en matière, ainsi que des rapports et des études de contrat ont été cruciaux dans l'élaboration de ce guide.

De plus, des représentants des gouvernements provinciaux et territoriaux ont fourni des commentaires essentiels pour cette publication.

AVIS

Exonération de responsabilité

Le présent document technique a été publié par Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par Ressources naturelles Canada (RNCa). RNCa n'offre aucune garantie et ne fait aucune représentation, expresse ou implicite, légale ou autre en ce qui concerne le document, son efficacité, son exactitude ou son intégralité. RNCa n'assume aucune responsabilité quant aux pertes ou dommages, directs ou indirects, engagés ou subis, en raison de l'utilisation faite du document, y compris la perte de profits, la perte de revenus ou de bénéfices, ou des réclamations par des tiers. En aucun cas RNCa ne sera tenu responsable de pertes de quelque nature que ce soit découlant d'erreurs, d'imprécisions ou d'omissions dans ce document. RNCa n'a aucune obligation, aucun devoir et aucune responsabilité en matière de contrat, de droit civil ou autre, y compris la négligence.

Renseignements supplémentaires

Pour plus de renseignements à propos de ce document, veuillez communiquer avec le Centre canadien de cartographie et d'observation de la Terre (CCCOT) de Ressources naturelles Canada à l'adresse suivante : NRCa.Geoinfo.RNCa@Canada.ca.

CONTEXTE

Une collectivité atteint un niveau élevé de résilience lorsque les risques auxquels elle est exposée sont gérés de façon proactive; lorsqu'elle est adéquatement préparée aux catastrophes connues et possibles et, lorsqu'un événement de ce genre se produit, elle est en mesure de s'en remettre. Pour qu'une collectivité devienne résiliente, ses planificateurs responsables des mesures d'atténuation doivent d'abord connaître la nature des risques et s'assurer qu'ils sont capables de les gérer.

Au Canada, les inondations sont la catastrophe naturelle qui représente annuellement la plus grande part des coûts de rétablissement après un sinistre. L'atténuation des risques d'inondation est donc essentielle à une résilience accrue des collectivités concernées. En investissant de manière proactive dans des activités d'atténuation des inondations, une collectivité assure sa croissance et sa prospérité à venir, en diminuant le risque de coûts importants pour le rétablissement après sinistre, les pertes de productivité, les pertes économiques, la destruction de patrimoine culturel sans valeur marchande, les dommages environnementaux, les blessures et les décès.

Les inondations consistent en un recouvrement temporaire par l'eau de terres normalement sèches. Elles peuvent survenir dans des zones côtières, près d'un lac ou le long de rivières, et être causées par des embâcles, par le mauvais fonctionnement d'ouvrages de génie civil y compris des barrages, par des précipitations extrêmes, la fonte rapide de la neige et de la glace ou une capacité de drainage insuffisante, etc. La cartographie des inondations qui délimite avec exactitude les zones inondables y compris celles sous l'impact des conditions futures dues au développement urbain anticipé ou au changement climatique prévu constitue la condition préalable à l'élaboration d'activités d'atténuation et elle est donc la première étape pour accroître la résilience communautaire en ce qui concerne les inondations. L'établissement d'une approche nationale quant à la cartographie des zones inondables permettra l'adoption d'une pratique exemplaire nationale commune et augmentera la communication et l'utilisation de renseignements sur les inondations, améliorant ainsi les fondations sur lesquelles appuyer d'autres efforts d'atténuation.

CADRE DE LA CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES

Le cadre de la cartographie des zones inondables est composé de tous les éléments du processus d'atténuation des inondations, depuis le recensement des risques d'inondation jusqu'à la mise en œuvre d'interventions visant à atténuer les inondations. Le diagramme de flux (Figure 1) qui suit illustre la relation entre ces différentes composantes et établit le lien de chacune d'elles avec le document pertinent de la série « *Guides d'orientation fédéraux sur la cartographie des zones inondables* ».



Figure 1. Cadre de la cartographie des zones inondables

SÉRIE « GUIDES D'ORIENTATION FÉDÉRAUX SUR LA CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES »

Les documents qui suivent ont pour but d'informer toute personne ou organisation participant à la gestion des zones inondables au Canada :

1. Cadre fédéral de la cartographie des zones inondables
2. Recensement des risques d'inondation et établissement des priorités
3. Guide d'orientation fédéral sur l'acquisition de données par lidar aéroporté
4. Études de cas sur les changements climatiques en cartographie des plaines inondables
5. Procédures hydrologiques et hydrauliques fédérales pour la délimitation des zones inondables
6. Guide d'orientation fédéral en géomatique sur la cartographie des zones inondables
7. Évaluation du risque d'inondation
8. **Guide d'orientation fédéral sur l'estimation des dommages causés aux bâtiments et aux infrastructures par les inondations**
9. Guide d'orientation fédéral de l'aménagement du territoire dans les zones à risque d'inondation
10. Bibliographie des meilleures pratiques et des références concernant l'atténuation des inondations

RÉSUMÉ DES GUIDES D'ORIENTATION

1. Cadre fédéral de la cartographie des zones inondables

Ce document met en contexte la cartographie des zones inondables au Canada, décrit la vision et les principes de l'orientation quant aux inondations, et présente la série « *Guides d'orientation fédéraux sur la cartographie des zones inondables* » du gouvernement fédéral. Il fournit un résumé de chacun des documents de la série et explique comment chaque document s'inscrit dans le cadre en général, y compris son rôle dans le cycle de la cartographie des zones inondables.

2. Recensement des risques d'inondation et établissement des priorités

Ce document indique les méthodes permettant de déterminer où établir une cartographie des zones inondables et d'établir la façon de prioriser les projets de cartographie des zones inondables.

3. Guide d'orientation fédéral sur l'acquisition de données par lidar aéroporté

Ce document se veut une ressource à utiliser pour l'obtention de données d'élévation de base à partir de données lidar captées depuis les airs dans l'ensemble du Canada. Il vise à fournir des conseils aux ministères fédéraux, provinciaux et territoriaux, de même qu'aux personnes et aux organisations au Canada qui doivent comprendre et planifier la collecte de données par lidar aéroporté.

4. Études de cas sur les changements climatiques en cartographie des plaines inondables

Cet ensemble de documents décrit les projets dans l'ensemble du Canada, où les changements climatiques ont été incorporés au processus de cartographie des plaines inondables. Il donne des exemples pour que les parties intéressées se fondent sur les expériences des autres et il vient compléter les renseignements liés aux changements climatiques, ainsi que les ressources, inclus dans le document « Procédures hydrologiques et hydrauliques fédérales pour la délimitation des zones inondables ».

5. Procédures hydrologiques et hydrauliques fédérales pour la délimitation des zones inondables

Ce document fournit une orientation technique sur les procédures hydrauliques et hydrologiques pour la préparation de cartes des zones inondables au sein d'une administration canadienne, y compris la norme de diligence, les différents types d'inondations, les orientations pour les analyses hydrauliques et hydrologiques et l'intégration de processus non stationnaires y compris les changements climatiques.

6. Guide d'orientation fédéral en géomatique sur la cartographie des zones inondables

Ce document renferme des renseignements sur les différents types de cartes des inondations et décrit les méthodes d'acquisition, de gestion et de diffusion de ces cartes et des données géospatiales qui leur sont associées.

7. Évaluation fédérale du risque d'inondation

Ce document comprend une orientation technique sur le déroulement des évaluations des risques d'inondation au Canada.

8. Guide d'orientation fédéral sur l'estimation des dommages causés aux bâtiments et aux infrastructures par les inondations

Le document fournit des conseils sur l'évaluation de potentielles pertes économiques liées aux inondations, en mettant l'accent sur les bâtiments et les infrastructures.

9. Guide d'orientation fédéral de l'aménagement du territoire dans les zones à risque d'inondation

Ce document offre aux collectivités des conseils sur l'application de méthodologies axées sur le risque à des fins d'aménagement du territoire.

10. Bibliographie des meilleures pratiques et des références concernant l'atténuation des inondations

Ce document renferme des listes d'ouvrages de référence et d'études de cas canadiens et internationales concernant l'hydrologie et l'hydraulique, y compris les changements climatiques et la cartographie des inondations. Ce document vise à fournir une liste de documents de référence additionnels que peuvent consulter les personnes qui participent à la cartographie des zones inondables.

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET DES ACRONYMES

\$ CA	Dollars canadiens
AC	Activités communautaires
ACA	Analyse coûts-avantages
ACE	Analyse coût-efficacité
AMC	Analyse multicritères
AVAI	Année de vie corrigée du facteur invalidité
CDE	Contenu déplacé et évacué
CFDEP	Programme d'estimation comparative des dommages causés par les inondations
CRI	Évaluation de la résilience des terres et des infrastructures
DAA	Dommages annuels attendus
DAM	Dommages annuels moyens
EDM	Enquête sur les dépenses des ménages
EPA	Environmental Protection Agency (É.-U.)
EQR	Évaluation quantitative des risques
FDDBMS	Système FDDBMS de gestion des bases de données sur les dommages causés par les inondations
FEMA	Federal Emergency Management Agency (É.-U.)
FIA	Federal Insurance Administration (É.-U.)
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
HAZUS-MH	HAZUS Multi-Hazard
HEC-FDA	Hydrologic Engineering Center Flood Damage Reduction Analysis
IPC	Indice des prix à la consommation
LiDAR	Détection et télémétrie par ondes lumineuses
MEAAR	Ministère de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales
MNA	Modèle numérique d'altitude

NOAA	Administration nationale des océans et de l'atmosphère
ODI	Opérations de défense contre les inondations
OMS	Organisation mondiale de la Santé
PCO	Planification de la continuité opérationnelle
PFDAT	Outil provincial d'évaluation des dommages causés par les inondations
PIB	Produit intérieur brut
PNAC	Programme national d'atténuation des catastrophes
QGIS	Quantum GIS
RCP	Profils représentatifs d'évolution de concentration
RFDAM	Modèle d'évaluation rapide des dommages causés par les inondations
RVCS	Rapport entre la valeur du contenu et celle de la structure
SIG	Système d'information géographique
TBL	Triple résultat
TN	Terre nue
USACE	US Army Corps of Engineers US Army Corps of Engineers (É.-U.)
USDA	United States Department of Agriculture (É.-U.)
VDP	Volonté de payer
MCCE	Maintien de la capacité du cours d'eau
WDR	Résistance dépendante d'avertissement

1.0 INTRODUCTION ET OBJECTIF

Le présent document fait partie de la série « [Guides d'orientation fédéraux sur la cartographie des zones inondables](#) ». Ces guides visent à fournir des conseils pour soutenir la gestion des risques d'inondation et de leurs conséquences pour les collectivités.

Depuis la fin des années 1960, plusieurs études ont été entreprises dans l'ensemble du pays et des méthodes ont été élaborées pour évaluer les dommages attribuables à une crue dans les collectivités touchées. Ces études avaient pour objectif de quantifier ces dommages, d'évaluer le rapport coût-efficacité de divers projets d'atténuation des inondations et de comprendre la vulnérabilité de la population aux crues.

Les lignes directrices suivantes ont été élaborées par le gouvernement du Canada, en vue d'établir une approche normalisée à l'estimation des dommages causés par les inondations aux bâtiments et autres infrastructures, et l'élaboration de fonctions mettant en relation le niveau d'inondation et les dommages causés, tout en y intégrant, les bonnes pratiques qui sont reconnues aux niveaux international et national (provincial/territorial/régional). Le présent document *Guide d'orientation fédéral sur l'estimation des dommages causés aux bâtiments et aux infrastructures par les inondations version 1.0*, vise ainsi à fournir un résumé des pratiques courantes utilisées par les professionnels qualifiés des provinces ou territoires canadiens et à leur présenter les pratiques recommandées pour estimer les dommages causés par les crues (principalement inondations riveraines).

Ce document fournit des conseils techniques et sert de ressource pour les ingénieurs, scientifiques, assureurs et planificateurs municipaux impliqués dans l'estimation des dommages attribuables à une crue. De plus, on y retrouve de plus amples informations sur l'ensemble des risques d'inondation et leur effet sur les dommages subis attribuables à une crue. Les objectifs spécifiques du présent document sont les suivants :

1. Décrire l'ensemble des risques d'inondation et les facteurs influençant les dommages attribuables à une crue;
2. Décrire les différentes méthodes disponibles pour estimer les dommages causés par les inondations — principalement riveraines;
3. Fournir des conseils sur la façon d'élaborer et d'utiliser des courbes niveau-dommages, ainsi que des considérations sur leur utilisation, leur exactitude et leurs limites;
4. Fournir des conseils pour la mise en place de correctifs et l'indexation régionale des courbes niveau-dommages.

La portée du présent document se limite à l'estimation des dommages résultant d'une inondation et à l'évaluation des risques avant un événement de crue. Consultez les autres

documents de la série pour obtenir des conseils sur d'autres composantes de la gestion des risques d'inondation au Canada.

2.0 NOTE SUR LA TERMINOLOGIE

Tous les documents de la série « *Guides d'orientation fédéraux sur la cartographie des zones inondables* » utiliseront les définitions suivantes, tirées de l'ouvrage [Un cadre de sécurité civile pour le Canada](#) (CSSC 2017) et des ouvrages publiés dans le cadre du [Programme national d'atténuation des catastrophes](#) (PNAC 2019) :

Inondation : Le recouvrement temporaire par l'eau de terres normalement sèches.

Cartographie des zones inondables : L'étendue et l'altitude des inondations indiquées sur une carte de base, habituellement sous forme de repères de crue sur une carte qui indique la zone qui serait recouverte d'eau, ou la hauteur que pourrait atteindre l'eau dans l'éventualité d'une inondation. Dans le cas de scénarios plus complexes, les données sur les cartes peuvent aussi indiquer les vitesses du courant, la profondeur ainsi que d'autres paramètres de risques et vulnérabilités.

Aléa : Phénomène, manifestation physique ou activité humaine susceptible d'occasionner des pertes en vies humaines ou des blessures, des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement.

Risque : La combinaison de la probabilité d'occurrence et des conséquences d'un risque spécifique soit réalisé; réfère à la vulnérabilité, à la proximité ou à l'exposition aux risques, qui affectent la probabilité d'un impact négatif.

Bien qu'il existe une grande souplesse dans les pratiques de cartographie des zones inondables, la série « *Guides d'orientation fédéraux sur la cartographie des zones inondables* » relève quatre principaux types de cartes qui couvrent un large éventail d'activités de cartographie. Ceux-ci sont :

Cartes de crues d'inondation : Cartes qui montrent l'étendue de la couverture d'eau de crue potentielle pendant les inondations de différentes amplitudes (c.-à-d., les récurrences de crues). Elles visent à aider à la gestion des plans d'urgence pour les communautés situées dans les zones inondables. (Source d'image : Toronto and Region Conservation Authority)



Figure 2. Exemple de carte de crues d'inondation

Cartes des zones inondables : Cartes d'ingénierie qui affichent les résultats des enquêtes hydrologiques et hydrauliques, y compris l'étendue de la plaine inondable de conception réglementaire. Ces cartes sont utilisées à des fins de planification réglementaire liées à l'aménagement du territoire et à l'atténuation des inondations. (Source d'image : Rideau Valley Conservation Authority)

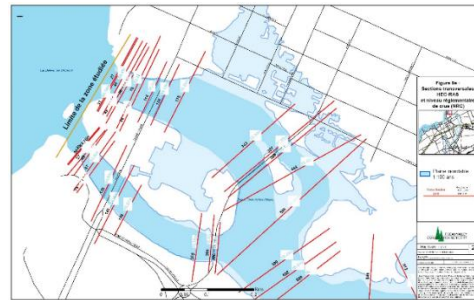


Figure 3. Exemple de carte de zone inondable

Cartes de risques d'inondation : Cartes qui affichent les délimitations de risques d'inondations ou les inondations, ainsi que des valeurs socio-économiques additionnelles, telles que la perte potentielle ou les niveaux de vulnérabilité des biens. Ces cartes servent à indiquer les conséquences sociales, économiques et environnementales des communautés lors d'une inondation potentielle. (Source d'image : Toronto and Region Conservation Authority)



Figure 4. Exemple de carte de risques d'inondation

Cartes de sensibilisation aux inondations : Carte servant de moyen de communication pour informer la population sur les antécédents d'inondations dans leur secteur, ainsi que les probabilités d'occurrence d'inondations futures et les risques que de telles inondations poseraient aux propriétés résidentielles, aux entreprises, au patrimoine culturel, aux infrastructures et à la vie humaine. Ces cartes de type affiche ou présentées sous une forme interactive en ligne offrent une gamme de contenu supplémentaire, tel que des photographies, du texte descriptif et des graphiques. (Source d'image : Grand River Conservation Authority)

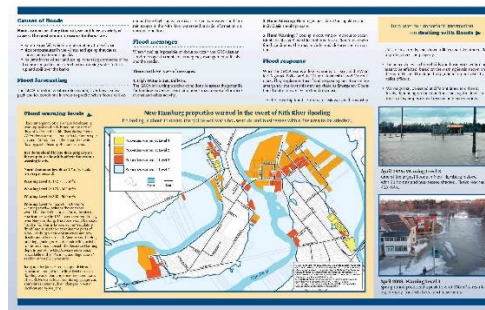


Figure 5. Exemple de carte de sensibilisation aux inondations

Aux fins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent également :

Dommages aux contenus : désigne les dommages faits aux contenus amovibles compris dans une structure;

Courbe profondeur-dommages : voir pour courbes niveau-dommages;

Crue nominale : Intensité donnée d'une utilisée à des fins de conception, y compris pour délimiter les zones inondables. Au Canada, la crue de PDA de 0,01 est la crue

nominale minimale utilisée pour la délimitation des zones inondables et plusieurs administrations utilisent des crues nominales de plus grande ampleur (p. ex., crue de PDA de 0,005) ou bien des pluies de conception. La crue nominale est habituellement exprimée comme un débit en mètre cubique/seconde, et on a ensuite recours à une analyse hydraulique pour calculer la hauteur et l'étendue de crue correspondante, et vitesse (si vous utilisez la modélisation 2D ou 3D).

Dommages directs : dommages qui se produisent immédiatement et qui peuvent être directement attribués à une inondation de crue. Les dommages directs comprennent ceux causés aux infrastructures publiques et aux biens privés;

Hauteur du rez-de-chaussée : hauteur du rez-de-chaussée qui se trouve au-dessus du niveau du sol (figure 6);

Niveau du sol : l'élévation la plus élevée du bâtiment qui peut être déterminée à l'aide d'un MNA dérivé du LiDAR, d'études au niveau du sol ou de cartes topographiques détaillées (figure 6);

Dommages indirects : ils surviennent à la suite des effets directs d'une inondation, mais sont plus difficiles à quantifier, des exemples comprennent la réduction de l'activité économique, les difficultés financières individuelles, les répercussions négatives sur le bien-être social d'une collectivité et les impacts perturbateurs;

Dommages immatériels : dommages difficiles à évaluer monétairement, comme le stress émotionnel, la maladie ou la perte de vie;

Résilience : stratégies de réduction des effets reliés aux inondations axés sur la prévention et la préparation;

Niveau-dommages : terme interchangeable avec hauteur-dommages qui décrit la relation mathématique unidimensionnelle entre la profondeur d'eau au-dessus ou au-dessous du rez-de-chaussée d'un bâtiment et la quantité de dommages qui peuvent être attribués en raison de ce niveau d'eau (figure 7). Ils représentent généralement les dommages moyens encourus par un ensemble de bâtiments ayant des propriétés similaires en raison d'inondations ayant eu lieu dans une collectivité donnée;

Niveau-dommages empirique vs niveau-dommages synthétique : les modèles empiriques utilisent une approche axée sur les données, en s'appuyant sur des ensembles de données relatives aux dommages réels provenant d'événements antérieurs afin d'établir la relation entre la vulnérabilité des bâtiments et l'enregistrement de données sur les dommages encourus par un événement de crue. Les courbes synthétiques sont quant à elles générées à partir d'une approche conceptuelle et de connaissances spécialisées, en formulant des hypothèses et des suppositions sur les dommages potentiels liés à des composantes spécifiques du bâtiment (McGrath *et coll.*, 2019).

Absolu vs Relatif : une perte économique absolue (sur le plan des devises) ou une perte relative (pourcentage de la valeur de remplacement estimée d'un bien) de la structure et des contenus d'un bâtiment. Au Canada, la plupart des courbes niveau-dommages sont construites en utilisant la valeur absolue, tandis qu'aux États-Unis, l'approche relative est la plus courante.

Dommages structurels : désigne ceux causés à un bâtiment et à ses composantes qui ne sont pas emportées par une personne lors d'un déménagement, par exemple : le générateur à air chaud, le radiateur à eau chaude, la moquette fixe. (IBI Group et Golder Associates, 2015)

Dommages matériels : ceux auxquels une valeur monétaire peut être attribuée.

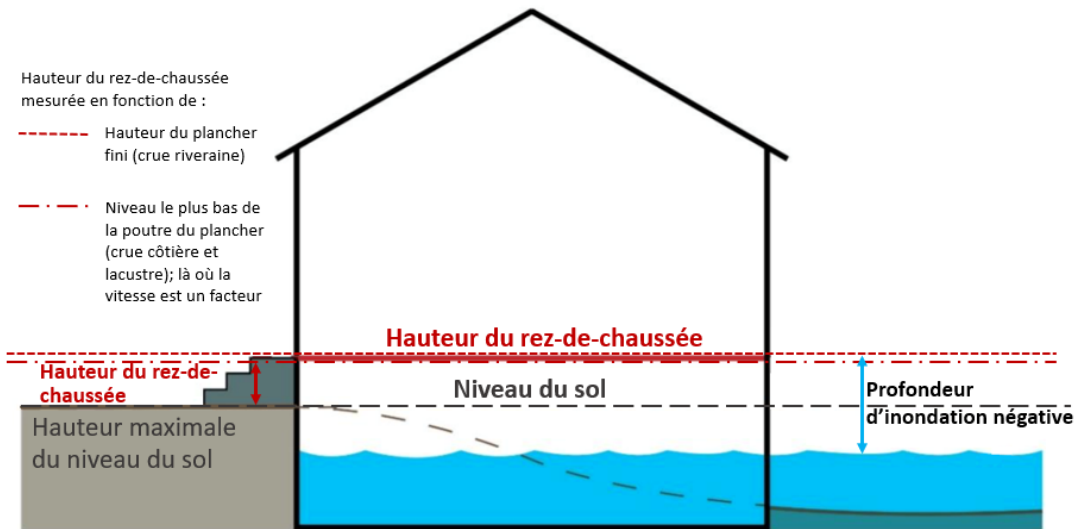


Figure 6. Mesures des bâtiments utilisées pour déterminer la profondeur de crue

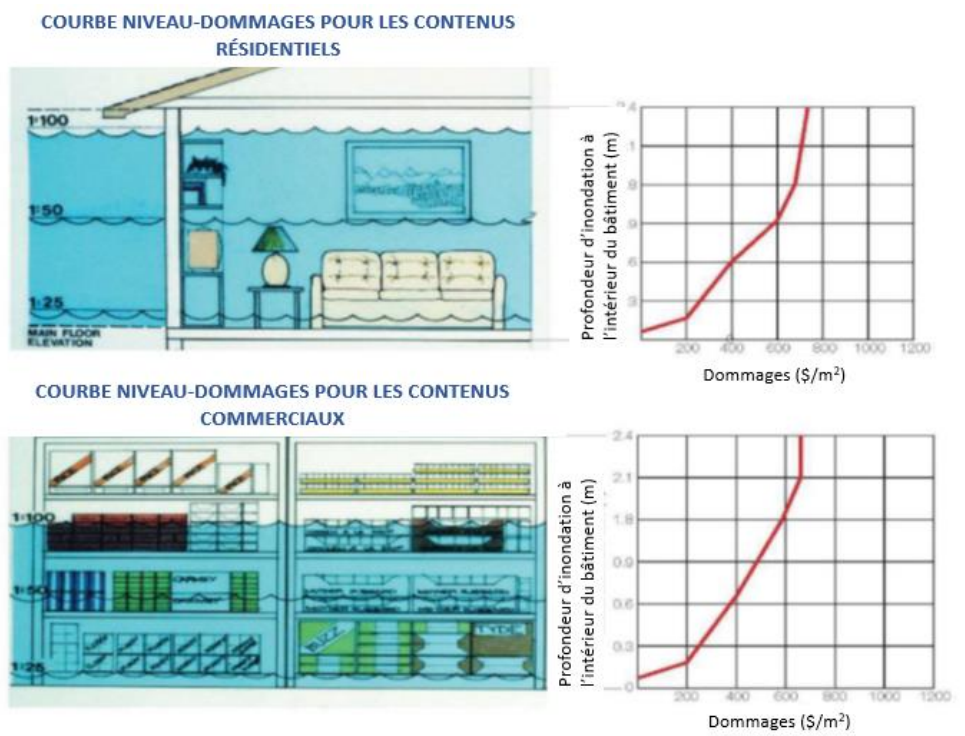


Figure 7. Exemple de courbes niveau-dommages pour les contenus résidentiels et commerciaux

(source : Groupe IBI, 2015)

3.0 PRATIQUES GÉNÉRALES

Les pratiques décrites dans le présent document sont présentées dans chaque section du rapport sous forme de tableau. Le tableau 1 comprend un résumé des pratiques générales. Des informations supplémentaires sont retrouvées dans l'appendice 1.

Numéro	Pratiques générales
1	Dresser le scénario d'inondation et effectuer une simulation de profondeur. Consulter le document « Procédures hydrologiques et hydrauliques fédérales pour la délimitation des zones inondables », pour obtenir les détails nécessaires à l'élaboration d'une carte de profondeur d'eau.
2	Collaborer avec la communauté locale pour dresser l'inventaire des éléments qui pourraient être touchés, y compris les bâtiments, les infrastructures, la population, etc.
3	Identifier les fonctions niveau-dommages locales existantes. Développer de nouvelles fonctions si les ressources le permettent, ou le faire pour des fonctions similaires au niveau régional.

4	Établir et utiliser un mécanisme de vérification interne et d'examen des fonctions niveau-dommages choisies ou élaborées et appliquer les correctifs futurs ou l'indexation régionale au besoin.
5	Déterminer les outils logiciels appropriés en fonction de la portée du projet et des résultats attendus.
6	Prévoir un plan de communication pour la diffusion des résultats, des graphiques et des cartes dans le cadre des activités du projet.
7	Préparer un rapport de projet qui comprend une description des éléments suivants : <ol style="list-style-type: none"> 1. L'objectif de l'étude (la portée de l'évaluation des dommages); 2. Les limites (y compris l'incertitude, les risques, les exonérations de responsabilité et les recommandations pour les études à venir); 3. Les sources de données; 4. La méthodologie; 5. Les hypothèses; 6. Les résultats; 7. L'évaluation des méthodes et des modèles; 8. La révision technique et les constatations découlant de l'examen.

Tableau 1. Pratiques générales recommandées pour l'estimation des dommages attribuables à une crue

4.0 ENSEMBLE DES RISQUES D'INONDATION ET FACTEURS INFLUENÇANT LES DOMMAGES

Cette section contient une description des types d'inondations qui peuvent être vécues au Canada, les facteurs qui susceptibles d'accroître les dommages causés par les inondations et certaines mesures relatives à la résilience qui peuvent être mises en place pour réduire les risques d'inondation et de dommages. Cependant, les renseignements présentés dans cette section ne constituent pas une liste exhaustive de tous les facteurs qui peuvent causer, influencer, intensifier ou atténuer les événements de crue.

4.1. Types d'inondation

Plusieurs types d'inondations peuvent survenir au Canada, selon le contexte local (tableau 2).

Type	Description
Crue de grands lacs	Une augmentation soudaine et anormale du niveau du lac associée à un événement pluvio-hydrologique.
Crue éclair	Une crue de courte durée et de montée brusque, où l'eau se déplace rapidement, en transportant de grandes quantités de débris. Elle peut être fluviale, pluviale ou à la suite d'un événement météorologiques extrêmes comme les orages violents, les ouragans ou les tempêtes tropicales.
Embâcle	Des morceaux de glace se regroupent pour bloquer l'écoulement d'une rivière à la hauteur d'un élément naturel ou artificiel. Des inondations peuvent survenir en amont du blocage ou en aval lorsque l'embâcle se brise.
Inondation des eaux souterraines	En raison de la montée de la nappe phréatique.
Onde de tempête et inondation côtière	Lorsque l'eau de mer inonde les basses terres alors qu'elles sont normalement sèches. Cette situation peut se produire en cas d'inondation directe, de déversement au-dessus d'une barrière ou de franchissement d'une barrière.
Pluviale	Une crue pluviale ou des eaux de surface se produit lorsque de fortes pluies créent une inondation, indépendamment d'un plan d'eau en débordement.
Riveraine (fluviale)	Un niveau d'eau augmenté au-delà de la capacité du chenal d'un cours d'eau, qui peut être plus ou moins naturel.
Seiche	Une période d'oscillation d'un plan d'eau clos peut entraîner de grandes vagues.
Tsunami	Une série de vagues causées par des tremblements de terre ou des éruptions volcaniques sous-marines.
Urbaine	Lorsque les précipitations ou la fonte des neiges surchargent le système de drainage urbain, ou lorsqu'il n'y a pas suffisamment de voies d'écoulement terrestre pour éloigner l'eau.

Tableau 2. Types d'inondations

4.1.1. Inondations fluviales

Les facteurs qui causent couramment des inondations fluviales sont la fonte des neiges et les embâcles. Les crues fluviales peuvent se mettre en place lentement où les eaux s'écoulent à une faible vitesse au-delà des berges de la rivière ou bien à la suite d'une inondation éclair (voir [section 4.1.5](#)). Les caractéristiques des inondations qui influencent le niveau de dommages comprennent : la superficie touchée, la profondeur, la durée, la vitesse des eaux, le taux d'augmentation de la hauteur d'eau, le moment d'occurrence, la présence de

contaminants et la nature salée ou douce de l'eau. Il est possible d'utiliser les courbes niveau-dommages typiques (voir la [section 7](#)) pour évaluer les dommages causés par ce type d'inondation. Cependant, des courbes spécialisées et des considérations particulières sont nécessaires pour des événements fluviaux de type inondation éclair.

4.1.2. Inondations pluviales

Les inondations pluviales sont généralement liées à une mauvaise gestion des eaux de drainage ou des eaux de ruissellement et entraînent des poches d'inondation qui peuvent être éloignées du ruissellement de surface typiquement compris dans la zone inondable. La méthode d'estimation des dommages est similaire à celle utilisée dans un contexte d'inondation fluviale.

4.1.3. Crue des eaux souterraines

La crue des eaux souterraines peut survenir lorsque les niveaux d'eau dans les sédiments aquifères augmentent en raison des gradients hydrauliques induits par les niveaux élevés des eaux de rivières, les précipitations et la fonte des neiges. La hausse de la nappe phréatique qui en résulte peut toucher les zones construites sous le niveau du sol, comme les sous-sols et les garages à stationnement souterrain, que ce soit directement par infiltration entre les fissures structurelles et les ouvertures, ou par des voies artificielles, créées par une infrastructure souterraine d'eau, d'eaux de ruissellement et d'eaux usées (IBI Group et Golder Associates, 2016). Une nappe phréatique élevée peut également affecter les propriétés supérieures à la teneur lorsque les niveaux d'eau souterraine sont suffisamment élevés au fur et à mesure que le ruissellement peut se produire. Des courbes niveau-dommages typiques pour les sous-sols et les infrastructures souterraines (voir la [section 7](#)) peuvent être utilisées pour évaluer les dommages causés par ces types d'inondations, souterrains et pluviales.

Les sous-sols qui sont inférieurs à l'élévation de l'eau en crue subiront des dommages. Pour tenir compte des dommages potentiels attribuables à une crue, une zone adjacente est délimitée en fonction de la distance de deux unités d'habitation ou d'une distance de plus de 75 m à partir de la ligne d'inondation de projet (consulter la [figure A-1](#), l'annexe 1).

4.1.4. Inondations côtières, crues de grands lacs et ondes de tempête

Les inondations dans les zones côtières peuvent être causées par plusieurs facteurs, selon l'emplacement et les conditions climatiques locales de la collectivité, dont il est question plus en détail à l'[annexe 2](#). Il en est de même pour les grands lacs, qui peuvent également être sujets à des ondes de tempête, l'action des vagues et des météo-tsunamis localisés causés par des glissements terrestres et sous-marins ou seiches.

La hauteur des vagues est définie comme la distance verticale entre le creux et la crête d'une vague. Dans les zones côtières, les vagues sont irrégulières (en termes de direction, de hauteur et de longueur d'onde) et sont donc caractérisées par des conditions « d'état de la mer ». La hauteur significative des vagues est couramment utilisée pour la représentation

statistique de l'état de la mer, où elle correspond à la moyenne du tiers le plus élevé des hauteurs des vagues dans cet état.

Les forces d'inondation comme les débits à grande vitesse, les grosses vagues, l'érosion et les débris flottants peuvent endommager les structures et infrastructures (Federal Emergency Management Agency, 2006). De puissantes forces dynamiques venant de débits élevés peuvent causer la destruction complète des structures et de leurs contenus. Les courbes niveau-dommages typiques ne tiennent pas compte de la vitesse, où une attention particulière est requise (voir la [section 4.2.2](#)).

Les inondations par ondes de tempête représentent une plus grande menace pour les collectivités côtières que l'élévation du niveau de la mer à elle seule. Les collectivités côtières font déjà face à des niveaux d'eau extrêmes associés à la variabilité du climat (par exemple, l'oscillation australe El Niño/La Nina) et aux inondations par ondes de tempête. On s'attend à ce que les risques associés à ces événements augmentent à mesure que le niveau de la mer augmente. Les propriétés et infrastructures résidentielles, commerciales, institutionnelles et municipales de ces régions sont vulnérables, et les collectivités commencent à agir pour réduire les risques avec la mise en place de mesures d'adaptation telles que la protection des rives (Lemmen et coll., 2016).

Les ondes de tempête peuvent causer des dommages coûteux aux infrastructures et isoler les collectivités côtières par l'endommagement des réseaux de transport (Lemmen et coll., 2016).

4.1.5. Crues éclairs

Les crues éclairs, qui peuvent être causés par les brèches ou défaillances de barrage et de digue peuvent entraîner des débits à grande vitesse. La force dynamique de déplacement de l'eau provenant des crues éclairs ou autrement des écoulements à grande vitesse peut causer, ou contribuer à, la défaillance d'une structure si la vitesse et la profondeur de l'inondation interagissent pour produire des pressions qui dépassent la résistance des éléments structuraux et/ou des fondations. De grandes pertes peuvent être attribuées aux inondations destructrices à débit rapide.

4.2. Caractéristiques influençant les dommages

Cette section porte sur certains facteurs pouvant influencer et/ou augmenter les dommages subis à partir d'une inondation. Il est à noter que bon nombre d'entre eux peuvent ne pas être pris en compte dans les logiciels d'estimation des dommages ou les outils d'évaluation des risques.

4.2.1. Effets des changements climatiques

Inondations côtières

Certaines zones côtières de faible altitude courent maintenant et à l'avenir un risque élevé d'érosion et d'inondations côtières, en raison de l'élévation du niveau de la mer et des modifications possibles dans l'intensité et la fréquence des phénomènes météorologiques

violents causés par les changements climatiques. « La projection mondiale moyenne du niveau de la mer pour le RCP8.5, le scénario d'émissions le plus important, en 2100, est de 74 cm (l'intervalle entre 5 % et 95 % représente de 54 à 98 cm) » (Traduction du document de James et coll., 2014).

Les taux significatifs et historiques de changements du niveau relatif de la mer, grandement liés aux ajustements isostatiques glaciaires, sont très variables d'un bout à l'autre du Canada (p. ex., l'augmentation du niveau de la mer à Halifax, en Nouvelle-Écosse, s'élève à > 3 mm/année, et la chute du niveau de la mer à Churchill, au Manitoba, au cours du siècle dernier est > 9 mm/année). Ainsi, l'identification des effets de l'élévation accélérée du niveau de la mer associée aux changements climatiques en fait un grand défi (Lemmen et coll., 2016).

La perte de glace de mer dans l'Arctique et au Canada Atlantique accroît d'autant plus le risque de dommages à l'infrastructure côtière et à l'écosystème en raison d'une augmentation de l'intensité des ondes de tempête et des vagues (Greenan B.J.W et coll., 2018).

Inondations fluviales et pluviales

Si l'on considère le Canada dans son ensemble, et d'après les données disponibles aux stations météorologiques, il ne semble pas y avoir de tendances décelables en ce qui concerne les précipitations extrêmes de courte durée (Zhang et coll., 2019). Des tendances significatives peuvent être observées à certaines stations, mais le nombre de sites en présentant n'est pas supérieur à ce que l'on pourrait s'attendre du hasard (Shephard et coll., 2014; Mekis et coll., 2015; Vincent et coll., 2018). Dans l'ensemble, un plus grand nombre de stations ont enregistré une augmentation plutôt qu'une diminution de la quantité la plus élevée de précipitations ayant eu une durée d'une journée chaque année. Bien que les précipitations estivales puissent diminuer dans certaines régions, il est attendu que les précipitations augmentent dans la majeure partie du Canada.

L'absence de changement détectable dans les précipitations extrêmes au Canada n'est pas nécessairement une indication qu'elles n'ont pas changée. D'une part, cette information est incompatible avec l'augmentation observée quant aux précipitations moyennes. Étant donné que la variance des précipitations est proportionnelle à la moyenne et qu'il y a une augmentation significative des précipitations moyennes, on s'attend à ce que les précipitations extrêmes augmentent. D'autre part, le changement attendu en réponse au réchauffement climatique peut être faible par rapport à la variabilité interne naturelle. Le réchauffement a entraîné une augmentation de l'humidité atmosphérique, ce qui devrait mener à ce que les précipitations extrêmes augmentent si d'autres conditions, comme la circulation atmosphérique, demeurent les mêmes (Zhang et coll., 2019).

Le moment où l'on enregistre l'écoulement fluvial saisonnier maximal suivant la fonte des neiges se produit plus tôt dans l'année, en raison de l'augmentation des températures (Bonsal,

2019). L'on prévoit que ces changements saisonniers se poursuivront, et que la dérive correspondante passera de régimes dominés par la fonte des neiges vers des régimes qui le sont par les précipitations. À l'avenir, les débits annuels devraient augmenter dans la plupart des bassins situés plus au nord, mais diminuer dans les régions continentales intérieures situées au sud, bien qu'aucune tendance constante n'ait été identifiée quant aux débits annuels. La manière dont la hausse prévue des températures et la réduction de la couverture de neige interagiront pour influencer la fréquence et l'ampleur des inondations futures liées à la fonte des neiges demeure incertaine (Bonsal, 2019).

4.2.2. Vitesse

Une vitesse de débordement de 3 m/s agissant sur une profondeur de 1 m peut créer une force suffisante pour dépasser la capacité de conception d'un mur résidentiel typique (Paragon Engineering Limited, 1985). L'on suppose en général que les vitesses d'écoulement inférieures à 0,6 m/s sont faibles, à l'[annexe 3](#). Bien que l'information provenant des études existantes puisse être appropriée pour la création de courbes de dommages dans la plupart des situations, il peut être souhaitable d'effectuer des calculs précis pour les bâtiments aux caractéristiques particulières situés dans la zone d'étude, en tenant compte des matériaux de construction uniques, du type de sol, du couvert végétal et de la pente (Ontario Ministry of Natural Resources, 1997).

4.2.3. Glace

La glace peut causer des dommages de plusieurs façons : inondation en amont d'un embâcle (habituellement à faible vitesse), inondation à grande vitesse lorsque ce dernier cède, et endommagement des structures près de la rivière après sa rupture. Des embâcles peuvent se produire dans les méandres naturels de la rivière ou à des endroits créés par l'homme (p. ex., les semelles du pont).

Des événements fréquents d'inondations (avec une faible période de retour) mènent généralement de faibles dommages causés par la glace, puisque la glace est principalement confinée au chenal principal pendant ces événements (IBI Group et ECOS, 1982). Pour ce qui est des événements de crue moins fréquents (avec une période de retour élevée), la glace peut entrer en collision avec les structures situées près de la rivière. Étant donné que ces structures subiraient déjà de graves dommages causés par la profondeur de l'inondation, quelle que soit l'influence de la glace, les dommages progressifs dus au contact avec la glace seraient minimales (IBI Group et ECOS, 1982).

La glace peut être poussée jusqu'à plusieurs mètres au-dessus des eaux de crues par l'écoulement de l'eau et le vent. L'accumulation de charges sur les sous-structures (telles que les structures soutenues par pieux) est beaucoup plus importante sous la glace et les débris qu'avec les débits d'eau claire. La glace peut en outre aussi endommager les structures à travers les cicatrices et les charges de choc (contrairement à l'eau de crue seule). Dans certains cas, la banquise côtière peut toutefois atténuer les ondes de tempête et réduire les dommages.

De plus, les eaux de crue en période de gel peuvent causer des dommages supplémentaires aux maisons lors de la formation d'embâcles (Burrell *et coll.*, 2015).

4.2.4. Durée

Plus une inondation dure longtemps, plus les dommages matériels et ceux encourus par la population et les entreprises (due à l'interruption) sont importants.

Au Royaume-Uni, la durée est généralement considérée comme courte si l'inondation est inférieure à 12 heures et longue si elle est supérieure à 12 heures (Penning-Rowsell *et coll.*, 2003). Aux États-Unis, la FEMA définit les inondations de longue durée comme étant d'au moins 72 heures. Tant au Royaume-Uni qu'aux États-Unis, des courbes niveau-dommages distinctes ont été élaborées pour les propriétés résidentielles, selon que les événements soient de courte ou longue durée.

En plus de la durée de l'inondation, le temps de réparation est également important. Si les matériaux saturés ne sont pas retirés et/ou séchés rapidement (24 à 48 heures), la probabilité de croissance des moisissures augmentera et entraînera des dommages accrus (FEMA, 2005).

4.2.5. Sédiments et débris

Les coûts de l'enlèvement des sédiments déposés dans les structures résidentielles et commerciales devraient être intégrés dans l'estimation des dommages structurels; et le coût lié au retrait des sédiments déposés sur les routes devrait quant à lui être inclus dans les dommages indirects causés au réseau routier et aux infrastructures (IBI Group et ECOS, 1982).

Au-delà du nettoyage des débris après la crue, les sédiments et les débris peuvent causer des dommages supplémentaires pendant l'inondation en raison de l'érosion, de l'affouillement, etc.

4.2.6. Contaminants

Les contaminants, tels que les produits chimiques toxiques et les eaux usées, peuvent exacerber les dommages causés par les inondations. Les risques découlant de ces contaminants comprennent l'augmentation des dangers vis-à-vis de l'environnement et la maladie (Erickson et Brooks, 2019). Les maladies bactériennes peuvent poser des risques importants pour la santé de la population. Les produits chimiques et les gaz toxiques présents dans les eaux de crue peuvent poser de graves risques à la santé humaine. Après les inondations liées à l'ouragan Harvey à Houston, au Texas, il a été observé que plus de 40 sites auraient rejeté des polluants dangereux (Erickson et Brooks, 2019).

4.2.7. Eau salée/douce

Les inondations causées par l'eau salée peuvent accroître les dommages, ce qui est pertinent dans les zones côtières. La présence de sel augmente la conductivité de l'eau et accélère sa capacité à corroder les métaux et à décomposer les matériaux organiques. Dans les régions côtières, cette situation peut également avoir une incidence sur l'équilibre chimique naturel du

sol entourant une propriété et pourrait entraîner des problèmes structurels au niveau des fondations. Il pourrait convenir d'élaborer des courbes niveau-dommages distinctes qui tiennent compte des répercussions de l'eau salée.

4.3. Stratégies de réduction des dommages

De nombreuses stratégies peuvent être utilisées pour accroître la résilience face aux événements de crue. Quelques options sont énumérées dans la liste ci-dessous, qui n'est pas exhaustive. Une description détaillée des stratégies de résilience pourrait être prévue dans le document intitulé *Guide d'orientation fédérale de l'aménagement du territoire dans les zones à risque d'inondation* qui sera publié prochainement.

4.3.1. Systèmes d'avertissement des crues

La prévision des crues, les avertissements et les mesures d'urgence constituent quelques-unes des techniques les plus efficaces pour réduire les pertes dues aux inondations. Une fois les données d'entrée initiales assemblées, elles ont des incidences négligeables sur l'environnement et peuvent être mises en œuvre en peu de temps. Ces mesures offrent également un niveau élevé de flexibilité et peuvent être ajustées en fonction des conditions futures qui changent. Ils contribuent aussi à la sensibilisation et à la responsabilisation des résidents.

Si l'on dispose d'un délai d'avertissement suffisamment long et qu'une bonne campagne de sensibilisation du public a été mise en place, les dommages totaux attribuables à une crue peuvent être considérablement réduits par les initiatives des propriétaires (voir l'[annexe 4](#)). En fait, l'une des mesures les plus avantageuses et les plus rentables qu'un résident ou une entreprise peut prendre consiste à déplacer ses articles à un niveau plus élevé. Les recherches démontrent que les collectivités qui connaissent la fréquence des crues subissent moins de dommages que les collectivités qui n'ont pas été touchées par une grave inondation de mémoire récente (Stewart, 2007).

4.3.2. Règlements municipaux

Au niveau municipal, des règlements locaux peuvent être utilisés pour réglementer l'aménagement du territoire et la construction de bâtiments dans des zones à risque d'inondation. Pour une analyse plus élaborée, consultez le document *Guide d'orientation fédérale de l'aménagement du territoire dans les zones à risque d'inondation*, de la série « Guides d'orientation fédéraux sur la cartographie des zones inondables ». Il est recommandé de cartographier les plaines inondables des collectivités afin d'identifier les zones sujettes à inondation et de délimiter les zones à risque.

5.0 TYPES DE DOMMAGES ATTRIBUABLES À UNE CRUE

Les dommages causés par les inondations majeures peuvent généralement être catégorisés comme étant matériels ou immatériels. Les dommages matériels sont ceux auxquels on peut attribuer une valeur monétaire. Les dommages immatériels sont, quant à eux, les dommages

difficilement quantifiables sur le plan monétaire, comme le stress émotionnel, une maladie ou un décès.

Ce document porte principalement sur la quantification des dommages matériels, qui peuvent par la suite être catégorisés comme des dommages directs ou indirects. Toutefois, certaines méthodes prescriptives servant à estimer un certain nombre de dommages matériels indirects sont également incluses (figure 8). Les dommages directs sont ceux qui se produisent immédiatement et qui peuvent être directement attribués à une inondation de crue. Ils comprennent les dommages causés aux infrastructures publiques et à la propriété privée. Les dommages indirects résultent des effets directs d'une inondation, mais ils sont plus difficiles à quantifier. Ils incluent, par exemple, la baisse de l'activité économique, les difficultés financières individuelles, les répercussions néfastes sur le bien-être social d'une collectivité et les effets perturbateurs. Les dommages indirects sont souvent estimés sous forme de pourcentage des dommages directs.

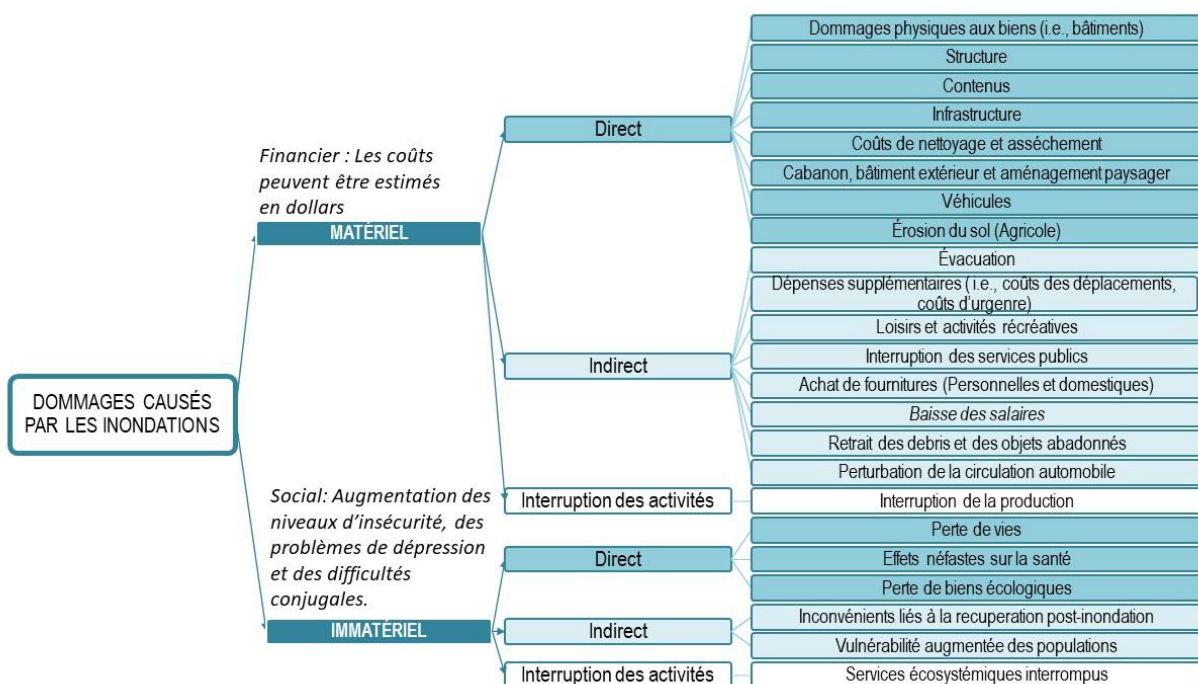


Figure 8. Types de dommages causés par les inondations (liste non exhaustive). (Adaptation de Flood Damage Assessment in Alberta, Best Practices and Guidelines, 2015)

Les dommages attribuables à une crue peuvent être évalués selon une approche tenant compte des répercussions financières ou économiques. Les répercussions financières correspondent à la somme des pertes financières que subissent les personnes ou les organisations à la suite d'une inondation. L'échelle de l'estimation des dommages devrait être définie en fonction de la zone touchée par les inondations. Les résultats de l'évaluation peuvent être utilisés pour appuyer la gestion des crues afin de réduire les dommages causés aux biens et aux personnes. Au-delà des pertes financières, à plus grande échelle, les pertes économiques équivalent donc

à la somme des pertes financières individuelles (et/ou gains), et peuvent servir à modéliser les pertes économiques pour une région.

Dans de nombreuses situations d'inondation, les dommages réels subis sont moins importants que ceux qui sont potentiels, car la collectivité, qui a été suffisamment avertie, peut mettre en œuvre des mesures d'atténuation à l'avance.

5.1. Dommages matériels directs

Il existe plusieurs approches pour estimer les dommages directs causés aux bâtiments par une inondation.

La mise en application de *courbes niveau-dommages* est la méthode la plus courante et la plus acceptée sur le plan international pour l'estimation des dommages matériels directs à l'échelle urbaine. Ces courbes niveau-dommages représentent la relation entre la profondeur d'inondation et l'estimation de la perte économique absolue (sur le plan des devises) ou de la perte relative (pourcentage de la valeur de remplacement estimée de la propriété) de la structure et des contenus d'un bâtiment. Elles peuvent dériver de techniques empiriques (en se fiant aux données d'un événement de crue précédent) ou synthétiques (approche conceptuelle et connaissances spécialisées).

Les *fonctions probabilistes niveau-dommages* dérivent des courbes niveau-dommages. Elles sont fréquemment utilisées pour évaluer les dommages causés par d'autres dangers naturels, p. ex. : ruptures de barrage, séismes, tsunamis et incendies. Les courbes probabilistes expriment la variabilité dans le processus d'estimation des dommages. Ces courbes indiquent la probabilité que les dommages excèdent certains seuils de dépenses (ou états de dommages) selon différents niveaux d'inondation (McGrath *et coll.*, 2019).

Les *relations dommages-fréquence* représentent une autre méthode. Les relations dommages-fréquence peuvent être établies par l'examen direct des dommages commis sur la plaine inondable à la suite d'événements de crue. Si de nombreuses estimations sont disponibles pour une variété d'inondations, une relation dommages-fréquence pourrait être établie à partir des données en reportant les dommages à l'égard de la fréquence de crues ou la période de retour. Cependant, les changements d'affectation des terres au fil du temps réduisent la validité de l'utilisation de telles relations, car les estimations historiques des dommages selon l'utilisation historique des terres peuvent ne pas refléter leur utilisation actuelle ou les coûts de construction et de contenu.

Par ailleurs, une *courbe dommages-fréquence synthétique*, à partir de laquelle les dommages annuels moyens peuvent être estimés pour une zone d'étude donnée, peut également être utilisée pour évaluer les dommages. Il est possible de produire une courbe dommages-fréquence synthétique à partir des relations dommages-fréquence en déterminant hydrologiquement différentes élévations de crues pour des fréquences de crue particulières et en déduisant les dommages qui découleraient de ces événements. Cette méthode de calcul d'une courbe dommages-fréquence synthétique à partir d'une relation dommages-fréquence synthétique est considérée comme la meilleure approche pour obtenir une estimation des

dommages fondée sur les facteurs économiques actuels, et il a été proposé qu'elle soit utilisée partout au Canada.

Bien que les approches mentionnées ci-dessus soient les plus courantes, il existe d'autres méthodes pour évaluer d'autres types de dommages, par exemple l'utilisation d'indicateurs ou d'approximations.

5.1.1. Milieu riverain : Procédure d'estimation des dommages attribuables à une crue

Bâtiments

Les dommages attribuables à une crue dans les zones sujettes aux inondations riveraines peuvent être estimés grâce à une procédure en quatre parties comprenant une analyse hydrologique, une analyse hydraulique, des calculs niveau-dommages et le calcul de l'ensemble des dommages. Cette procédure est résumée à la figure 9

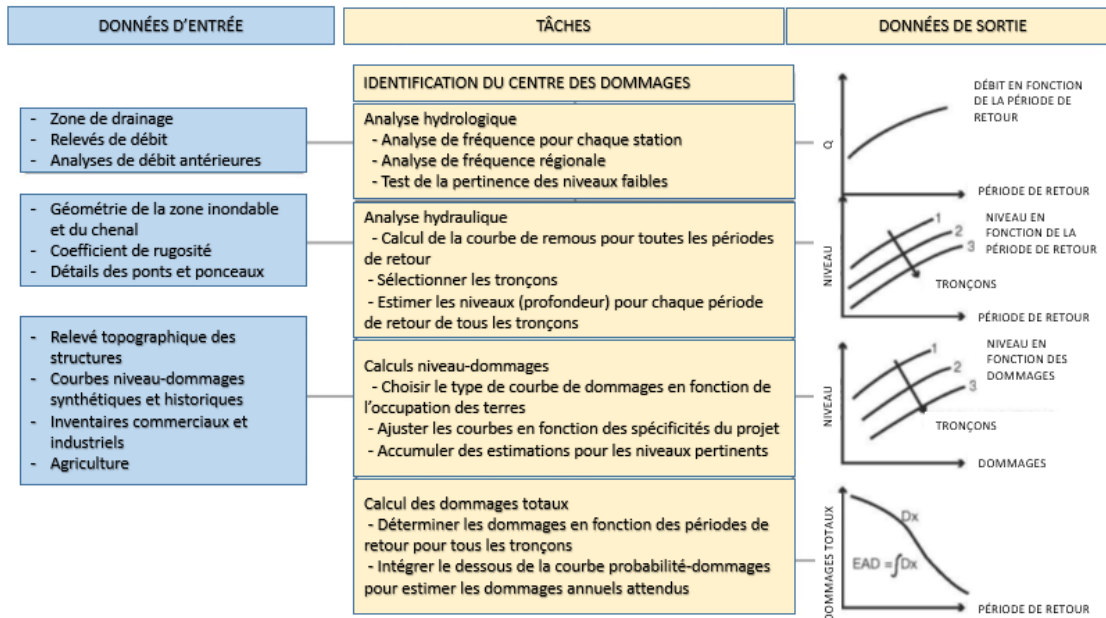
Les débits de crue associés à diverses périodes de retour ou à la probabilité d'événements d'intérêt sont calculés au moyen de l'analyse hydrologique. Vous pouvez trouver des documents de nature technique sur les procédures hydrauliques et hydrologiques pour la préparation de cartes des risques d'inondation dans le document *Procédures hydrologiques et hydrauliques fédérales pour la délimitation des zones inondables*.

Le niveau d'inondation sur chaque propriété dépend de la pente du terrain, l'élévation de la crue et la hauteur des planchers par rapport au niveau du sol, ou à une combinaison de ceux-ci. La pente du terrain peut être établie au moyen d'un MNA dérivé du LiDAR ou encore à partir de relevés au niveau du sol ou de cartes topographiques détaillées. L'élévation de la crue peut découler d'une modélisation hydraulique d'inondations ou d'événements de crue historiques (si disponibles). On peut obtenir les hauteurs des planchers au-dessus du niveau du sol en consultant les dossiers d'approbation pour construire, en effectuant une enquête classique sur le terrain ou en utilisant des vidéos ou des photos à l'échelle de la rue.

Compte tenu d'un inventaire des propriétés touchées par les crues pour une période de retour donnée, ainsi que la profondeur d'inondation à chaque propriété, il est possible d'utiliser des relations niveau-dommages pour estimer la valeur monétaire des dommages directs aux structures et aux contenus. Les dommages indirects peuvent également être estimés.

Le calcul de l'ensemble des dommages implique de calculer le total de ceux-ci pour chaque période de retour propre à un événement de crue en tenant compte des dommages directs et indirects. En conséquence, le total des dommages peut être reporté en fonction de la période de retour ou de la probabilité de ce dernier. Les estimations des dommages peuvent être exprimées en tant que valeur probable des dommages annuels. Les dommages annuels sont extrapolés à partir des courbes de dommages par rapport à celles de probabilité. Répéter l'évaluation en tenant compte de diverses mesures d'atténuation générera différentes valeurs probables de dommages annuels. La réduction des dommages annuels estimés associée à chaque mesure d'atténuation peut être comparée aux coûts de projet amortis sur une base annuelle afin d'appuyer la prise de décision et le choix d'options d'atténuation des inondations

(Paragon Engineering Limited, 1984). L'annexe 1 contient une ventilation des procédures de calcul mentionnées ci-dessus, en regard des dommages attribuables à une crue.



Source: Paragon Engineering "Flood Damages: A Review of Estimation Techniques" - Ministry of Natural Resources (March 1984)

Figure 9. Méthodologie générale de calcul des dommages attribuables à une crue

Dommages à d'autres infrastructures

En plus des bâtiments, de nombreux autres actifs pourraient être exposés aux dommages attribuables à une crue. Par exemple, les infrastructures suivantes peuvent subir des dommages directs et indirects :

- Routes et infrastructures de transport;
- Parcs et installations récréatives;
- Réseaux d'alimentation en eau, d'égouts et d'évacuation;
- Réseaux de communication.
- Puissance électrique
- Systèmes alimentaires / agricoles

Traditionnellement, la plupart de ces actifs étaient de propriété publique. Toutefois, la tendance croissante à la privatisation des services pourrait influencer la méthode d'établissement des coûts utilisée pour évaluer les dommages.

En général, la réparation et le remplacement de routes et de ponts constituent l'élément le plus important des dommages aux actifs publics. L'ampleur des dommages causés dépend de

facteurs liés à l'inondation et à la capacité de la route à résister aux conditions de crue. Parmi les facteurs pertinents, notons à la fois le coût initial des réparations et la possible réduction importante de la durée de vie du revêtement routier en raison de l'inondation.

En général, les coûts d'entretien annuels et autres coûts historiques documentés peuvent aider à établir les coûts spécifiques de dommages locaux. Lorsque ces renseignements ne sont pas disponibles, il peut s'avérer nécessaire d'utiliser les données d'autres études. Selon les circonstances de chaque cas, ces dommages peuvent varier grandement. Les dommages causés aux actifs classés dans la catégorie « autres infrastructures » comptent généralement pour 10 % à 25 % des dommages directs aux structures résidentielles, commerciales et industrielles.

Si les estimations des dommages ou les dommages réels peuvent être déterminés pour une période de retour et une étendue aérienne d'inondation qui sont particulières, les dommages aux infrastructures peuvent être interpolés pour des périodes de retour plus ou moins longues en fonction de l'étendue aérienne de l'inondation (c.-à-d., 75 % ou 125 % de la zone inondée mesurée). Il faut exercer un certain jugement en ce qui concerne les diverses utilisations des terres et les composantes d'infrastructures situées dans les limites de la zone présentant des risques d'inondation.

5.2. Dommages immatériels et indirects

En plus des dommages matériels directs à la propriété, les événements de crue entraînent toutes sortes d'effets secondaires de nature économique, sociale et environnementale. En théorie, l'approche coût-bénéfice à l'évaluation de l'atténuation des dommages nécessite un dénombrement complet des gains/bénéfices et des pertes/coûts associés à un projet (Ganderton, 2005). En pratique, toutefois, il est impossible d'identifier, de quantifier et de monétiser tous les effets potentiels.

La convergence des questions sociales, environnementales et économiques avec l'atténuation des dégâts sous l'égide de l'adaptation aux changements climatiques a favorisé le domaine de l'évaluation des risques. Les répercussions indirectes et immatérielles reçoivent plus d'attention et, dans certains cas, s'avèrent aussi importantes que les coûts directs (Joseph *et coll.*, 2014). Malgré cela, il reste très peu de données utiles pour évaluer les dommages indirects ou immatériels, et il n'existe pas de consensus sur les méthodologies à utiliser (Gall et Kreft, 2013). Cette situation crée un immense écart entre la théorie et la pratique actuelles, ainsi qu'une grande disparité au sein même de la pratique (c'est un sujet de préoccupation).

La principale raison qui pourrait expliquer qu'il n'existe pas d'exemples pratiques d'études qui présentent une théorie sérieuse et détaillée de l'estimation des pertes dues aux catastrophes est le fait que cela nécessite l'utilisation de détails propres à l'emplacement qui ne sont pas facilement transposables. Ainsi, le laps de temps très long et les coûts importants rendent la tâche difficile et les données nécessaires peuvent être inaccessibles.

En raison de ces limites, il est impossible de calculer le « coût total » d'une inondation en additionnant les estimations de toutes les composantes. Cependant, certaines méthodes générales disponibles permettent de tenir compte des répercussions indirectes et immatérielles monétisées, comme il est indiqué dans les sections suivantes.

5.2.1. Dommages intangibles

Les dommages immatériels sont ceux auxquels il est le plus difficile d'attribuer une valeur marchande. Les incidences sur la santé humaine et les dommages à l'environnement ont tous deux des aspects intangibles. Il est difficile de quantifier les répercussions immatérielles causées par les événements de crue. Les inondations ne se prêtent pas bien aux études contrôlées qui relient les caractéristiques des populations et des crues aux résultats (Tapsell, 2009). Les répercussions immatérielles d'une inondation sur la santé et la qualité de vie dépendent en grande partie de variables qui sont indépendantes des caractéristiques de crues, comme l'état de santé antérieure d'une personne, le revenu, le soutien famille et de la collectivité, le niveau de préparation, l'expérience ainsi qu'un grand nombre d'autres comportements et indicateurs sociaux. Un [rapport de 2017 rédigé par IBI Group](#), préparé pour la ville de Calgary, décrit une étude de cas dans laquelle les dommages immatériels ont été évalués.

Santé publique et qualité de vie

Il existe peu de données permettant de caractériser la plupart des effets immatériels des événements de crue ou des contextes en particulier ([IBI Group, 2017](#)). Le processus de quantification des répercussions sur les individus repose sur de nombreuses hypothèses pour chaque variable. De plus, la monétisation de ces répercussions nécessite la formulation d'autres hypothèses ainsi que le transfert de valeurs provenant d'autres sources, la plupart n'ayant aucun lien avec l'inondation ou le contexte local.

Les valeurs monétaires disponibles pour l'ensemble des répercussions proviennent d'une panoplie d'études et contextes, mais qui, en fin de compte, sont toutes basées sur des hypothèses formulées en fonction des résultats des enquêtes sur la volonté de payer (VDP), ou les choix et préférences des gens d'un endroit particulier. On peut obtenir une valeur pour chaque répercussion en effectuant des calculs complexes à partir de ces valeurs, des probabilités estimées et des caractéristiques de crues et de populations. Cependant, cette situation peut brouiller les cartes sur l'origine des données et les hypothèses qu'elle contient. Le résultat final aura une signification discutable ou un lien incertain avec les parties prenantes.

En outre, les incidences monétisées individuellement peuvent donner des valeurs généralement négligeables par rapport aux dommages directs. Des tentatives complexes pour quantifier les blessures, les maladies, les infections et les expositions peuvent également mener à de faibles valeurs. Il ne s'agit pas de suggérer que ces facteurs n'ont pas d'importance, mais plutôt que les risques économiques sont plutôt faibles dans ce cas. Cependant, les incidences sur les ménages touchés sont évidemment considérables.

Deux études sur la VDP liées aux inondations, ainsi que leur applicabilité au Canada, sont résumées à l'[annexe 5](#). Pour le moment, une valeur moyenne de 1 000 \$ CA par ménage par année est recommandée. Ce montant peut être ajusté en fonction des profils des collectivités selon une échelle de risque comptant trois niveaux : faible (700 \$), modéré (1 000 \$) et élevé (1 300 \$). D'autres recherches sont nécessaires pour établir une valeur de VDP canadienne.

Environnement

Les effets durables sur l'environnement dus à la contamination de l'eau qui a résulté des inondations dépendront fortement des caractéristiques des aménagements de la plaine inondable. Les travaux de restauration menés dans les plans d'eau ou à leur proximité qui sont visés par la Loi sur les pêches entraînent des coûts compensatoires pour contrebalancer l'habitat endommagé. On peut supposer que les coûts des mesures compensatoires pour l'habitat des poissons sont représentatifs des dommages monétisés correspondant aux projets de stabilisation des berges. Les valeurs totales des événements antérieurs peuvent être corrélées aux débits pour ces événements et appliquées aux nouvelles données sur les inondations pour chaque période de retour.

5.2.2. Dommages indirects

Les dommages indirects incluent les coûts d'évacuation, les pertes d'emploi, les frais d'administration, la perte nette de profit normal et de rendement des capitaux engagés, la gestion et la main-d'œuvre ainsi que les incon vénients généraux. La meilleure façon d'évaluer les dommages indirects est d'élaborer une liste de vérification des effets potentiels et d'évaluer méthodiquement chacun d'entre eux. Par exemple, la liste de vérification comprendrait le volume de l'utilisation et la durée de l'interruption des services de transport et de communication, le nombre de travailleurs et d'agriculteurs qui dépendent des usines fermées et l'ampleur de la perte d'activités commerciales pendant une urgence provoquée par un événement de crue. On peut estimer l'importance de chaque effet en interrogeant tous ceux touchés lors des inondations récentes et attribuer des valeurs économiques unitaires grâce à une analyse du marché. Finalement, on peut additionner les résultats pour obtenir une valeur totale pour les dommages indirects.

La complexité du processus d'évaluation ci-dessus a conduit les agences à estimer les dommages indirects à partir d'un pourcentage des dommages directs. Les ratios sont choisis en se fondant sur une analyse de la documentation, des données empiriques et de l'opinion d'experts. En ce qui concerne les dommages indirects associés aux bâtiments, tels que l'interruption des activités et les déplacements résidentiels, l'élaboration de courbes niveau-dommages synthétiques constitue une autre approche possible.

Perte calculée selon un pourcentage des dommages directs

Les dommages indirects peuvent constituer de 10 % à 45 % des dommages directs pour des catégories spécifiques d'utilisation des terres, mais sont généralement évalués à 20 %. Le Programme de réduction des dommages causés par les inondations du Canada (Saskatchewan) a estimé les dommages indirects à 20 % de tous les dommages directs. Ce

nombre est conforme aux lignes directrices élaborées par le *U.S. Soil Conservation Service* qui, par le passé, a suggéré les plages suivantes pour les dommages indirects :

- Agricoles : 5 % à 10 %
- Résidentiels : 10 % à 15 %
- Commerciaux/industriels : 15 % à 20 %
- Routes, ponts, voies ferrées : 15 % à 25 %
- Services publics : 15 % à 20 %

Courbes de dommages relatifs à l'interruption des activités

Les répercussions des événements majeurs de crue sur le commerce sont complexes et variées. Les principaux dommages indirects subis par les entreprises sont liés à l'interruption des activités commerciales pendant l'inondation et le processus de restauration, et à l'impossibilité de rouvrir après l'événement (en raison des dommages occasionnés à la structure, à l'équipement et à l'inventaire de l'entreprise; ou en raison de restrictions d'accès attribuables aux évacuations, aux fermetures de routes ou à l'interruption des services publics). Les méthodes d'estimation des dommages matériels indirects associés à l'interruption des activités sont présentées à l'[annexe 6](#).

De nombreux autres facteurs peuvent influencer les dommages indirects des entreprises, y compris, par exemple, l'écart entre le coût des prêts et les fonds d'aide, la relation entre l'entreprise et l'emplacement précis et celle entre l'entreprise et d'autres services et fournisseurs.

Courbes de dommages relatifs aux déplacements résidentiels

Les dommages structurels causés par les eaux de crue, la perte de services indispensables ou les restrictions d'accès attribuables aux évacuations et aux fermetures de routes peuvent tous mener à des déplacements résidentiels. Pendant et après un événement de crue, les résidents touchés devront trouver un autre endroit où habiter et ainsi engager des dépenses personnelles supplémentaires. Ces dépenses peuvent comprendre des repas au restaurant, des produits de première nécessité, des frais d'hôtel et du carburant supplémentaire. Les résidents des bâtiments qui nécessitent des réparations importantes devront habiter un autre endroit pendant une plus longue période et engager des frais de déménagement et de location.

Les coûts des déplacements résidentiels ne sont pas souvent estimés explicitement dans les évaluations des dommages causés par les inondations, mais les hypothèses requises sont relativement simples. Les méthodes d'estimation des dommages matériels indirects attribuables aux déplacements résidentiels sont présentées à l'[annexe 6](#).

Perturbation de la circulation

Les inondations peuvent entraîner d'importantes perturbations de la circulation à cause de la présence d'eau sur la chaussée, des fermetures de routes et des évacuations requises. Les ralentissements de la circulation sont également associés à des coûts financiers et sociaux.

Bien qu'elles soient occasionnellement mentionnées dans la documentation sur les effets d'une inondation, les perturbations de la circulation sont rarement incluses dans les évaluations des dommages attribuables à une crue. Certaines études ont été menées sur l'incidence économique des fermetures de routes en raison d'inondations ou de glissements de terrain, mais très peu sur les crues en milieu urbain. Dans l'ensemble, la modélisation précise des effets d'une inondation sur la circulation n'entre normalement pas dans le domaine de l'estimation des dommages attribuables à une crue, et son exactitude n'est pas garantie, car la valeur attendue est peu élevée par rapport aux autres dommages. Néanmoins, une description des coûts associés aux ralentissements de la circulation est fournie à l'[annexe 7](#), ainsi qu'un ensemble d'hypothèses pouvant être utilisées pour estimer les perturbations à l'égard des véhicules qui circulent à partir des données municipales recueillies sur la modélisation de la circulation.

Élimination des déchets

La plus grande partie des biens endommagés par les inondations est éliminée dans les sites d'enfouissement. Souvent, lors d'une opération de nettoyage d'urgence à grande échelle, le triage des matières recyclables et des déchets dangereux n'est pas effectué correctement. De plus, la pratique actuelle est d'éliminer de nombreux articles qui auraient peut-être été réparés par le passé. Ce contexte représente une grande quantité de déchets pour chaque bâtiment inondé.

L'élimination des déchets engendre des coûts rattachés à la collecte, à l'exploitation des installations, à l'utilisation du terrain et aux effets sur l'environnement.

On suppose que la quantité de déchets post-inondation est liée au total des dommages directs causés aux bâtiments et aux contenus. Le calcul des dommages pour l'enlèvement des déchets peut être effectué en se fondant sur les données sur les inondations passées. Par exemple, les sites d'enfouissement de Calgary facturent normalement 113 \$ par tonne de déchets de base et 170 \$ par tonne de matériaux de construction et de démolition lorsqu'ils font partie d'un chargement mixte (Calgary 2019). En théorie, le montant pour les déchets provenant de chargements mixtes représente les coûts d'enfouissement des déchets liés aux inondations. Un montant supplémentaire de 50 \$ par tonne peut être ajouté pour tenir compte du temps requis par les opérateurs privés pour transférer les déchets dans les sites d'enfouissement. En général, les dommages liés à l'élimination des déchets correspondent à environ 1,7 % de l'estimation des dommages directs causés aux bâtiments et aux contenus.

Lutte contre l'inondation et intervention et rétablissement en cas d'urgence

La lutte contre l'inondation et l'intervention d'urgence exige des efforts considérables de la part des administrations locales et des bénévoles et sont souvent ignorées dans les estimations des dommages; ou encore, elles sont incluses dans les dommages indirects calculés sous forme de pourcentage des dommages directs. Les dossiers municipaux concernant les événements de crue antérieurs représentent la meilleure source de renseignements sur les coûts de cette catégorie. Avec un montant connu pour une période de retour d'inondation donnée ou pour un

événement de crue observé, il est possible d'extrapoler les estimations pour d'autres périodes de retour grâce à des cartes d'inondation. La relation entre le coût et les dommages directs ou la zone aménagée inondée peut être utilisée.

6.0 OUTILS POUR L'ESTIMATION DES DOMMAGES

En Europe et partout en Amérique du Nord, de nombreux modèles d'estimation des dommages et bases de données informatisées sont utilisés pour estimer les dommages attribuables à une crue. La majorité des modèles européens, à l'exception du Royaume-Uni, sont des modèles axés sur la zone qui calculent les dommages en fonction des caractéristiques regroupées de l'utilisation des terres. En Amérique du Nord, les modèles de calcul des dommages sont principalement basés sur les biens, calculant les dommages causés aux bâtiments individuels. Ils comprennent aussi un grand nombre de types de biens et les caractéristiques des dommages attribuables à une crue pour déterminer ces derniers. Les avantages des modèles basés sur les biens sont qu'ils s'ajustent selon la densité et le type de bâtiments, qu'ils peuvent être facilement configurés pour un calcul rapide sur de grandes surfaces et qu'ils permettent l'analyse de scénarios. Les études effectuées à une plus petite échelle dans lesquelles le résultat est fortement influencé par l'estimation des dommages aux biens individuels bénéficieront d'une approche basée sur les biens.

6.1. Analyse à grande échelle

Plusieurs modèles sont utilisés dans l'ensemble du pays pour estimer les dommages attribuables à une crue. Le premier système informatisé d'évaluation des dommages causés par les inondations à être utilisé au Canada a été mis au point dans les années 1980. Un certain nombre d'outils logiciels et leurs capacités sont résumés à l'[annexe 8](#); une grande partie du résumé est basée sur des recherches menées par Lyle et Hund (2017).

Toutes ces approches se sont appuyées sur les courbes niveau-dommages pour estimer les dommages. Les études canadiennes se sont généralement basées sur une méthodologie mise au point par Acres (1968), alors que les études menées aux États-Unis sont plutôt axées sur une méthodologie arrimée avec la *Flood Insurance Administration (FIA)*; Federal Emergency Management Agency, 2016b). Les différences entre ces approches sont mises en évidence dans le tableau 3.

Étant donné que des modifications importantes au Hazus-MH seraient nécessaires pour qu'il puisse être utilisé de manière efficace et précise au Canada, il est recommandé d'adopter l'outil provincial d'évaluation des dommages causés par les inondations, publié par le gouvernement albertain (Alberta Provincial Flood Damage Assessment Tool; PFDAT) et le programme ontarien FLDAM pour les études canadiennes d'évaluation des dommages attribuables à une crue.

APPROCHE ACRES	APPROCHE FIA
Données et expériences canadiennes	Expérience régionalisée aux États-Unis (aucune vérification canadienne)
Unités par type de construction en fonction des catégories architecturales et économiques	Unités par type de construction
Les dommages aux contenus sont évalués au moyen d'une enquête	Les dommages aux contenus sont exprimés en pourcentage de la valeur estimée de la structure
Les dommages structurels sont évalués au moyen d'une estimation détaillée par catégorie	Les dommages structurels sont exprimés en pourcentage de la valeur estimée de la structure
Exige une classification par catégorie	Exige une évaluation personnelle de chaque unité
Les dommages aux contenus ont trait au regroupement des revenus généraux par catégorie d'unités	Les dommages aux contenus ne sont pas liés au revenu
Prends en considération les dommages au sous-sol	Ne tiens pas suffisamment compte des dommages au sous-sol
Évaluation détaillée des courbes de dommages pour les bâtiments non résidentiels	Les courbes de dommages pour les bâtiments non résidentiels sont insuffisamment représentées

Tableau 3. Approche Acres versus approche FIA

Lors de l'utilisation de ces logiciels, il est nécessaire de prendre en considération la source des courbes niveau-dommages utilisées pour l'estimation des dommages. Les courbes niveau-dommages représentent généralement une structure « moyenne » d'une catégorie donnée. Ainsi, lorsque l'on considère une structure unique, l'estimation des dommages contient une incertitude, basée sur l'agrégation des résultats à partir de structures d'un même type, mais ayant des évaluations et des tailles différentes. Cette incertitude croît avec l'augmentation de la profondeur d'eau. Par exemple, un échantillon de courbes niveau-dommages prélevé en Ontario et contenant 76 bâtiments résidentiels à un étage avec un sous-sol a fait ressortir une variabilité d'environ 10 000 \$ à une profondeur d'eau mesurée de 0 m et d'environ 25 000 \$ à une profondeur d'eau de 2,4 m (Paragon Engineering Limited, 1985; McGrath *et coll.*, 2019). Pour les analyses à plus grande échelle (au niveau d'une collectivité, par exemple), on peut s'attendre à ce que les inexactitudes locales soient contenues dans une certaine mesure. De plus, de nombreuses collectivités n'ont pas les ressources suffisantes pour élaborer leurs propres courbes et peuvent choisir d'adapter celles mises au point par d'autres collectivités ou régions. Cette pratique peut aussi conduire à une incertitude additionnelle dans l'estimation des dommages qui en résultent. Il est donc recommandé d'affiner davantage les programmes afin d'intégrer les fonctions souhaitées et d'augmenter la facilité d'usage pour les évaluations futures au Canada.

L'absence d'inventaire détaillé des bâtiments peut entraîner des difficultés dans l'estimation des dommages et l'évaluation des risques à l'échelle du bâtiment ou de la collectivité. Les défis sont en grande partie liés à la qualité des données disponibles et au niveau du traitement des données nécessaires. Pour la plupart des municipalités, ces défis peuvent être facilement surmontés. Cependant, dans les grands centres urbains où les bâtiments sont denses et servent plusieurs fonctions, certaines difficultés peuvent survenir.

6.2. Analyse individuelle des bâtiments

En plus des analyses à grande échelle, les outils décrits dans la section précédente peuvent être élaborés sur la base des objets ou à l'échelle d'un bâtiment individuel. Cependant, les résultats individuels des bâtiments doivent être utilisés avec prudence, surtout si les courbes niveau-dommages proviennent d'une autre région.

Xactimate® est un outil logiciel utilisé pour l'estimation des dommages aux bâtiments individuels, ainsi que pour les évaluations au niveau municipal et le traitement des réclamations. Ce logiciel est utilisé par de nombreuses compagnies d'assurance canadiennes (et américaines) ainsi que par des entrepreneurs en restauration et des experts en sinistres. Le système Xactimate permet la saisie numérique des dimensions des bâtiments, des pièces et des contenus, en plus d'avoir accès à une vaste base de données comprenant des listes de coûts et de prix. Les utilisateurs peuvent aussi téléverser les tarifs régionaux de main-d'œuvre et les listes de prix locales.

6.3. Enjeux et considérations liés aux bases de données

Une bonne conception de la base de données est essentielle à l'estimation des dommages. La conception devrait tenir compte des attributs nécessaires et limiter les options de réponse des utilisateurs par l'intégration de menus déroulants afin de promouvoir la normalisation.

L'un des enjeux majeurs liés au processus d'estimation des dommages est le fait que la valeur d'évaluation contenue dans les dossiers comprend le terrain et les améliorations et, par conséquent, on ne peut pas appliquer les rapports entre la valeur du contenu et celle de la structure (RVCS) qui sont standards, puisque cela entraînerait une surestimation de la valeur du contenu. Dans le cas des bâtiments à logements multiples, il n'existe aucun moyen de ventiler la valeur d'évaluation par unité ou utilisation spécifique de telle sorte que l'on puisse appliquer un RVCS approprié (par conséquent, les méthodologies d'estimation des dommages Hazus-MH et HEC-FDA ne peuvent être appliquées). Les descripteurs de type d'entreprise pour le commerce de détail ne sont généralement pas subdivisés en types particuliers (c.-à-d. chaussures, vêtements, électronique, papier, épicerie) et ne permettent donc pas une fine évaluation des contenus par type de commerce.

Des problèmes courants associés à la qualité des données, et des pistes de solutions sont présentés à l'[annexe 9](#), ainsi qu'une analyse des outils disponibles en ligne pour faciliter la classification des bâtiments. L'élaboration future d'une base de données complète sur les dommages attribuables à une crue bénéficierait de la collecte des renseignements suivants (par exemple, au moyen d'évaluations fiscales).

7.0 COURBES NIVEAU-DOMMAGES

Des dommages aux propriétés et aux contenus résidentiels et commerciaux causés par une inondation lors d'événements de crue peuvent être évalués à l'aide de courbes niveau-dommages. Les dommages directs attribuables à une crue devraient être estimés séparément pour des structures résidentielles et non résidentielles. De plus, les dommages structurels devraient l'être de manière distincte des dommages aux contenus.

Les dommages structurels font référence aux dommages à un bâtiment et à des composantes de bâtiments stationnaires tels que les générateurs à air chaud, les radiateurs à eau chaude, moquettes, etc. Les dommages aux contenus font référence aux dommages aux composantes mobiles dans une structure (McBean *et coll.*, 1986). Les données sur les contenus et les structures devraient être recueillies à partir d'un échantillon représentatif d'unités situées dans une zone définie exposée à des inondations. Les efforts devraient être axés sur l'identification des unités qui sont « typiques » de leurs catégories de résidences en matière de taille, de valeur d'évaluation et de qualité apparente.

Les estimations de base des dégâts devraient refléter les dommages potentiels totaux et ne devraient prendre en considération aucune mesure d'atténuation existante. Essentiellement, cette approche suppose l'échec de structures existantes pour l'atténuation et l'absence de toute mesure non structurelle. Cette méthodologie permet des analyses coûts/avantages d'options d'atténuation proposées en fonction de la condition de base.

Les formulaires de collecte de données utilisés pour l'échantillon des propriétés résidentielles ([annexe 10](#)) et commerciales ([annexe 11](#)) sont inclus.

Élaborées pour la ville de Calgary et figurant dans le rapport publié par IBI Group et Golder Associates en 2015, des courbes niveau-dommages pour les propriétés résidentielles et commerciales sont respectivement incluses à l'[annexe 12](#) et l'[annexe 13](#). L'élément de contenu et la liste de prix utilisés pour les courbes niveau-dommages se trouvent à l'[annexe 14](#).

7.1. Courbes niveau-dommages pour bâtiments résidentiels

Les dommages potentiels varient considérablement en fonction du type d'utilisation (classement des usages des bâtiments), matériaux de construction, techniques et qualité de construction, et la quantité et la nature des contenus situés dans une structure. Il est donc nécessaire de formuler un système de classification capable d'englober des variations considérables au niveau des types d'habitations que l'on trouve dans toute la zone d'étude. En conséquence, des courbes niveau-dommages peuvent être élaborées pour chaque catégorie du système de classification. De nombreux systèmes de classification des bâtiments résidentiels ont été élaborés à partir d'études canadiennes et de projets canadiens. Un résumé et des photographies se trouvent, à titre d'exemple, à l'[annexe 15](#).

Les matériaux de finition extérieure varient quelque peu selon la région : il y a plus de stuc et de revêtements de parement dans les provinces de l'Ouest, on utilise largement la brique en Ontario, alors que le bardage à clin est le matériau prédominant au Québec et dans les

provinces de l'Atlantique. Les matériaux extérieurs ne sont généralement pas pris en considération dans les estimations de dommages attribuables à une crue puisqu'ils n'en subissent que peu ou pas lors d'une inondation riveraine sous des conditions normales. Les écoulements à grande vitesse, la glace et les débris dans les eaux de crue peuvent contribuer à des dommages extérieurs plus importants.

7.1.1. Élaboration des courbes de dommages aux contenus

En général, on recommande que les courbes de dommages aux contenus propres aux régions soient élaborées pour refléter les caractéristiques de la zone d'étude. De plus, les courbes de dommages aux contenus devraient être élaborées séparément pour chaque étage (au niveau du sous-sol et du rez-de-chaussée) et chaque catégorie de structure résidentielle, calculées en fonction des dollars par mètre carré de superficie ($\$/m^2$).

À la suite de l'élaboration de l'inventaire du contenu, les courbes niveau-dommages aux contenus peuvent être calculées pour chaque étage et chaque catégorie d'unité d'habitation à vocation résidentielle. Les préjudices calculés, attribuables à une crue, se produisant à chaque profondeur d'inondation au-dessus du niveau du plancher devraient correspondre à la moyenne sur une base de dollars par mètre carré de superficie.

Dans les zones touchées par les inondations où les grandes maisons unifamiliales de haute valeur représentent un petit pourcentage de l'inventaire total (moins de 1 %), il n'est pas possible d'obtenir un échantillonnage suffisamment grand de l'inventaire du contenu. Dans ces cas, les courbes de dommages aux contenus peuvent être estimées à une *prime de 1,44* au-dessus des prochaines structures de classe d'une catégorie supérieure.

Les outils, les meubles de jardin et le contenu du garage devraient être inventoriés dans le cadre de l'enquête sur le contenu des résidences (IBI Group et Golder Associates, 2015). Pour tenir compte des coûts liés à l'aménagement paysager et au nettoyage de la cour, des précisions sont fournies à l'[annexe 16](#) pour différentes catégories de biens. [L'annexe 16](#) contient également une description d'études dans lesquelles les dégâts externes étaient pris en considération dans les estimations de dommages attribuables à une crue.

7.1.2. Élaboration des courbes de dommages structurels

Les caractéristiques structurelles d'unités résidentielles dans chaque catégorie devraient être déterminées grâce à une inspection sur le terrain par du personnel qualifié constitué d'architectes et à une consultation avec l'industrie du bâtiment locale. Les unités de superficie typiques au sous-sol et au premier étage peuvent être déterminées pour chaque catégorie d'unité résidentielle à partir de données d'évaluation municipale, autrement, les enquêteurs devraient recueillir des renseignements sur les superficies de bâtiments, les finitions extérieures, les périmètres de l'édifice et de la pièce ainsi que les types de finitions intérieures (IBI Group et Golder Associates, 2016).

Les données de superficie moyenne recueillies grâce à des inspections sur le terrain peuvent être combinées pour établir le profil d'unités typiques dans chaque catégorie de résidences.

Les estimations de prix unitaires pour le nettoyage, la substitution et/ou la réparation de matériel endommagés par la crue peuvent être obtenues auprès des fournisseurs et des entrepreneurs locaux. Toutes les courbes de dommages structurels devraient refléter les coûts de nettoyage, des réparations et de restauration estimés sur la base des prix actuels de matériaux et de main-d'œuvre locaux. On devrait aussi y inclure le coût de l'enlèvement des eaux stagnantes résiduelles et des sédiments, l'élimination des articles endommagés, l'assèchement et la désinfection d'éléments structurels, l'inspection finale, ainsi que les tests d'humidité et de contamination résiduelle.

Il est de pratique courante d'enlever et de remplacer tout matériau de protection qui a été en contact avec la crue des eaux relatif à l'assainissement d'éléments résidentiels des inondations. En outre, en raison de la migration de l'humidité vers le haut à travers les matériaux de construction semi-perméables, des niveaux d'humidité ambiante très élevés à l'intérieur des structures, et des probabilités que les moisissures croissent sur les matériaux de finition d'éléments résidentiels, la pratique recommandée et généralement observée consiste à enlever la quasi-totalité de ces matériaux sur les niveaux de plancher qui connaissent une durée et une profondeur d'inondation significative avec une eau de catégorie 3.¹

La quasi-totalité des composantes structurelles principales d'une unité d'habitation typique bien entretenue a une durée de vie utile qui défie l'application de taux d'amortissement arbitraires. En général, la détérioration est principalement liée à l'usage de finitions, revêtements de murs et de sols et matériaux semblables, tant que ceux-ci sont en général bien entretenus dans une maison typique. Par conséquent, aucune estimation de l'amortissement ne doit être appliquée aux valeurs de remplacement et/ou de restauration utilisées pour construire les courbes niveau-dommages pour les structures.

En fonction des caractéristiques et des prix unitaires d'une unité d'habitation, des dommages pour chaque 300 mm d'inondation devraient être estimés pour chaque catégorie d'unité résidentielle, niveaux de plancher, et type structural.

Les dommages aux garages accolés et isolés devraient être inclus pour toutes les classes de bâtiments, excluant les maisons mobiles, les immeubles d'appartements et les tours d'habitation. Les préjudices structurels pour les parcs de stationnement des immeubles d'appartements et des tours d'habitation devraient être calculés séparément sur une base spécifique à la structure.

7.2. Courbes niveau-dommages pour bâtiments non résidentiels

Les dommages aux bâtiments non résidentiels, notamment les établissements commerciaux/industriels et institutionnels, comprennent les dommages à l'inventaire, à l'équipement et au bâtiment, ainsi que les coûts de nettoyage. Comme pour les structures

¹ L'*Institute for Inspection Cleaning and Restoration Certification* définit une eau de catégorie 3 comme une qui est fortement contaminée et qui pourrait causer des maladies graves ou la mort si elle est consommée par les humains (p. ex., eaux usées, crues des eaux à partir des rivières et des ruisseaux, eaux souterraines ou de surface s'écoulant horizontalement dans les maisons).

résidentielles, les préjudices aux contenus et structures devraient être calculés séparément. En raison de la gamme et la diversité des activités associées aux bâtiments non résidentiels, ce groupe ne démontre pas la même uniformité comme le regroupement d'éléments résidentiels. Par conséquent, la catégorisation est beaucoup plus compliquée et cela est nécessaire pour regrouper des types semblables d'activités commerciales.

L'[annexe 17](#) fournit une description détaillée des catégories commerciales/industrielles utilisées dans l'étude d'évaluation des dommages attribuables à une crue de la province de l'Alberta (IBI Group et Golder Associates, 2015). Les courbes correspondantes de dommages d'éléments commerciaux figurent à l'[annexe 13](#) et on peut trouver les descriptions détaillées des activités et hypothèses de restauration utilisées dans la construction de ces courbes et les établissements commerciaux ou industriels représentatifs dans [le rapport](#) publié en 2015 par IBI Group et Golder Associates.

7.2.1. Courbes de dommages aux contenus

Les contenus commerciaux sont principalement composés de l'inventaire. En outre, les estimations des dommages aux contenus commerciaux devraient être fondées sur la portion non récupérable de l'inventaire touché.

En général, les niveaux signalés de capacité à récupérer sont assez bas, reflétant des difficultés de restauration, des préoccupations en matière de santé et de sécurité, et des questions relatives aux coûts similaires à ceux observés pour les contenus résidentiels. Les dommages aux appareils fixes et aux ameublements devraient refléter les coûts de remplacement et les inventaires des contenus commerciaux devraient plutôt refléter les valeurs de remplacement (ventes en gros).

7.2.2. Courbes de dommages structurels

Les courbes de dommages structurels pour les bâtiments non résidentiels étaient élaborées à partir des principes fondamentaux en fonction d'un système de classification en six catégories. Les six catégories au sein du système de classification comprennent les bureaux ou les commerces de détail, les entrepôts industriels, les hôtels ou les motels, le cadre institutionnel, les tours de bureaux, et les parcs de stationnement étagés.

Les courbes de dommages structurels peuvent être construites à l'aide de plans de bâtiments actuels pour déterminer les superficies et les degrés de finition. Les estimations de prix unitaires pour la substitution et/ou la réparation de matériaux endommagés par la crue peuvent être obtenues auprès des fournisseurs et des entrepreneurs locaux. Les courbes de dommages structurels devraient refléter les coûts des réparations ou des restaurations estimées sur la base de ceux qui sont d'aujourd'hui de matériaux et de main-d'œuvre régionaux.

Une différence en ce qui concerne la restauration de structures non résidentielles en comparaison de celles qui sont résidentielles est la pratique de la réhabilitation « au fur et à mesure » comparée à la rénovation de toute une résidence à de faibles niveaux d'inondation. C'est en raison de nombreux facteurs notamment :

- L'utilisation de matériaux plus durables qui ont une capacité supérieure de récupération;
- Le nettoyage et l'assèchement d'éléments structurels sont plus faciles à mettre en œuvre;
- Comme les bâtiments commerciaux sont une entreprise à but lucratif, les propriétaires tentent de minimiser les coûts de réparation et les temps d'arrêt; et
- Les assureurs font preuve d'une grande prudence dans la réhabilitation résidentielle en raison d'une responsabilité potentielle relative aux questions de santé et quant à l'occupation.

Parcs de stationnement étagés sous le niveau du sol

Les parcs de stationnement étagés autonomes situés sous le niveau du sol, ainsi que ceux associés aux bâtiments à bureaux de moyenne et de grande hauteur et résidentiels, constituent une nouvelle catégorie de dommages inédite dans la littérature. Il est suggéré une valeur de 215 \$/m² pour estimer les dommages relatifs aux structures qui appartiennent à cette catégorie (IBI Group et Golder Associates, 2015) comme décrite plus en détail à l'[annexe 18](#). Selon l'heure de la journée, la diffusion ou non d'un préavis et le voisinage, le type et le coût des véhicules qui peuvent être dans le parc de stationnement varieront. Ce facteur peut être pris en considération individuellement.

7.2.3. Dommages en usine

Une enquête sur le terrain d'établissements industriels précis est recommandée en employant le questionnaire type contenu à l'[annexe 11](#). Pour ce qui est de l'enquête, on devrait (Ontario Ministry of Natural Resources, 2007) :

- établir un contact auprès du directeur d'usine ou du contremaître;
- examiner la nature et le placement vertical de tout l'équipement principal et les inventaires avec la personne-ressource;
- déterminer si les inventaires varient en fonction de la saison;
- déterminer la valeur du temps d'arrêt par rapport aux revenus, pour aider à évaluer les coûts indirects;
- évaluer les dommages structurels qui pourraient être subis; et
- pour les cas où un système de prévision des crues existe, déterminer les ajustements à adopter pour diminuer les dommages (une autre mesure du coût indirect).

Si le niveau d'effort ne permet pas de constats de dommages détaillés, on suggère d'employer les relations profondeur-dommage établies par la province de l'Alberta en 2015 pour les propriétés commerciales, industrielles, et institutionnelles (fournies à l'[annexe 13](#)) avec indexation pour tenir compte des divergences d'inflation et des différences régionales entre les coûts.

7.2.4. Dommages agricoles

Les dommages agricoles comprennent ceux aux récoltes, le sol, aux équipements, à la machinerie agricole, aux fournitures de ferme (telles que les engrais et les semences), aux bâtiments de ferme, et la mortalité du bétail. Ils sont principalement fonction du moment et de la durée d'inondation, à l'opposé d'autres dommages qui dépendent en premier lieu de la profondeur de celle-ci. Les pertes associées à des dommages aux récoltes peuvent être indexées au type de culture et à la taille de la zone inondée.

Pour chaque type de culture dans la zone d'étude, les exigences en matière de données comprennent :

- le rendement et la valeur marchande par hectare (acre) de terre;
- le revenu brut sans inondation, calculé à l'aide de prix normalisés rajustés (au besoin) (consulter la [section 8.1](#) pour les rajustements de prix);
- les coûts de production, ventilés par mois;
- la probabilité mensuelle d'inondation en fonction des profondeurs des crues, une valeur qui peut être estimée par un hydrologue;
- les taux mensuels des dommages (font également référence aux fonctions de perte de récolte), jusqu'à concurrence de 100 % de la valeur totale de production de la culture qui est obtenue en fonction de l'historique des inondations en zones agricoles, pour chaque mois au cours duquel elles se produisent (ces valeurs peuvent provenir de revues de littérature et d'entrevues avec des agriculteurs et des spécialistes en agriculture locaux); et
- la surface aérienne.

Les procédures pour l'estimation des dommages aux récoltes, au bétail, aux granges et aux dépendances de la ferme figurent à l'[annexe 19](#). Les recommandations pour le codage à utiliser pour les cultures agricoles, le bétail, les bâtiments et l'équipement sont indiquées à l'annexe 15, au [tableau F-8](#).

7.2.5. Structures et usages uniques

Ce ne sont pas tous les types structurels ou d'utilisations qui cadreront dans les classifications normalisées de nature résidentielle, commerciale et industrielle établies pour l'élaboration de courbes niveau-dommages. Ces structures comprennent des bâtiments très spécialisés comme les hôpitaux et les installations sportives/arénas et des utilisations telles que les terrains de camping, les parcs et les parcours de golf. Dans ces cas, les dommages potentiels devraient être estimés à partir de principes fondamentaux recourant à des instruments de collecte des données pour déterminer les préjudices directs et indirects, semblables aux méthodes employées pour la construction de courbes normalisées de dommages structurels et aux contenus. L'[annexe 20](#) décrit une étude de cas dans laquelle cette méthodologie était employée.

7.3. Limitations relatives aux courbes niveau-dommages

Une brève réflexion sur les incertitudes associées aux systèmes de classification de nature résidentielle et à l'élaboration de courbes niveau-dommages figure à l'[annexe 21](#). Les courbes niveau-dommages sont présentées comme une relation unique pour une quelconque profondeur d'eau, une quelconque valeur en dollars des dommages et excluent d'ordinaire les autres paramètres induisant un dommage tels la vitesse de courant, les débris et les contaminants.

7.3.1. Dommages dus à la vitesse

Lorsqu'on effectue le calcul des préjudices dans les zones où la vitesse est un facteur, la profondeur devrait être calculée par rapport à la partie inférieure de la poutre de plancher au niveau le plus bas (au rez-de-chaussée) dans le cas d'inondations côtières et au lac, alors que la partie supérieure du revêtement de sol au niveau le plus bas est utilisée comme niveau de référence pour ce qui est d'une inondation riveraine (Federal Emergency Management Agency, 2006).

Les calculs précis relatifs aux structures soumises à des vitesses importantes de courant doivent être effectués pour déterminer si une défaillance structurale se produira pour de quelconques caractéristiques d'inondations (Paragon Engineering Limited, 1985). Les fonctions de la FEMA présentant le potentiel d'effondrement de bâtiments comme le résultat de la vitesse et la profondeur des vagues sont indiquées à l'[annexe 3](#).

Pour estimer les dommages dans le cas d'une destruction totale, les dommages structurels et aux contenus qui découleraient d'une inondation devraient être estimés pour le sous-sol et le premier étage et multipliés par une valeur de 2,86. Autrement, le coût de remplacement de la structure peut être estimé à l'aide de la valeur d'évaluation de la propriété dans des conditions normales du marché (moins celle du terrain) et ajoutée à la valeur assurée totale des contenus de la structure. Ces estimations peuvent être converties en une base par mètre carré pour faciliter des analyses plus poussées et le développement de fonctions normalisées relatives aux dommages.

S'il est déterminé qu'on ne s'attend pas à ce qu'une structure s'effondre, alors les dommages peuvent être estimés en fonction d'une inondation seule.

Dans l'éventualité de l'effondrement d'une maison mobile, ou tout autre type d'habitation sans sous-sol, on suppose que les contenus de ces bâtiments ne seraient pas sauvés ou déplacés vers un terrain plus élevé. Les dommages peuvent donc être estimés à l'aide des méthodes décrites à la [section 7.1](#). Notez que les maisons mobiles n'ont pas besoin d'être pondérées pour la valeur du lot, car elles sont généralement louées.

8.0 AJUSTEMENTS FUTURS ET INDEXATION RÉGIONALE

8.1. Mise à jour en dollars de l'année courante

Les courbes niveau-dommages devraient être constamment mises à jour pour représenter les sommes en dollars de l'année courante et tenir compte de l'inflation. En raison de l'inflation, les estimations antérieures des courbes de dommages pourraient ne pas s'appliquer directement à de futurs événements de crue. Toutefois, comme Statistique Canada suit les variations de prix régulièrement, on peut élaborer un indice approprié pour que les estimations de l'année de référence soient mises à jour afin de tenir compte des changements pertinents de prix au fil du temps.

Les estimations des dommages de toute année de référence précédente peuvent être mises à jour pour une autre année de référence. Pour ce faire, l'on multiplie simplement la valeur des dommages par le rapport entre la valeur courante de l'indice et la valeur de l'indice de l'année de référence précédente, comme suit² :

Dommages actuels = dommages de l'année de référence x (indice de l'année courante/indice de l'année de référence)

8.1.1. Mesures disponibles de l'évolution des prix et des dépenses

Différentes procédures sont requises pour l'ajustement de la valeur estimée des dommages aux résidences par rapport à la valeur estimée des dommages aux bâtiments non résidentiels. Il en est de même pour l'ajustement des dommages aux contenus par rapport aux dommages structurels. En conséquence, un certain nombre de mesures associées au changement des prix et des dépenses doivent être utilisées pour ajuster l'estimation des dommages afin que les valeurs soient en dollars de l'année courante. Ces mesures comprennent l'indice des prix à la consommation (IPC), les indices des prix de la construction et l'Enquête sur les dépenses des ménages (EDM). Une description des mesures des prix et des dépenses est présentée à [l'annexe 22](#).

8.1.2. Mise à jour des dommages au contenu résidentiel

L'IPC « ensemble » est un indice agrégatif reflétant la fluctuation des prix d'une série de produits et services achetés par les consommateurs. L'IPC « ensemble » est couramment utilisé pour mettre à jour les estimations des dommages aux contenus d'une année précédente. Toutefois, l'utilisation de cet indice introduit une erreur dans l'analyse des dommages attribuables à une crue, puisque l'inondation ne touche qu'un groupe particulier d'articles qui provient du panier de l'IPC.

Pour tenir compte de cette lacune susmentionnée à l'égard de l'IPC « ensemble », les ajustements peuvent être effectués en sélectionnant uniquement les sous-catégories de l'IPC

² L'indice des prix à la consommation, l'IPC, est un indicateur de la variation dans les prix des biens de consommation et des services sur une période donnée.

d'« ensemble » directement liées aux dommages attribuables à une crue; des valeurs individuelles de l'IPC sont disponibles pour toutes les sous-catégories de l'IPC d'« ensemble ». Cette procédure est décrite à l'[annexe 23](#), bien qu'il ne s'agisse pas de l'approche privilégiée pour la mise à jour des dommages au contenu résidentiel.

Il est important de noter que l'IPC vise à représenter les variations pures du prix des biens normalisés. Il ne tient intentionnellement pas compte des changements sur le plan de la qualité ou la technologie. Les ordinateurs et autres appareils électroniques illustrent cet effet; le prix indicatif d'un ordinateur doté d'une capacité de traitement fixe diminuera considérablement sur une période relativement courte. Cependant, étant donné que les technologies sont en constante évolution, le prix moyen des nouveaux achats peut être inchangé, ou même augmenter. De plus, les indices individuels de l'IPC ne peuvent pas tenir compte des changements dans le comportement des consommateurs causés par l'évolution des prix ou des revenus.

Par exemple, si les prix des vêtements baissent ou que le revenu augmente, un ménage peut acheter plus de vêtements, mais avoir un stock de vêtements dont la valeur n'a pas diminué.

L'EDM de Statistique Canada représente une meilleure mesure de l'évolution de la valeur du contenu à l'égard des ménages au fil du temps. Les dépenses moyennes des ménages sont mesurées annuellement dans des catégories semblables à l'IPC et sont disponibles à l'échelle provinciale. Par exemple, si les dépenses moyennes des ménages en téléviseurs demeurent les mêmes sur une période de dix ans, l'on suppose que ce montant représente la valeur du matériel télévisuel dans un ménage, même si l'IPC d'un téléviseur qui n'a subi aucune évolution a chuté considérablement.

Tout comme l'IPC, on peut se servir des résultats de l'EDM pour indexer la valeur du contenu résidentiel entre deux années, en utilisant la valeur pondérée des dépenses pour les catégories touchées par les inondations. Cette procédure est démontrée à l'[annexe 23](#).

8.1.3. Mise à jour des dommages aux contenus non résidentiels

Les contenus de bâtiments commerciaux, industriels et institutionnels susceptibles d'être endommagés par les inondations ne reflètent pas la composition et la pondération du panier de l'IPC. En outre, il n'existe pas d'enquête sur les dépenses dans les catégories non résidentielles et la relation supposée entre les dépenses des ménages et la valeur du contenu ne s'applique pas aux bâtiments commerciaux.

En l'absence de nouvelles enquêtes sur le contenu des bâtiments de catégorie commerciale, il faut établir un indice général qui évite l'omission de changements de qualité propres à chaque produit. Dans le cadre de l'IPC, Statistique Canada fournit l'agrégat spécial « Biens », ceci permet d'exclure les services, le logement et l'énergie qui ne seraient pas touchés par les inondations. Étant donné que les composantes de cet agrégat sont pondérées par province selon l'EDM, on peut présumer qu'elles représentent la composition générale des contenus commerciaux, y compris les éléments non durables dont la valeur n'est pas significative à un

moment donné dans un ménage, mais qui peuvent représenter une valeur importante dans l'inventaire commercial.

La formule suivante peut donc être utilisée pour mettre à jour les dommages au contenu commercial :

Dollars courants = Dollars de l'année de base x (IPC courant de l'agrégat « Biens »/IPC de base quant à l'agrégat « Biens »)

8.1.4. Mise à jour des dommages structurels

Les dommages structurels attribuables à une crue sont représentés par le coût estimé des réparations et/ou du remplacement des composantes du bâtiment endommagé par l'inondation. Le prix de la construction/restauration dépend du type de bâtiment. Les principales catégories de bâtiments sont :

Maison (logements individuels, jumelés et maisons en rangée);
Appartement (logements adjacents verticaux); et
Non résidentiel (commercial, industriel et institutionnel).

Statistique Canada publie régulièrement des indices des prix de la construction pour les catégories de bâtiments ci-dessus, ainsi que pour la construction d'infrastructures. La restauration d'un bâtiment endommagé par les inondations n'équivaut pas à la construction d'un nouveau bâtiment. Par exemple, les éléments de structure tels que les montants de cloison, le béton de fondation et les fils électriques ne peuvent pas être remplacés après une inondation. Toutefois, les indices des prix de la construction constituent la mesure la plus pertinente des variations dans le prix réel du marché pour les travaux de construction. Ces indices couvrent tous les matériaux de construction représentatifs, la main-d'œuvre, l'équipement, les frais généraux et les bénéfices des entrepreneurs généraux et spécialisés, tout en excluant le coût des terrains, de la conception, de l'aménagement et des honoraires immobiliers.

Les estimations des dommages structurels de l'année de référence peuvent être mises à jour à l'aide de l'indice des prix de la construction le plus récent publié pour le type de bâtiment correspondant.

8.1.5. Mise à jour du résumé des dommages

Un tableau récapitulatif des méthodes recommandées pour la mise à jour des courbes élaborées en regard de l'estimation des dommages dans le présent rapport est fourni au tableau 4.

Type de dommage	Indice utilisé	Composantes de l'indice et pondération		Formule de calcul des nouveaux dommages $X = \text{Année de base}, w_i$ $= \text{pondération}$
Contenus : Résidentiels	Enquête sur les dépenses des ménages	Ameublement et équipement ménager	59 %	$\frac{\sum(\text{dépenses de l'année courante}) * w_i}{\sum(\text{dépenses de l'année de base}) * w_i}$
		Vêtements et accessoires	21 %	
		Loisirs	20 %	
Contenus : Non résidentiels	Indice des prix à la consommation	Agrégat spécial « Biens »		$\frac{\sum(\text{dépenses de l'année courante}) * w_i}{\sum(\text{dépenses de l'année de base}) * w_i}$
Structure : Résidentielle — Maison	Indice des prix des logements neufs	s.o.		$\frac{\sum(\text{dépenses de l'année courante}) * w_i}{\sum(\text{dépenses de l'année de base}) * w_i}$
Structure : Résidentielle — Appartement	Indice des prix de construction d'immeubles d'appartements	s.o.		$\frac{\sum(\text{dépenses de l'année courante}) * w_i}{\sum(\text{dépenses de l'année de base}) * w_i}$
Structure : Non résidentielle	Indice des prix de la construction de bâtiments non résidentiels	s.o.		$\frac{\sum(\text{dépenses de l'année courante}) * w_i}{\sum(\text{dépenses de l'année de base}) * w_i}$

Tableau 4. Résumé des méthodes pour actualiser les dommages à d'autres années

8.2. Ajustements régionaux

En plus des changements de prix dans le temps, il existe souvent des différences régionales substantielles d'un marché à l'autre et ces dernières devraient être considérées. Ce sont les facteurs démographiques, économiques et géographiques qui influencent le prix des biens et des services au niveau régional. Contrairement aux données temporelles de Statistique Canada, les données régionales sur les prix ne sont pas publiées régulièrement par une seule source.

8.2.1. Ajustement de la valeur des dommages aux contenus

Le prix de remplacement des contenus endommagés par les inondations peut varier entre les collectivités et les régions. L'IPC mesure les variations du prix d'un panier équivalent de biens au même endroit à des moments différents. La mesure simultanée du prix de ce panier équivalent à divers endroits en même temps permet de comparer les prix régionaux. Une enquête de comparaison spatiale des prix peut être utilisée pour créer un indice permettant de comparer le coût des biens entre les collectivités. Avec ce type d'enquête spatiale, des catégories d'articles peuvent être sélectionnées et pondérées pour refléter les résultats de l'enquête sur le contenu à laquelle les courbes de dommages sont basées.

En l'absence d'enquêtes exhaustives de comparaison spatiale des prix, il est possible d'avoir recours à d'autres sources d'information. Statistique Canada, par exemple, publie des indices interurbains des écarts de prix à l'égard des biens et services à la consommation pour certains endroits dans l'ensemble du pays (Statistique Canada, 2017). Avec la pondération par catégorie appliquée, cet indice pourrait être utilisé pour ajuster le montant des dommages entre les villes répertoriées. D'autres enquêtes sur le coût de la vie peuvent être disponibles avec suffisamment de détails pour servir de base afin de créer un indice indicateur des contenus endommagés par les inondations.

Il convient de noter qu'utiliser une enquête de comparaison spatiale des prix suppose que le contenu des ménages est similaire au sein de chaque catégorie de logements entre les emplacements comparés, mais que le coût de remplacement peut être différent. Si l'on applique une courbe de dommages aux contenus à partir d'une autre région, il peut y avoir des différences dans la composition des articles ménagers. Comme dans le cas des rajustements temporels, l'EDM peut être utilisée pour estimer les différences quant à la valeur du contenu des ménages entre les provinces lorsque des différences marquées sont attendues.

8.2.2. Ajustement pour les dommages structurels

Le coût de la main-d'œuvre et des matériaux nécessaires à la restauration des bâtiments après une inondation variera en fonction de l'état et de la capacité du marché local. Les guides des coûts de construction publiés annuellement fournissent une base pour l'indexation des dommages structurels entre les collectivités. Un guide approprié des coûts devrait exclure le prix des terres et les coûts accessoires qui ne s'appliquent pas à la remise en état après l'inondation. Un bon exemple est le Guide des coûts canadien d'Altus Group (disponible à l'adresse <https://www.altusgroup.com>). Ce guide comprend les prix moyens de construction pour un emplacement donné dans six régions ainsi qu'un indice d'ajustement pour d'autres emplacements dans cette région. Les coûts sont fournis pour six types de bâtiments comportant plusieurs sous-catégories et niveaux de qualité, ce qui permet d'utiliser un indice pour chaque type de courbe des dommages structurels. On peut simplement diviser le coût moyen dans la zone d'étude par le coût à l'emplacement où la courbe a été élaborée pour déterminer le multiplicateur approprié.

9.0 ÉTUDES DE CAS

Les liens suivants représentent des études d'évaluation des dommages attribuables à une crue pour des centres de taille variable :

- Alberta Environment and Parks: Provincial Flood Damage Assessment Study: Town of Canmore: Damage Estimates <https://open.alberta.ca/publications/flood-damage-assessment-study-canmore>
- Alberta Environment and Parks: Provincial Flood Damage Assessment Study: Town of Okotoks: Damage Estimates <https://open.alberta.ca/publications/flood-damage-assessment-study-okotoks>
- Alberta Environment and Parks: Provincial Flood Damage Assessment Study: Town of Whitecourt: Damage Estimates <https://open.alberta.ca/publications/flood-damage-assessment-study-whitecourt>
- City of Calgary: Flood Mitigation Options Assessment – Phase 1 & 2, <https://www.calgary.ca/UEP/Water/Pages/Flood-Info/Stay-informed/Flood-Mitigation-Measures-Assessment.aspx>
- City of Vancouver Coastal Flood Risk Assessment Phase II Final Report. 2015, Lyle, Tamsin, Graham Long, and Christian Beaudrie <https://vancouver.ca/files/cov/CFRA-phase-2-final-report-oct-2016-revision.pdf>
- Evaluating Quantitative Flood Risk Assessment Tool in Manitoba and its Application to Policy. Suzanne Houlind.
link. https://mspace.lib.umanitoba.ca/jspui/org/bitstream/1993/31251/1/Houlind_Suzanne.pdf
- Integrated Flood Hazard Management - River Flood Risk Mitigation Options - Final Report."2017 KWL.
https://squamish.ca/assets/IFHMP/09252017/0d6609c9a4/FINAL_SquamishIFHMP-RiverFloodRiskMitigationOptions-20170915.pdf.
- Lower Mainland Flood Management Strategy Project 2: Regional Assessment of Flood Vulnerability - Final Report." NHC. 2016
https://www.fraserbasin.bc.ca/Library/Water_Flood_Strategy/Regional_Assessment_of_Flood_Vulnerability_April_25_2016_web.pdf
- Provincial flood damage assessment study City of Calgary: assessment of flood damages <https://open.alberta.ca/publications/7032715>

10.0 RÉFÉRENCES

Acres Limited. (1968). *Guidelines for Analysis, Volume II Flood Damages*. Niagara Falls ON: Government of Canada and Ontario Joint Task Force on Water Conservation Projects in Southern Ontario.

Bonsal, B.R., Peters, D.L., Seglenieks, F., Rivera, A., and Berg, A. (2019): Changes in freshwater availability across Canada; Chapter 6 in Canada's Changing Climate Report, (ed.) E. Bush and D.S. Lemmen; Government of Canada, Ottawa, Ontario, p. 261–342.

Brémond, P., Grelot, F., & Agenais, A.-L. (2013). Review Article: Economic evaluation of flood damage to agriculture – review and analysis of existing methods. *Natural Hazards and Earth System Science*, 13(10), 2493–2512. <https://doi.org/10.5194/nhess-13-2493-2013>

Bubeck, P., & Kreibich, H. (2011). Natural Hazards: direct costs and losses due to the disruption of production processes. Potsdam: GFZ, Helmholtz Centre Potsdam.

Burrell, B.C, Huokuna, M, Beltaos, S. (2015) Flood Hazard and Risk Delineation of Ice-Related Floods: Present Status and Outlook, Conference: 18th Workshop on the Hydraulics of Ice Covered Rivers, Quebec City, QC.

Calgary 2019. Landfill Rates. Retrieved from: <https://www.calgary.ca/UEP/WRS/Pages/Landfill-information/Landfill-Rates.aspx>, accessed 10/28/2019.

Dachis, B. (2015). Tackling traffic: The economic cost of congestion in metro Vancouver. *C.D. Howe Institute eBrief 206*.

Defra/Environment Agency, & Flood and Coastal Defence R&D Programme. (2004). *The Appraisal of Human related Intangible Impacts of Flooding* (No. FD2005/TR). Defra.

Environment and Climate Change Canada. (2017). Hurricane Hazel. Retrieved from <http://www.ec.gc.ca/ouragans-hurricanes/default.asp?lang=En&n=4343267B-1>.

Erickson, T. B., Brooks, J., Nilles, E. J., Pham, P. N., & Vinck, P. (2019). Environmental health effects attributed to toxic and infectious agents following hurricanes, cyclones, flash floods and major hydrometeorological events. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 22(5-6), 157-171.

Federal Emergency Management Agency. (2005) Effects of Long and Short Duration Flooding on Building Materials. https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1712-25045-3320/effects_of_long_and_short_duration_flooding_on_building_materials.pdf

Federal Emergency Management Agency. (2006). Hazus - MH Technical Manual. Washington DC: FEMA.

Federal Emergency Management Agency. (2016a). National Flood Insurance Program. Retrieved from https://www.floodsmart.gov/floodsmart/pages/coastal_flooding/major_coastal_hazards.js.p.

Federal Emergency Management Agency. (2016b). National Flood Insurance Program: Flood Hazard Mapping. Retrieved from <https://www.fema.gov/national-flood-insurance-program-flood-hazard-mapping>

Gall, M., & Kreft, S. (2013). Measuring What Matters? A Suitability Analysis of Loss and Damage Databases for the Climate Change Convention Process.

Ganderton, P. T. (2005). "Benefit–Cost Analysis" Of Disaster Mitigation: Application As a Policy And Decision-Making Tool. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 10(3), 445–465.

Government of Alberta (2019) Flood Hazard Mapping, retrieved 10/01/2019 source: <https://www.alberta.ca/flood-hazard-mapping.aspx>.

- Government of New Brunswick. (2017). Coastal Flooding and Storm Surges. Retrieved from http://www2.gnb.ca/content/gnb/en/departments/elg/environment/content/flood/coastal_floodingandstormsurgest.html
- Greenan, B.J.W., James, T.S., Loder, J.W., Pepin, P., Azetsu-Scott, K., Ianson, D., Hamme, R.C., Gilbert, D., Tremblay, J.-E., Wang, X.L. and Perrie, W. (2018): Changes in oceans surrounding Canada; Chapter 7 in (eds.) Bush and Lemmen, Canada's Changing Climate Report; Government of Canada, Ottawa, Ontario, p. 343–423.
- Hansen, W. J. (1987). National Economic Development Procedures Manual-Agricultural Flood Damage (No. IWR-87-R-10). Fort Belvoir VA: Army Engineer Institute for Water Resources Fort Belvoir.
- HDR Inc. (2015). Current and Projected Costs of Congestion in Metro Vancouver, Final Report. Translink.
- IBI Group Professional Service (2017). The Flood Mitigation Options Assessment, prepared for The City of Calgary, available online: <https://cityonline.calgary.ca/Pages/Product.aspx?category=Unlisted&cat=CITYonlineDefault&id=8092-12527-14294-00002-P>
- IBI Group, & ECOS Engineering Services Ltd. (1982). Phase II-B Flood Damage Estimates, Fort McMurray Flood Damage Reduction Program. Fort McMurray, AB: Alberta Environment and the City of Fort McMurray.
- IBI Group, & Golder Associates. (2015). Provincial Flood Damage Assessment Study. Calgary AB: Government of Alberta, Environment and Sustainable Resource Development.
- IBI Group, & Golder Associates. (2016). City of Calgary Flood Mitigation Options Assessment. Calgary AB: City of Calgary, Water Resources Division.
- iTRANS Consulting Inc. (2006). Costs of Non-Recurrent Congestion in Canada Final Report, Transport Canada Economic Analysis (No. TP 14664E). Ottawa ON: iTRANS Consulting Inc.
- James, T.S., Henton, J.A., Leonard, L.J., Darlington, A., Forbes, D.L., and Craymer, M. (2014). Relative Sea-level Projections in Canada and the Adjacent Mainland United States; Geological Survey of Canada Open File 7737, 72p. doi: 10.4095/295574
- James, T.S., Henton, J.A., Leonard, L.J., Darlington, A., Forbes, D.L., and Craymer, M. (2015). Tabulated Values of Relative Sea-level Projections in Canada and the Adjacent Mainland United States; Geological Survey of Canada Open File 7942, 81p.
- Joseph, R., Proverbs, D. G., Lamond, J. E., & Wassell, P. (2014). The Costs of Flooding on Households. In Water Resources in the Built Environment: Management Issues and Solutions (pp. 249–257).
- Joseph, R., Proverbs, D., & Lamond, J. (2015). Assessing the value of intangible benefits of property level flood risk adaptation (PLFRA) measures. *Natural Hazards*, 79(2), 1275–1297. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1905-5>.

- Lemmen, D. S., Warren, F. J., James, T. S., Clarke, C. S. L. M., Canada, & Natural Resources Canada. (2016). Canada's marine coasts in a changing climate. Retrieved from <http://publications.gc.ca/pub?id=9.814206&sl=0>.
- Leonard, L. J., Rogers, G. C., & Mazzotti, S. (2012). A preliminary tsunami hazard assessment of the Canadian Coastline (No. 7201). <https://doi.org/10.4095/292067>.
- Lyle, T. S., & Hund, S. V. (2017). Way forward for risk assessment tools in Canada (No. 8255). Geological Survey of Canada. <https://doi.org/10.4095/302773>.
- McBean, E., Fortin, M., & Gorrie, J. (1986). A critical analysis of residential flood damage estimation curves. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 13(1), 86–94.
- McGrath H, El Ezz AA, Nastev M. Probabilistic depth–damage curves for assessment of flood-induced building losses. *Natural Hazards*. 2019:1-4.
- Mekis, É., Vincent, L. A., Shephard, M. W., & Zhang, X. (2015). Observed trends in severe weather conditions based on humidex, wind chill, and heavy rainfall events in Canada for 1953–2012. *Atmosphere-Ocean*, 53(4), 383-397.
- Messner, F., Penning-Rowse, E., Green, C., Meyer, V., Tunstall, S., & van der Veen, A. (2007). Evaluating flood damages: guidance and recommendations on principles and methods (No. T09-6–1). Helmholtz Umweltforschungszentrum (UFZ).
- NOAA. (2016). Ocean Facts. Retrieved from <http://oceanservice.noaa.gov/facts/>
- NOAA. (2017a). National Tsunami Warning Centre and Pacific Tsunami Warning Centre Retrieved from <http://www.tsunami.gov/>.
- NOAA. (2017b). National Weather Service. Retrieved from <http://www.nws.noaa.gov/om/winter/noreaster.shtml>.
- Ontario Ministry of Natural Resources. (1997). Natural Hazards Training Manual: Provincial Policy Statement: Public Health and Safety Policies 3.1. Ontario Ministry of Natural Resources.
- Ontario Ministry of Natural Resources. (2007). Flood Damage Estimation Guide, 2007 Update and Software Guide. Toronto ON: Ontario Ministry of Natural Resources.
- Paragon Engineering Limited. (1984). Flood Damages: A Review of Estimation Techniques. Ottawa ON: Ontario Ministry of Natural Resources.
- Paragon Engineering Limited. (1985). Development of Flood Depth-Damage Curves for Residential Homes in Ontario. Ottawa ON: Environment Canada, Ontario Ministry of Natural Resources.
- Penning-Rowse, E.C, Johnson, C, Tunstall, S, Tapsell, S, Morris J, Chatterton, J, Coker A, Green C (2003), The Benefits of flood and coastal defence: techniques and data for 2003, Flood Hazard Research Centre, Middlesex University

Saskatchewan Forage Council. (2017). Forage Market Price Discovery - Saskatchewan. Scawthorn, C., Flores, P., Blais, N., Seligson, H., Tate, E., Chang, S. Lawrence, M. (2006).

Shephard, M.W., Mekis, E., Morris, R.J., Feng, Y., Zhang, X., Kilcup, K. and Fleetwood, R. (2014): Trends in Canadian short-duration extreme rainfall: including an intensity-duration-frequency perspective; Atmosphere-Ocean, v. 52, p. 398–417

Statistics Canada. (1996). Catalogue no. 62-557-XPB Your Guide to the Consumer Price Index. Statistics Canada. (2016). Weighting Diagram of the Consumer Price Index - 2011 Basket at January 2013 Prices, Canada, Provinces, Whitehorse and Yellowknife. Retrieved February 8, 2018, from http://www23.statcan.gc.ca/imdb-bmdi/document/2301_D47_T9_V2-eng.htm.

Statistics Canada. (2017). Inter-city indexes of price differentials of consumer goods and services, Table 326-0015. Retrieved February 8, 2018, from <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a26?lang=eng&id=3260015>

Stewart, R.M. (2007). Community Perspectives of Flood Risk and Social Vulnerability Reduction: The Case of the Red River Basin. University of Manitoba (PhD Thesis), https://umanitoba.ca/institutes/natural_resources/pdf/theses/PhD%20Thesis%20Stewart%202007.pdf

Tapsell, S. (2009). Developing a conceptual model of flood impacts upon human health (No. T10- 9–2). Middlesex University.

United States Department of Agriculture Soil Conservation Service. (1972). TSC Technical Note– Watersheds – UD-28. USDA.

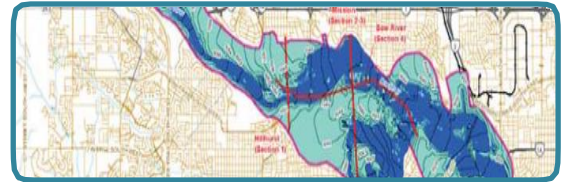
Vincent, L. A., Zhang, X., Mekis, É., Wan, H., & Bush, E. J. (2018). Changes in Canada's climate: Trends in indices based on daily temperature and precipitation data. Atmosphere-Ocean, 56(5), 332-349.

Zhang, X., Flato, G., Kirchmeier-Young, M., Vincent, L., Wan, H., Wang, X., Rong, R., Fyfe, J., Li, G., Kharin, V.V. (2019): Changes in Temperature and Precipitation Across Canada; Chapter 4 in Bush, E. and Lemmen, D.S. (Eds.) Canada's Changing Climate Report. Government of Canada, Ottawa, Ontario, pp 112-193.

ANNEXE 1 — VENTILATION DES ÉTAPES DE CALCUL DES DOMMAGES CAUSÉS PAR LES INONDATIONS

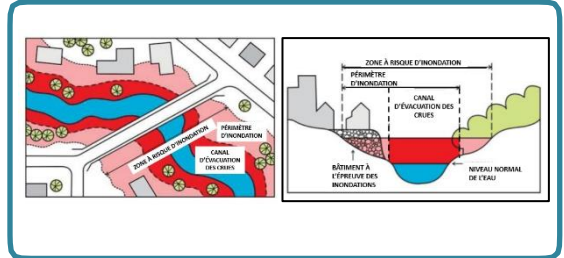
Étape 1 — Cartographie des risques d'inondation

Élaborer des cartes des risques d'inondation, pour plusieurs périodes de retour. Consultez les Procédures hydrologiques et hydrauliques fédérales pour la délimitation des zones inondables pour plus de détails. La sortie de la carte des risques d'inondation fournit des informations sur l'étendue, la profondeur et la vitesse des inondations pour chaque pixel sur la carte en fonction du scénario modélisé.



Étape 2 — Identifier les propriétés affectées

Travailler avec la communauté locale rassembler l'inventaire des caractéristiques qui pourraient être touchées, y compris les bâtiments, l'infrastructure, la population. Pour les bâtiments, identifier les attributs de l'immeuble, y compris le type d'occupation, l'âge, la hauteur du premier étage, le nombre d'étages, la présence ou l'absence de sous-sol, etc. Identifiez les bâtiments qui se trouvent à l'intérieur du canal de déluge, de la frange des inondations et des zones adjacentes. Des dommages au sous-sol pourraient se produire même si la propriété se trouve à l'extérieur de la zone de risque d'inondation en raison du refoulement des égouts ou de l'infiltration au sol. Par conséquent, les propriétés dans les zones adjacentes devraient être incluses pour les estimations des dommages.

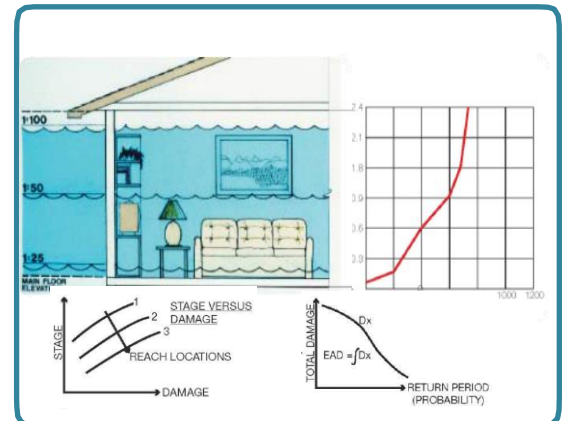


Étape 3 — Calcul des dommages directs

Identifiez les fonctions locales existantes de dégâts d'étape pour chaque classe de bâtiment identifiée à l'étape 2. Développer des fonctions locales. Si les ressources ne sont pas disponibles, identifiez des fonctions similaires et calculez les ajustements régionaux. Établir un mécanisme pour vérifier et examiner les fonctions sélectionnées ou développées de dommages à l'étape. Calculer les estimations des dommages pour toutes les propriétés identifiées et répéter pour chaque période de retour. Un total cumulatif pour chaque événement d'inondation de retour est calculé. Le total des dommages directs potentiels résultant d'une inondation de 1:100 ans, d'une inondation de 1:50 ans, etc. est établi. Tracez les dommages totaux en fonction de la période de retour ou de la probabilité. Les dommages annuels estimés (EAD) sont extrapolés à partir des dommages par rapport à la probabilité.

Composants pour calculer les dégâts :

- * Hauteur de la courbe des dommages = élévation des inondations – (hauteur du plancher principal au-dessus du niveau + élévation de grade)* Dommages au plancher principal = valeur en dollars sur la courbe égale à la hauteur de la courbe de dommages
- * Dommages totaux = dommages au sous-sol + dommages au plancher principal



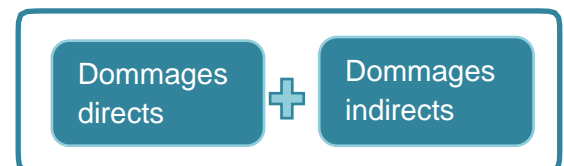
Étape 4 — Évaluation des dommages indirects

Une fois qu'une évaluation des dommages potentiels aux bâtiments affectés a été effectuée, les dommages indirects peuvent être estimés. Il est courant que les dommages indirects causés aux biens résidentiels et commerciaux soient estimés en pourcentage des dommages directs. Les valeurs varient généralement de 20 % à 40 % selon les circonstances. De plus, un pourcentage est également attribué aux infrastructures, aux autoroutes et aux services publics, à moins que la municipalité ne puisse estimer ces dommages à partir des principes fondamentaux. Il convient de noter que les pourcentages de dommages indirects devraient être évalués pour chacune des collectivités touchées par les inondations et qu'ils devraient être fondés sur l'évaluation de la situation locale. Les dommages indirects devraient être réévalués au fil du temps, surtout si de nouvelles mesures d'atténuation sont proposées.



Étape 5 — Calcul des dommages totaux

Le coût total des dommages pour chaque période de retour correspond à la somme des dommages directs et indirects.
Dommages totaux = dommages directs + dommages indirects



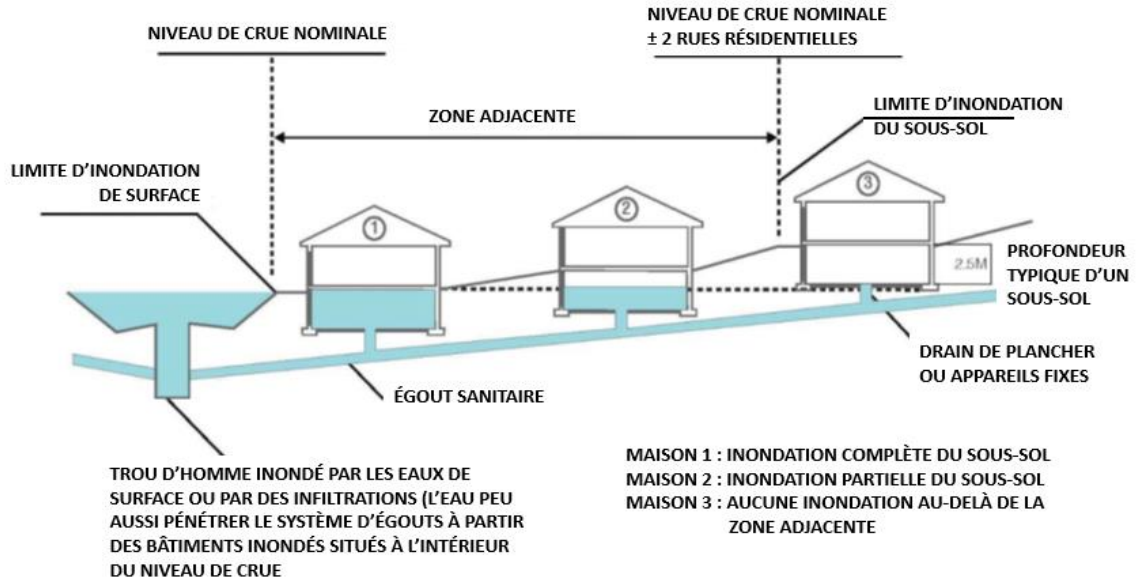


Figure A-1. Figure de la zone adjacente (IBI Group)

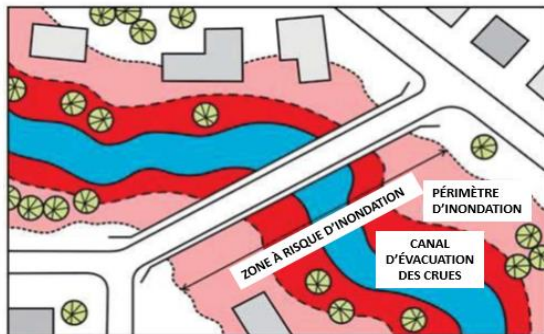


Figure A-2. Zone inondable (source : Gouvernement de l'Alberta, 2019)

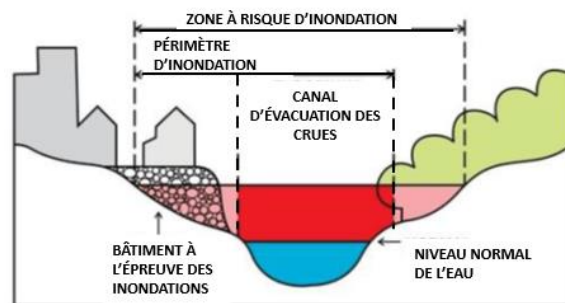


Figure A-3. Coupe transversale de la zone inondable (source : Gouvernement de l'Alberta, 2019)

Canal d'évacuation des crues : Partie de la zone inondable où la profondeur d'inondation et la vitesse d'écoulement sont les plus importantes et destructives. Le canal d'évacuation des crues comprend généralement le canal principal d'un cours d'eau et une partie de la zone adjacente. Le canal d'évacuation des crues est nécessaire pour évacuer la crue nominale.

Conditions d'empiètement : Le scénario de risque d'inondation qui suppose un scénario où le périmètre d'inondation est entièrement inondé et où les débits de crues sont entièrement acheminés à l'intérieur du canal d'évacuation des crues.

Niveau de crue nominale : Ampleur désignée d'inondation des zones inondables calculée selon les conditions d'empiètement, pour mener à une crue nominale. Les

niveaux de crue nominale prévus ne changent pas en raison du développement ou de l'obstruction de l'écoulement à l'intérieur du périmètre d'inondation.

Niveaux d'inondation de crue : Hauteur d'eau de la zone d'inondation calculée pour résulter d'un scénario d'inondation particulier dans des conditions existantes sans empiétement. Les niveaux d'inondation de crue peuvent changer en raison de développements ou de l'obstruction de l'écoulement dans la zone inondable.

Périmètre d'inondation : Portion de la zone inondable située à l'extérieur du canal d'évacuation des crues. La hauteur de crue dans le périmètre d'inondation est généralement moins profonde et coule plus lentement que dans le canal d'évacuation des crues. De nouveaux développements peuvent être permis à l'intérieur du périmètre d'inondation dans certaines collectivités. Ces derniers doivent cependant être protégés des inondations.

ANNEXE 2 — CAUSES DES INONDATIONS CÔTIÈRES

B.1. Ondes de tempête

Durant les ondes de tempête, de forts vents combinés à des marées hautes peuvent pousser l'eau de la mer vers le rivage. Ces ondes de tempête peuvent élever le niveau de l'eau de 4,5 m au-dessus du niveau moyen et causer des dommages extrêmement importants aux infrastructures côtières ainsi qu'aux estuaires, aux rivières et aux autres éléments du patrimoine naturel qui longent la côte (gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2017).

B.2. Action des vagues

De plus petites tempêtes et des vagues constantes peuvent éroder les barrières naturelles et artificielles au fil du temps, ce qui peut entraîner l'inondation de bâtiments dans les zones inondables, bien que ce soit dans une moindre mesure par rapport aux ondes de tempête. Les propriétaires de bâtiments dans les zones touchées devraient être conscients des conditions changeantes et prendre les mesures nécessaires en surélevant les bâtiments grâce à des piliers, des poteaux ou des pilotis pour les protéger (Federal Emergency Management Agency, 2016a). La pluie et les vagues produites par le vent peuvent également entraîner des risques d'inondation dans des régions comme les Grands Lacs.

B.3. Marées hautes

Les forces gravitationnelles de la lune et du soleil agissent toutes deux sur les océans de la Terre, créant les effets de la marée observables sur Terre. Lorsque la Terre, le soleil et la lune sont tous alignés au moment d'une nouvelle lune ou d'une pleine lune, la force gravitationnelle du soleil s'ajoute à celle de la lune et crée ce que l'on appelle une marée de vives-eaux ou grande marée (NOAA, 2016). Lors de ces périodes de marées de vives-eaux (ou grandes marées), les marées hautes sont plus hautes que la moyenne et les marées basses sont plus basses que la moyenne. Les marées de vives-eaux peuvent s'avérer particulièrement dangereuses, car les marées hautes dans les zones côtières peuvent amplifier les effets d'autres facteurs d'inondation, le niveau de la mer étant déjà plus élevé et potentiellement plus près de zones aménagées.

B.4. Tempêtes du nord-est

L'Atlantique Nord est sujet à des tempêtes hivernales particulièrement dévastatrices appelées « tempêtes du nord-est ». Elles possèdent les mêmes caractéristiques cycloniques que les ouragans à l'été et à l'automne, mais le vent froid souffle du nord, entraînant presque toujours des précipitations lorsqu'il rencontre l'air chaud du golfe du Mexique et de l'Atlantique. La plupart des tempêtes du nord-est génèrent un certain degré de perturbations économiques, humaines et des transports, causent souvent des millions de dollars en dommages et provoquent de désastreuses inondations côtières (NOAA, 2017b).

B.5. Tsunamis

Les tsunamis peuvent être causés par des séismes locaux ou éloignés, des glissements de terrain à la surface ou sous-marins, des chutes de glace et l'activité volcanique. Les tsunamis peuvent se produire le long des trois côtes du Canada. Le dernier tsunami à avoir causé des dommages au Canada s'est produit en 1975 lorsqu'un glissement de terrain sous-marin a causé un tsunami dans le bras Kitimat du chenal Douglas dans le nord de la Colombie-Britannique.

Bien que les tsunamis ne soient pas fréquents au Canada, le risque de tsunami y est tout de même présent. Une évaluation préliminaire des dangers associés aux tsunamis le long des côtes canadiennes est régulièrement mise à jour par la Commission géologique du Canada (Leonard *et coll.*, 2012). Actuellement, cette évaluation n'est pas en mesure de fournir une évaluation exhaustive des risques associés aux tsunamis pour les trois côtes canadiennes. Elle présente toutefois une tentative préliminaire de quantification des risques posés par les sources de séismes locaux ou éloignés et de grands glissements de terrain. La côte ouest de l'île de Vancouver et d'autres parties de la C.-B. courent de grands risques de subir des dommages en raison d'un tsunami. En outre, en 2003, l'Alaska a créé un système de détection et de prévision des tsunamis qui pourrait procurer un délai suffisant pour procéder à une évacuation le long de la côte ouest ou annuler les avertissements (NOAA, 2017a). Les renseignements recueillis à cette station et à d'autres stations de surveillance des tsunamis sont partagés à différents endroits en Amérique du Nord, y compris dans les zones côtières canadiennes (NOAA, 2017a).

B.6. Ouragans et tempêtes tropicales

Bien que moins fréquents au Canada que dans d'autres régions plus tropicales, les ouragans et les cyclones peuvent tout de même y avoir des effets dévastateurs. D'après le *National Flood Insurance Program* des États-Unis, certaines tempêtes tropicales peuvent suivre la côte de l'Atlantique vers le nord et se transformer en tempêtes extratropicales en approchant du Canada, provoquant des inondations et causant des dommages aux villes qui se trouvent sur leur passage.

L'ouragan Hazel représente un exemple inoubliable d'ouragan ayant voyagé des Caraïbes jusqu'au Canada. Le 15 octobre 1954, il a déversé 225 mm de pluie sur Toronto et le sud de l'Ontario (Environnement et Changement climatique Canada, 2017). La plus grande partie de cette pluie n'a pu pénétrer le sol déjà saturé, provoquant de vastes inondations et causant plus de 125,2 millions de dollars en dommages dans la région. L'ouragan Hazel a entraîné la mort de 81 personnes, la plupart noyées dans les rivières en crue.

ANNEXE 3 — COURBES NIVEAU-DOMMAGES POUR LES BÂTIMENTS EN FONCTION DE LA VITESSE D'ÉCOULEMENT

C.1. Bâtiments en bois, maçonnerie, béton et acier

Matériau	Nombre d'étages	Seuil de profondeur (DT) (m)	Seuil de vitesse (VT) (m/s)	Potentiel d'effondrement			
				V < 0,6 m/s à n'importe quelle	V < VT et D < DT	V < VT et D ≥ DT	V ≥ VT à n'importe quelle profondeur
Bois	1 étage	3,05	1,63	Pas d'effondrement	Pas d'effondrement	Effondrement	Effondrement si $D > 268,38 V^{(-1,9642)}$
Bois	2 étages	4,57	1,32	Pas d'effondrement	Pas d'effondrement	Effondrement	Effondrement si $D > 268,38 V^{(-1,9642)}$
Bois	3 étages	6,10	1,14	Pas d'effondrement	Pas d'effondrement	Effondrement	Effondrement si $D > 268,38 V^{(-1,9642)}$
Bois	4+ étages			Pas d'effondrement	Pas d'effondrement	Pas d'effondrement	Pas d'effondrement

Tableau C-1. Courbes profondeur-dommages pour les bâtiments en bois en fonction de la vitesse d'écoulement

Matériau	Nombre d'étages	Seuil de vitesse (VT) (m/s)	Potentiel d'effondrement		
			V < 0,6 m/s	V < VT	V ≥ VT
Maçonnerie et béton	1 étage	1,92	Pas d'effondrement	Pas d'effondrement	Effondrement si $D > 525,09 V^{(-2,0406)}$
Maçonnerie et béton	2 étages	2,28	Pas d'effondrement	Pas d'effondrement	Effondrement si $D > 1210,6 V^{(-1,9511)}$
Maçonnerie et béton	3 étages	2,75	Pas d'effondrement	Pas d'effondrement	Effondrement si $D > -4,8864 V + 69,086$
Maçonnerie et béton	4+ étages		Pas d'effondrement	Pas d'effondrement	Pas d'effondrement

Tableau C-2. Courbes profondeur-dommages pour les bâtiments en maçonnerie en fonction de la vitesse d'écoulement

Matériau	Nombre d'étages	Seuil de vitesse (VT)	Potentiel d'effondrement		
			V < 0,6 m/s	V < VT	V ≥ VT
Acier	1 étage	1,65	Pas d'effondrement	Pas d'effondrement	Effondrement si $D > 0,3125 V^2 - 6,6875 V + 39,125$
Acier	2 étages	1,65	Pas d'effondrement	Pas d'effondrement	Effondrement si $D > 0,5808 V^2 - 12,595 V + 74,859$
Acier	3 étages	1,65	Pas d'effondrement	Pas d'effondrement	Effondrement si $D > 0,7737 V^2 - 17,112V + 104,89$
Acier	4+ étages		Pas d'effondrement	Pas d'effondrement	Pas d'effondrement

Tableau C-3. Courbes profondeur-dommages pour les bâtiments en acier en fonction de la vitesse d'écoulement

*Adapté de Federal Emergency Management Agency, 2006

C.2. Maisons mobiles

Dans les situations où des maisons mobiles sont présentes, on peut supposer que les forces de traînée égales ou supérieures à 13 livres par pied linéaire (19,35 kilogrammes par mètre) de longueur de la maison excéderont la capacité de résistance de la maison mobile et provoqueront l'effondrement.

Profondeur d'inondation par rapport au niveau du plancher fini (m)	Vitesse d'effondrement (m/s)
-0,27	3,38
-0,15	1,38
0,00	0,98
0,15	0,80
0,30	0,69
0,46	0,62
0,61	0,56
0,91	0,49
1,22	0,44
1,52	0,40
1,83	0,37
2,13	0,34

2,44	0,33
2,74	0,31
3,05	0,29
3,35	0,28
3,66	0,27

Tableau C-4. Relation entre la profondeur et les dommages pour les bâtiments préfabriqués et les maisons mobiles en fonction de la vitesse d'écoulement*

*Adapté de Federal Emergency Management Agency, 2006

ANNEXE 4 — RÉDUCTION DES DOMMAGES PAR LA MISE EN PLACE DE MESURES D'URGENCE

D.1. Réduction des dommages par la mise en place de mesures d'urgence

Dans la présente analyse, les prévisions d'inondation, les avertissements d'inondation et les mesures d'urgence en cas d'inondation seront collectivement appelés *mesures d'urgence*. Un grand nombre d'études ont indiqué que, avec un délai d'avertissement suffisant jumelé à une bonne campagne de sensibilisation du public, les dommages causés par les inondations peuvent être nettement réduits par des mesures prises par les propriétaires (ou les occupants).

Une étude des dommages causés par les inondations a démontré que les dommages aux contenus peuvent être grandement réduits selon le délai d'avertissement et la réaction des occupants. Les modèles de réduction des dommages sont optimistes et supposent que, lorsqu'ils seront informés, les propriétaires et les occupants des propriétés agiront de façon rationnelle et efficace et qu'ils seront en mesure d'agir (Carsell *et coll.*, 2004). Malheureusement, cela n'est pas toujours le cas : certains occupants ne seront pas informés, certains ne sauront peut-être pas quoi faire, et certains ne pourront peut-être pas mettre en place de mesures d'atténuation. Pour augmenter la fiabilité de la réaction du public, il est recommandé de s'assurer que le message soit émis par une source respectée (Pappenberger *et coll.*, 2015). Là où des inondations récentes ont sensibilisé les citoyens aux risques d'inondation, les occupants sont plus susceptibles de mettre en œuvre des mesures de protection contre les inondations, y compris des ajustements à l'utilisation de leur sous-sol.

Un certain nombre d'études présentent différentes méthodes pouvant être utilisées pour identifier les dommages évités grâce aux alertes rapides et autres mesures d'urgence. Pappenberger *et coll.* (2015) ont récemment publié un article démontrant que 36,68 % des dommages matériels directs pouvaient être évités par la mise en œuvre d'un certain nombre d'actions consécutives en Europe (voir tableau B-1).

Mesure d'intervention	Description	Dommages évités grâce à des alertes rapides (%)	Ratio coûts/avantages (après 20 ans)
Opérations de défense contre les inondations (ODI)	Dommages évités grâce aux défenses contre les inondations liées aux alertes	32 %	1:155
Maintien de la capacité d'un cours d'eau (EDC)	Dommages évités grâce à l'entretien des cours d'eau	0,9 %	1:4
Opérations communautaires (OC)	Dommages évités grâce à des mesures de défense communautaires	0,36 %	1:2

Sous-total des mesures d'alerte rapide	ODI, EDC, OC	32,85 %	1:159
Résistance liée aux avertissements (RLA)	Dommages résiduels évités grâce à des mesures liées aux alertes (résistance temporaire)	0,0036 %	1:1,02
Biens déménagés et évacués (BDE)	Dommages résiduels évités grâce au déménagement de biens hors de la propriété	5,7 %	1:28
Total	ODI, EDC, OC, RLA, BDE	36,68 %	1:178

Tableau B-1. Dommages évités par la mise en œuvre d'actions consécutives et rapport avantages/coûts pour différentes mesures d'intervention à la suite d'avertissements d'inondation*

* Adaptation de (Pappenberger et coll., 2015).

Dans le même ordre d'idées, une étude européenne a estimé les dommages évités par certaines mesures d'urgence (voir tableau B-2). Les auteurs Priest *et coll.* (2011) estiment que la différence dans les niveaux de réduction peut être attribuée à une plus grande expérience avec les inondations ainsi qu'à des alertes données plus rapidement. En plus des nombreuses mesures d'urgence dont il a été question précédemment, cette étude mentionne également les mesures de planification de la continuité opérationnelle (PCO) prises dans le but de réduire l'impact des inondations sur les entreprises. Ces mesures peuvent comprendre des actions visant directement à réduire les dommages, comme le déplacement d'objets hors de portée de l'inondation, ou être liées aux mesures prises afin de réduire les perturbations du commerce ou de la production, comme la création d'une nouvelle chaîne d'approvisionnement (Priest *et coll.*, 2011). On estime que la PCO pourrait contribuer à réduire de 5 % la proportion des dommages causés aux biens et aux activités commerciales par les inondations (pertes directes et indirectes comprises). Les auteurs soulignent que, à court terme, les mesures de résilience mise en œuvre à l'échelle des foyers et des collectivités pourraient avoir le plus grand potentiel de réduction des dommages, particulièrement lorsqu'on effectue une analyse coûts-avantages.

Mesure d'intervention	Description	Dommages évités par une mesure d'intervention
Opérations de défense contre les inondations (ODI)	Proportion des dommages annuels prévus susceptibles d'être évités par des mesures de défense contre les inondations prises à la suite d'une alerte.	28 %
Maintien de la capacité d'un cours d'eau (MCCE)	Dommages évités grâce à l'entretien des cours d'eau avant et pendant une inondation (estimation).	10 %
Opérations communautaires (OC)	Dommages évités grâce à des mesures de défense communautaires.	1 %

Planification de la continuité opérationnelle (PCO)	Dommages évités grâce à la mise en place de plans de la continuité des activités (pertes directes et indirectes).	5 %
Mesures de résilience de circonstance (MRC)	Dommages évités grâce à des mesures d'atténuation des dommages à petite échelle (propriété individuelle)	2 %
Biens déménagés et évacués (BDE)	Dommages résiduels évités grâce au déménagement de biens hors de la propriété	5 %

Tableau B-2. Dommages évités pour différentes mesures d'intervention à la suite d'avertissements d'inondation en Europe*

* Adaptation de Priest et coll., 2011.

Paragon Engineering ltée a mené une étude (1985) comparant les possibles réductions de dommages pour différents types de logements dans le sud de l'Ontario (voir tableau E-3). Cette étude, fondée sur des ajustements de courbes de dommages réelles, tient compte du déménagement d'articles de valeur faciles à déplacer. Dans les structures à un étage, seuls les articles pouvant être facilement transportés dans une voiture ont été pris en compte. Ils ont découvert que la réduction des dommages pouvait varier de 2,5 % pour les maisons sans sous-sol à 23 % pour les maisons en rangée classiques à deux étages. Des études plus récentes (Pappenberger et coll., 2015) estiment que les dommages résidentiels peuvent être réduits de 36,68 % si toutes les mesures d'urgence sont mises en œuvre (voir tableau E-1). Ce résultat dépend d'un taux de réaction élevé et de la rapidité des alertes. La variance observée parmi ces études est grande, ce qui n'est pas surprenant étant donné que les résultats obtenus dépendent du comportement humain et de variables environnementales. Cependant, le simple fait de passer à l'action engendre un ratio avantages/coûts positif.

Code	Type de structure	Total des dommages à 2,4 m (en \$ CA, 2016)	Réduction des dommages à 2,4 m (en \$ CA, 2016)	Réduction des dommages (%)
RES1	Un étage avec sous-sol	43 398 \$	1 236 \$	2,8 %
RES1	Un étage sans sous-sol	35 906 \$	907 \$	2,5 %
RES1	Deux étages avec sous-sol	37 589 \$	5 123 \$	13,6 %
RES1	Deux étages sans sous-sol	28 334 \$	5 470 \$	19,3 %
RES1	Maisons à demi niveaux	46 284 \$	7 170 \$	15,5 %
RES3A	Maisons en rangée	25 538 \$	5 916 \$	23,0 %
RES2	Maisons mobiles	27 068 \$	1 806 \$	6,6 %

Tableau B-3. Comparaison de la réduction des dommages due aux avertissements d'inondation pour les résidences*

* Adaptation de Paragon Engineering Limited, 1985.

D.2. Dommages commerciaux

Priest *et coll.* (2011) ont signalé que la PCO commence lentement à prendre de l'importance en Angleterre alors que les entreprises intègrent des événements météorologiques à leurs plans d'urgence. Cependant, seulement 5 % des entreprises ont été en mesure de mettre en œuvre leur plan de continuité opérationnelle, et il est difficile d'estimer quels dommages pourraient être effectivement réduits grâce à ces plans. Les dommages commerciaux causés par les inondations et la mise en œuvre d'un plan de continuité opérationnelle dépendent considérablement des éléments suivants :

- Le temps et les efforts requis pour retirer les articles des sous-sols et des rez-de-chaussée;
- Un espace de rangement adéquat et suffisamment grand, particulièrement si les étages supérieurs des bâtiments sont occupés par d'autres locataires;
- L'attachement personnel des employés aux biens de l'entreprise qui peut influencer le niveau d'effort déployé pour sauver des articles — leur temps serait probablement mieux employé pour leur propre maison si celle-ci était à risque (IBI Group, 1986).

Comme les propriétés commerciales bénéficieraient des mêmes opérations de défense contre les inondations à grande échelle et au niveau communautaire, la seule différence serait l'efficacité de leur plan de continuité opérationnelle par rapport à la capacité des propriétaires de maison à déplacer leurs biens. Étant donné que ces deux valeurs sont les mêmes dans la littérature, les mêmes valeurs peuvent être utilisées pour calculer les dommages pouvant être évités pour les propriétés commerciales et résidentielles.

ANNEXE 5 — ÉTUDES PORTANT SUR LA VOLONTÉ DE PAYER

E. Études portant sur la volonté de payer

Deux études portant sur la VDP en lien avec les inondations ont récemment été menées au Royaume-Uni. Dans une étude menée par le *Department of Environment Food and Rural Affairs* (Defra) sur les effets immatériels, l'objectif principal était de déterminer une valeur qui pourrait être utilisée à l'échelle nationale dans le cadre des évaluations (*Defra/Environment Agency, Flood and Coastal Defence R&D Programme, 2004*). Cette étude comprenait une enquête (réalisée en 2002) auprès des ménages ayant subi des inondations et de leur VDP afin d'éviter tous les impacts immatériels. Les valeurs de VDP moyennes pour les répondants dont les résidences avaient été inondées étaient d'environ 200 £ (2004) par ménage par année, soit environ 615 \$ CA en dollars de 2015 (*Defra/Environment Agency, Flood and Coastal Defence R&D Programme, 2004*). Joseph *et coll.* (2015) ont utilisé une méthodologie similaire et ont trouvé une valeur moyenne de VTP de 653 £ par ménage par année, soit environ 1 300 \$ CA. Les résultats de la plus récente étude (Joseph *et coll.*, 2015) sont beaucoup plus élevés puisque l'étude a été menée à la suite d'inondations plus graves ayant eu lieu en 2007 et portait sur un éventail plus large d'effets immatériels.

Étant donné que ces études ont apporté des réponses à un large éventail de facteurs de stress pouvant affecter les ménages, le résultat peut être considéré comme une valeur intangible unique de la qualité de vie. La combinaison du bien-être physique et mental devrait couvrir tous les effets, y compris, mais sans s'y limiter, les risques physiques et l'inquiétude, ainsi que la perte de services, de relations communautaires et de jouissance de l'environnement ou de biens historiques.

L'utilisation d'une valeur ou de concepts tirés de l'expérience du Royaume-Uni représente un transfert dans l'espace et n'est pas spécifique au Canada. Cependant, contrairement à d'autres études de monétisation qui constitueraient un transfert dans l'espace, le temps, ou d'échelle, cette valeur provient directement des ménages touchés par les inondations dans un environnement urbain relativement comparable.

Un des grands avantages de ce modèle est qu'il est relativement facile à comprendre, à vérifier et à ajuster. Idéalement, les valeurs devraient être testées et ajustées dans le cadre d'un processus de participation du public. Cet exercice dépasse le cadre de ce guide, mais les montants peuvent être ajustés pour chaque collectivité à risque en fonction des données démographiques disponibles. Les études portant sur la VDP comprennent des profils démographiques qui, lorsqu'associés aux données tirées de la littérature, peuvent être utilisés pour porter les jugements initiaux. Des ajustements peuvent être effectués en fonction de l'impact spécifique des inondations sur la collectivité. Par exemple, deux collectivités semblables sur le plan démographique pourraient ne pas subir les mêmes répercussions si l'une perdait son école, son centre communautaire et son épicerie à cause d'inondations alors que ce n'est pas le cas de l'autre.

ANNEXE 6 — MÉTHODES UTILISÉES POUR ESTIMER LA PERTURBATION DES ACTIVITÉS ET LA RELOCALISATION RÉSIDENTIELLE

F. Méthodes utilisées pour estimer la perturbation des activités

F.1. Pertes en fonction de la productivité et de la durée de l'arrêt

Les pertes monétaires liées à la perturbation des activités peuvent être modélisées comme des pertes de flux économiques à durée déterminée. La perte de ventes, de revenus ou de profits peut être l'indicateur d'impact le plus pertinent et les références à ces chiffres sont courantes. Cependant, il faut tenir compte du fait que les temps d'arrêt réduisent les dépenses ainsi que les profits. Les ventes, les profits et les dépenses sont des composantes de la valeur ajoutée, qui constitue une meilleure mesure des flux financiers nets d'une entreprise (FEMA, 2006).

L'un des principes clés de l'évaluation des dommages consiste à éviter d'additionner la perte de stocks (équipements et inventaires) et la perte de flux économiques (productivité pendant la perturbation). Cela pourrait être une double comptabilisation parce que la valeur d'un bien en capital est la valeur actuelle du flux de revenu généré pendant le reste de sa vie utile. Toutefois, en cas d'interruption temporaire des activités, la perte de stocks et la perte de flux peuvent être additionnées parce qu'elles représentent chacune des composantes différentes des dommages (Messner *et coll.*, 2007). La productivité du travail est le rapport entre la valeur ajoutée d'une industrie et le nombre d'heures travaillées. Cet indice permet donc de mesurer les pertes en fonction de la durée.

À la suite des inondations de juin 2013 dans le sud de l'Alberta, Statistique Canada a mené une enquête sur la population active, qui comportait des questions sur l'incidence de l'inondation sur les heures travaillées. En septembre 2013, le gouvernement de l'Alberta a publié un « commentaire économique » en utilisant ces renseignements comme base pour estimer les pertes subies par les entreprises. Une estimation du produit intérieur brut (PIB) perdu par le secteur privé en 2012 a été faite en multipliant la productivité du travail pour chaque branche d'activité par les heures perdues de l'industrie. Les pertes estimées s'élevaient à 485 millions de dollars, en dollars de 2007. Bien que cette estimation, qui est fondée sur l'enquête sur la population active, soit informative, elle ne fournit pas de méthode facilement reproductible et peut ne pas refléter fidèlement les pertes réelles à la suite d'une inondation. Les bureaux, par exemple, ne fonctionnent pas comme une usine et la fermeture temporaire de bureaux ne cause pas l'arrêt de la production connexe. Ce type d'enquête ne tient pas non plus compte du temps accumulé ou du travail rattrapé après l'inondation. D'autre part, les petites entreprises comme le commerce de détail et les restaurants qui ont subi une inondation directe de leurs bâtiments subiraient certainement des pertes pendant une période plus longue que celle illustrée dans les résultats de l'enquête.

Avec les hypothèses de productivité et de temps de restauration d'un immeuble, une courbe profondeur-dommages peut être créée pour refléter l'interruption d'activités et être appliquée à chaque bâtiment commercial compris dans la zone d'étude.

F.1.1. Valeur de productivité

Statistique Canada fournit une valeur de la productivité horaire par travailleur pour diverses classifications d'industrie, à l'échelle provinciale. La productivité quotidienne par mètre carré de surface de plancher peut être déterminée en divisant la valeur de productivité d'un employé par la surface de plancher typiquement utilisée par employé, puis en multipliant cette valeur par les heures d'exploitation quotidiennes, comme le montre le tableau F-1.

Classification	m ² employé par	Productivité \$/heure	Heures d'activité/semaine	Productivité/jour/m ²
A1 Bureau général	23	88,25	45	24,67
C7 Vente au détail	33	38,99	65	10,97
I1 Restaurant	30	24,68	80	8,55
L1 Entrepôt/Industriel	70	68,52	65	9,09

Tableau F-1. Exemple de productivité par mètre carré

Il existe plusieurs sources possibles d'information sur la superficie moyenne régionale par employé. Certains services de planification municipaux conservent ces renseignements aux fins du calcul des densités d'emploi. En général, les bâtiments commerciaux plus récents offrent des conditions de travail plus denses avec moins d'espace par employé que les bâtiments plus anciens.

Statistique Canada publie la productivité en dollars enchaînés de l'année de référence. Pour les exprimer en dollars courants, il faut utiliser le déflateur implicite des prix qui est le plus récent (fourni trimestriellement). Une valeur générale de la productivité des bureaux peut être obtenue à partir des chiffres d'emploi propres à l'industrie pour la zone d'étude; essentiellement, la composition de la population active sert à pondérer les valeurs de productivité individuelles. Ces informations peuvent être tirées des tableaux suivants fournis par Statistique Canada :

- Tableau : 36-10-0480-01 (anciennement CANSIM 383-0033) Productivité du travail;
- Tableau : 14-10-0098-01 (anciennement CANSIM 282-0131) Enquête sur la population active; et
- Tableau : 36-10-0106-01 (anciennement CANSIM 380-0066) Indices des prix et produit intérieur brut.

La productivité n'est pas une mesure appliquée au secteur public. Les pertes liées aux perturbations associées au secteur public (c.-à-d. les écoles, les bureaux gouvernementaux et

les hôpitaux) devraient être prises en compte dans le cadre de l'évaluation des répercussions immatérielles.

F.1.2. Durée de la perturbation des activités

Une période d'interruption d'activité peut être estimée en tenant compte du temps de restauration du bâtiment et en formulant des hypothèses concernant le temps maximal d'interruption d'activité et le pourcentage de reprise partielle à ce moment-là.

F.1.3. Restauration des bâtiments

Il n'y a que quelques méthodes disponibles pour déterminer la durée moyenne des perturbations. Les temps de restauration varient considérablement et sont généralement influencés par des facteurs qui ne sont pas directement attribués aux dommages causés par les inondations, tels que des améliorations et des changements apportés aux bâtiments et des lacunes préexistantes. Comme pour les dommages directs, il est important de considérer la restauration à l'état d'exploitation précédent seulement.

En Allemagne, Bubeck et Kreibich (2011) ont effectué des enquêtes téléphoniques auprès des entreprises situées dans les bassins versants des rivières Elbe et Danube en 2003, 2004 et 2006 pour déterminer les temps d'interruption moyens. L'étude a révélé qu'une profondeur d'eau de 20 cm entraînait une perturbation de 16 jours, et une profondeur de 150 cm entraînait une qui dure 59 jours. Cependant, les types particuliers d'industries considérés dans l'étude sont inconnus. Aux États-Unis, le modèle Hazus de la FEMA contient des tableaux pour le temps de restauration par type de bâtiment à la suite d'une inondation. Pour le commerce de détail, des profondeurs de 0–1,2 m d'eau de crue sont associées à une plage de temps de restauration assez large, allant de 7 mois à 13 mois. Un niveau d'inondation de plusieurs centimètres pourrait être récupéré en beaucoup moins de sept mois. De plus, les délais de reconstruction maximaux totaux de la FEMA sont de 12 mois à 31 mois. Dans le cas où la reconstruction d'un bâtiment nécessitait 25 mois, la plupart des entreprises seraient en mesure de déménager et de reprendre leurs activités plus tôt. Dans la documentation de l'outil « *Benefit Cost Analysis Tool* (v 4.5.5) » de la FEMA, le nombre de jours d'interruption d'activité est indiqué dans un tableau pour chaque pied de profondeur d'inondation. C'est une fonction linéaire simple, équivalant à 45 jours par tranche de 30 cm d'eau. L'estimation se rapproche de la réalité lorsqu'elle est appliquée à des niveaux faibles d'inondation. Par exemple, une inondation de 6 cm entraînerait une perturbation de neuf jours.

Pour chaque type de bâtiment, le temps moyen de restauration doit être estimé en fonction des conditions locales, notamment des exigences en matière de permis, de la disponibilité de l'entrepreneur, de la présence de matières dangereuses comme l'amiante, et de toute autre complication possible.

F.1.4. Ajustements pour pertes commerciales

La durée réelle de la perte complète de productivité n'est pas nécessairement égale à la période de restauration du bâtiment. Il faut présumer un délai maximal d'interruption des activités, après quoi une entreprise aurait logiquement déménagé plutôt que d'attendre la période prolongée de restauration du bâtiment. De plus, il est possible d'avoir une reprise partielle des activités avant que le délai maximal d'interruption soit atteint. Si l'espace d'une entreprise prend sept mois pour être entièrement restauré, il est peu probable que ses ressources, y compris son personnel, soient complètement inopérantes pour l'économie pendant toute la période. Une inondation représente une perturbation des opérations à la suite de laquelle des ajustements complexes et des activités de remplacement ont lieu pendant les réparations.

La perte de productivité diminue à mesure que le temps de perturbation augmente. Le temps de perturbation du bâtiment peut être modifié pour produire une valeur représentant la perte totale d'activité commerciale au cours du processus de restauration. Les jours de productivité perdus (L) pour une période de récupération de n jours peuvent être calculés comme suit :

$$L = n * (1 - n/[d/p])$$

Où d est le nombre maximal de jours de perturbation et p est le pourcentage de la productivité maximale retrouvée. Le tableau F-2 illustre les résultats obtenus avec cette méthode pour une période maximale quant à l'interruption des activités (d) de 240 jours, et l'hypothèse selon laquelle 20 % de la productivité (p) aura été retrouvée au plus tard le 240^e jour.

Jours de restauration des bâtiments (n)	Jours de productivité perdue (L)	Productivité/jours de perte de fonction du bâtiment
5	5	100 %
151	132	87 %
240	192	80 %
300	192	64 %

Tableau F-2. Exemple de relation entre la restauration des bâtiments et la perturbation des activités

Le travail de bureau n'est pas aussi dépendant de l'espace physique qu'un établissement dédié à la vente au détail ou à la manufacture. Le travail effectué dans un bureau peut être associé à une production située à l'extérieur de la zone touchée par les inondations. Il est également possible d'effectuer de nombreuses tâches de bureau à un autre endroit. Par exemple, les employés pourraient travailler à distance ou dans une autre succursale. Pour en tenir compte, la perte de productivité globale liée à la fermeture d'un bureau devrait être réduite. De plus, les taux d'inoccupation des bureaux devraient être pris en compte et devraient se refléter dans l'évaluation de la productivité globale.

Dans un gratte-ciel, les effets des perturbations subis par une entreprise de détail au rez-de-chaussée seraient différents de ceux par un bureau du 10^e étage. Le commerce de détail peut

subir des perturbations de plusieurs mois, tandis que les travailleurs d'un bureau situé à un niveau supérieur peuvent retourner au bureau en quelques jours si les services publics sont restaurés et que le hall d'entrée est jugé sûr. Par conséquent, les temps de perturbation devraient également être estimés pour les locaux qui n'ont pas été directement inondés (niveaux supérieurs, bâtiments évacués sans dommages et garage aérien seulement). Normalement, il n'est pas possible de classer les utilisations dans les étages supérieurs de sorte que les valeurs générales de productivité des bureaux puissent être utilisées.

F.2. Incorporation dans le modèle de dommages

Les estimations des jours de productivité perdus en fonction de la profondeur de l'inondation sont associées à la productivité quotidienne par mètre carré pour créer des courbes de dommages propres à chaque classification d'utilisation commerciale. Pour tenir compte de la durée de perturbation potentiellement différente aux niveaux supérieurs, une courbe supplémentaire devrait être créée pour ces bureaux.

Les coûts associés aux bâtiments commerciaux qui sont évacués et non inondés ne doivent pas être compris dans le modèle de dommages. Un coût journalier doit plutôt être calculé pour chaque bâtiment et multiplié par le nombre de jours d'évacuation estimé.

Des feuilles de travail utilisées pour le calcul des courbes niveau-dommages en cas de perturbation des activités sont présentées à titre d'exemple aux tableaux F-3A et F-3B.

Tableau F-3A — Exemple de feuille de travail utilisée pour créer des courbes niveau-dommages associées aux perturbations des activités

Taux d'occupation des bureaux	11 %	Classification		Évacuation /m ²	Classification		Évacuation /m ²
		A1	Bureau général	35,12 \$	F1	Pharmacie	21,94 \$
Taux de perte des bureaux	80 %	B1	Médical		G1	Automobile	10,03 \$
		C1	Chaussures	21,94 \$	H1	Hôtels	14,81 \$
Durée maximale	240 jours	C2	Vêtements	21,94 \$	I1	Restaurant	17,10 \$
Maximum récupéré	20 %	C3	Stéréos/télévision	21,94 \$	J1	Service personnel	22,81 \$
		C4	Papeterie	21,94 \$	K1	Financier	48,45 \$
		C5	Matériel/tapis	21,94 \$	L1	Entrepôt/industriel	18,18 \$
		C6	Vente au détail	21,94 \$	M1	Théâtres	10,35 \$

C7	Magasins de détail divers	21,94 \$	N1	Institutionnel	
D1	Meubles/appareils électroménagers	21,94 \$	O1	Hôpital	
E1	Épiceries	21,94 \$			

COD E	Interruption	PROFONDEUR											
		0	0,1	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3
	Jours d'interruption d'activité												
A1	150	0	15	45	90	135	180	225	240	240	240	240	240
C1	150	0	15	45	90	135	180	225	240	240	240	240	240
C2	150	0	15	45	90	135	180	225	240	240	240	240	240
C3	150	0	15	45	90	135	180	225	240	240	240	240	240
C4	150	0	15	45	90	135	180	225	240	240	240	240	240
C5	100	0	10	30	60	90	120	150	180	210	240	240	240
C6	150	0	15	45	90	135	180	225	240	240	240	240	240
C7	150	0	15	45	90	135	180	225	240	240	240	240	240
D1	150	0	15	45	90	135	180	225	240	240	240	240	240
E1	150	0	15	45	90	135	180	225	240	240	240	240	240
F1	150	0	15	45	90	135	180	225	240	240	240	240	240
G1	150	0	15	45	90	135	180	225	240	240	240	240	240
H1	150	0	15	45	90	135	180	225	240	240	240	240	240
I1	150	0	15	45	90	135	180	225	240	240	240	240	240
J1	150	0	15	45	90	135	180	225	240	240	240	240	240
K1	150	0	15	45	90	135	180	225	240	240	240	240	240
L1	100	0	10	30	60	90	120	150	180	210	240	240	240
M1	125	0	13	38	75	113	150	188	225	240	240	240	240
U1		0	15	21	30	45	45	45	45	45	45	45	45

D = Jours de perturbation par mètre de profondeur

Tableau F-3B — Exemple de feuille de travail utilisée pour créer des courbes niveau-dommages associées aux perturbations des activités

CODE	VALEUR DE PRODUCTIVITÉ			
	m ² /Employé	Productivité	Heures d'activité/semaine	Perte de productivité/m ² /jour
A1	23	88,25 \$	45	17,56 \$
C1	33	38,99 \$	65	10,97 \$
C2	33	38,99 \$	65	10,97 \$

C3	33	38,99 \$	65	10,97 \$
C4	33	38,99 \$	65	10,97 \$
C5	33	38,99 \$	65	10,97 \$
C6	33	38,99 \$	65	10,97 \$
C7	33	38,99 \$	65	10,97 \$
D1	33	38,99 \$	65	10,97 \$
E1	33	38,99 \$	65	10,97 \$
F1	33	38,99 \$	65	10,97 \$
G1	50	38,99 \$	45	5,01 \$
H1	50	24,68 \$	105	7,40 \$
I1	33	24,68 \$	80	8,55 \$
J1	23	40,80 \$	45	11,40 \$
K1	23	86,67 \$	45	24,22 \$
L1	70	68,52 \$	65	9,09 \$
M1	70	38,99 \$	65	5,17 \$
U1	23	88,25 \$	45	17,56 \$

CODE	PROFONDEUR											
	0	0,1	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0
	Dommages/m ²											
A1	0	260	761 \$	1 462	2 104	2 687	3 211	3 372	3 372	3 372	3 372	3 372
C1	0	163	475 \$	913 \$	1 315	1 679	2 006	2 107	2 107	2 107	2 107	2 107
C2	0	163	475 \$	913 \$	1 315	1 679	2 006	2 107	2 107	2 107	2 107	2 107
C3	0	163	475 \$	913 \$	1 315	1 679	2 006	2 107	2 107	2 107	2 107	2 107
C4	0	163	475 \$	913 \$	1 315	1 679	2 006	2 107	2 107	2 107	2 107	2 107
C5	0	109	321 \$	625 \$	913 \$	1 185	1 440	1 679	1 901	2 107	2 107	2 107
C6	0	163	475 \$	913 \$	1 315	1 679	2 006	2 107	2 107	2 107	2 107	2 107
C7	0	163	475 \$	913 \$	1 315	1 679	2 006	2 107	2 107	2 107	2 107	2 107
D1	0	163	475 \$	913 \$	1 315	1 679	2 006	2 107	2 107	2 107	2 107	2 107
E1	0	163	475 \$	913 \$	1 315	1 679	2 006	2 107	2 107	2 107	2 107	2 107
F1	0	163	475 \$	913 \$	1 315	1 679	2 006	2 107	2 107	2 107	2 107	2 107
G1	0	74 \$	217 \$	417 \$	601 \$	767 \$	917 \$	963 \$	963 \$	963 \$	963 \$	963 \$
H1	0	110	321 \$	616 \$	887 \$	1 133	1 354	1 422	1 422	1 422	1 422	1 422
I1	0	127	370 \$	712 \$	1 024	1 308	1 563	1 641	1 641	1 641	1 641	1 641
J1	0	169	494 \$	949 \$	1 366	1 745	2 085	2 189	2 189	2 189	2 189	2 189
K1	0	359	1 049	2 017	2 902	3 706	4 428	4 651	4 651	4 651	4 651	4 651
L1	0	90 \$	266 \$	518 \$	757 \$	982 \$	1 193	1 391	1 575	1 745	1 745	1 745
M1	0	67 \$	190 \$	364 \$	529 \$	679 \$	820 \$	946 \$	993 \$	993 \$	993 \$	993 \$
U1	0	260	362 \$	514 \$	761 \$	761 \$	761 \$	761 \$	761 \$	761 \$	761 \$	761 \$

F.3. Méthodes d'estimation des relocalisations résidentielles

F.3.1. Coûts

Les coûts des relocalisations résidentielles sont ceux qui ne seraient pas normalement engagés et qui sont associés à l'incapacité des gens de rentrer chez eux pendant et après une inondation. La nature et le montant de ces coûts seront modulés par des circonstances

particulières. Toutefois, des hypothèses générales concernant la population peuvent être adoptées afin d'estimer les coûts de déplacement par ménage comme suit :

- La moitié des ménages déplacés trouveront un logement avec des amis, une famille ou un abri.
- Les coûts associés aux abris publics sont inclus dans le calcul des opérations d'urgence, et les coûts associés au séjour avec des amis et des membres de la famille sont négligeables.
- Le reste des ménages passera jusqu'à 14 jours dans un hôtel. Les tarifs journaliers moyens des hôtels locaux et régionaux peuvent être trouvés à l'aide de diverses sources, telles que les publications de l'industrie de l'hébergement.
- Au cours des 14 premiers jours, chaque personne dépensera un montant supplémentaire par jour pour des biens personnels et des repas qu'elle n'aurait pas achetés autrement.
- Le nombre de personnes par ménage pour les unités individuelles et demie jumelées peut être déterminé à l'aide des données de recensement locales ou régionales, ou, si ces derniers ne sont pas disponibles, les données des recensements nationaux peuvent être utilisées.
- Les ménages qui ont besoin d'un autre logement au-delà de 14 jours loueront une autre unité du même type. Le loyer moyen du marché régional pour les appartements et les ménages peut être utilisé et calculé au prorata par jour lorsque nécessaire.
- Une dépense unique de déménagement par ménage est incluse dans le cas des ménages ayant besoin d'un logement au-delà de 14 jours.

F.3.2. Période de relocalisation

La durée de la relocalisation peut varier considérablement d'un bâtiment à l'autre, même avec des niveaux d'inondation similaires. Le processus de reconstruction implique généralement beaucoup plus que la restauration d'un bâtiment à son état antérieur.

Selon la municipalité, l'exactitude des renseignements sur les pièces du sous-sol peut varier, mais on suppose que la majorité des sous-sols finis ne contiennent pas d'espaces de vie essentiels (p. ex., cuisine) et qu'une maison qui subit des inondations mineures au sous-sol sera habitable pendant sa restauration. Une inondation au sous-sol de plus de 50 cm peut affecter l'équipement électrique et mécanique, et l'inspection peut prendre plus de temps que la réalisation des réparations.

Pour les unités multifamiliales qui ne sont pas directement endommagées, la restauration de l'électricité et des systèmes de sécurité régit la durée de la relocalisation. Cependant, la disponibilité d'équipements mécaniques spécifiques et le nombre de problèmes propres aux bâtiments sont très variables.

Il est reconnu que la disponibilité des entrepreneurs, des inspecteurs et de l'équipement peut devenir problématique avec le nombre croissant de bâtiments touchés. La durée estimée de la

relocalisation devrait tenir compte du temps requis pour effectuer les réparations et des délais moyens généraux associés aux entrepreneurs, aux matériaux, aux inspections et à l'équipement. Ce temps moyen de relocalisation doit être estimé en fonction des conditions locales. Des exemples d'estimations sont illustrés dans le tableau F-4.

Type d'unité/emplacement	PROFONDEUR (m)										
	0,1	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3
Appartements avec stationnement sous-terrain	0	2	4	7	7	7	10	10	14	14	14
Niveau supérieur, immeuble bas	35	35	90	90	120	120	180	180	180	180	180
Niveau supérieur, immeuble de grande hauteur	21	35	42	60	90	90	90	90	90	90	90
Unités du rez-de-chaussée	60	90	120	180	180	180	210	240	270	300	300
Rez-de-chaussée unique/semi/rangée	90	120	180	210	240	270	300	300	300	300	300
Sous-sol unique/semi/rangée	0	0	14	21	30	30	45	45	60	75	90

Tableau F-4. Estimation de la durée moyenne des relocalisations résidentielles (jours)*

*Les estimations de temps correspondant à l'inondation d'un stationnement souterrain ou d'un sous-sol ne devraient pas être ajoutées lorsque des inondations touchent le rez-de-chaussée.

F.4. Évacuation

Lors d'un événement de crue, les maisons qui ne sont pas directement inondées peuvent être évacuées en raison d'un risque d'inondation ou d'une perte d'accès et de services. Les ménages qui sont évacués, mais qui ne sont pas inondés entraîneront également des coûts. Il n'y aura cependant pas de profondeur associée à la relocalisation. Certaines municipalités ont un plan d'intervention d'urgence qui comprend des zones d'évacuation fondées sur la cartographie des risques d'inondation pour les périodes de retour d'intérêt. Le coût de l'évacuation devrait donc être ajouté aux bâtiments qui sont identifiés comme étant évacués, mais qui ne sont pas inondés. La durée de l'évacuation dépend des conditions locales (comme l'incidence sur les services publics et la durée des inondations), mais serait d'un ou deux jours dans la plupart des cas.

F.4.1. Unités locatives

Plusieurs hypothèses simples sont requises pour tenir compte de la perte liée au loyer lorsqu'un logement n'est pas habitable pendant une période supérieure à 14 jours. Si un logement locatif n'est pas habitable, le locataire en trouvera un autre et continuera d'être locataire. Par conséquent, le loyer ne représente pas une perte supplémentaire pour ce ménage. Cependant, le propriétaire de l'unité inondée perdra le revenu de la location. La perte de revenu sera d'une

durée égale au temps estimé des relocalisations, afin que le coût total de cette relocalisation puisse être utilisé pour tous les ménages, quel que soit leur mode d'occupation.

F.4.2. Incorporation dans le modèle de dommages

Les estimations de relocalisation (à partir des relations profondeur-relocalisation) sont combinées aux coûts quotidiens par ménage pour créer des courbes niveau-dommages pour chaque type de logement. Pour tenir compte des temps de perturbation potentiellement différents dans les immeubles d'habitation, une courbe supplémentaire devrait être créée pour les unités de niveau supérieur.

Les dommages sont calculés sur la base des unités, plutôt que sur la surface de plancher. Le nombre total d'unités dans un immeuble multifamilial est fréquemment exclu des dossiers d'évaluation. Pour les immeubles en copropriété, le nombre d'unités est censé être égal au nombre de dossiers d'évaluation résidentielle individuels sur le même lot. Dans le cas des immeubles locatifs qui n'ont qu'un seul dossier d'évaluation, on suppose que chaque superficie habitable de 75 m² représente une unité résidentielle (c.-à-d. que le nombre d'unités peut être estimé en divisant la superficie habitable totale par 75 m²). Lorsque possible, le nombre d'unités est confirmé à l'aide des données des côtés d'îlots contenues dans le recensement municipal. Les coûts associés aux bâtiments résidentiels qui sont évacués et non inondés ne sont pas compris dans le modèle des dommages. Le nombre et le type d'unités dans les zones d'évacuation qui ne sont pas inondées devraient être déterminés pour chaque scénario d'inondation modélisé. Le nombre d'unités évacuées, mais non inondées devrait être multiplié par les coûts de relocalisation associés au nombre supposé de jours d'évacuation pour fournir l'estimation des coûts. Un exemple de feuille de travail pour créer une courbe niveau-dommages en vue d'une relocalisation résidentielle est disponible au tableau F-5.

Tableau F-5. Échantillon de feuille de travail utilisée pour la courbe niveau-dommages en ce qui concerne la relocalisation résidentielle

Article	Coût	Coût d'évacuation	
Chambre d'hôtel par nuit	166 \$	Jours d'évacuation	2
Frais de déménagement non récurrents	500 \$	Nombre de maisons évacuées	450
Loyer d'appartement/mois	1 220 \$	Nombre d'appartements seulement évacués	120
Frais de location de maison/mois	1 695 \$	Coût d'évacuation	218 220 \$
Frais connexes/jour/personnes	50 \$		
Occupants/appartement	1,3		
Occupants/maison	2,4		
Pourcentage chez des amis ou de la famille	50 %		

Nombre maximum de jours à l'hôtel	14
Appartement à coût journalier	148 \$
Maison à coût journalier	203 \$

	Type d'unité /emplacement	PROFONDEUR (m)											
		0	0,1	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3
Jours	Appartements avec stationnement sous-terrain	0	0	0	2	7	7	7	10	10	14	14	14
	Niveau supérieur, immeuble bas	0	35	35	90	90	120	120	180	180	180	180	180
	Niveau supérieur, immeuble de grande hauteur	0	21	35	42	60	90	90	90	90	90	90	90
	Unités du rez-de-chaussée	0	60	90	120	180	180	180	210	240	270	300	300
	Rez-de-chaussée unique/semi/rangée	0	90	120	180	210	240	270	300	300	300	300	300
	Sous-sol unique/semi/rangée	0	0	0	14	21	30	30	45	45	60	75	90
	Type d'unité /emplacement	Dommages par unité (\$)											
Dommages	Appartements avec stationnement sous-terrain	0	0	0	296	1036	1036	1 036	1480	1 480	2 072	2 072	2 072
	Niveau supérieur, immeuble bas	0	2749	2749	3867	3867	4477	4477	5 697	5 697	5 697	5 697	5 697
	Niveau supérieur, immeuble de grande hauteur	0	2464	2749	2891	3257	3867	3 867	3 867	3 867	3 867	3 867	3 867
	Unités du rez-de-chaussée	0	3257	3867	4477	697	5697	5 697	6 307	6 917	7 527	8 137	8 137
	Rez-de-chaussée unique/semi/rangée	0	5239	6087	7782	8629	9477	10324	11172	11172	11172	11172	11172
	Sous-sol unique/semi/rangée	0	0	0	2842	3290	3544	3 544	3 968	3 968	4 392	4 815	5 239

ANNEXE 7 — COÛTS ASSOCIÉS AUX RETARDS DE TRAFIC

G. Coûts associés aux retards de trafic

G.1. Coût des retards de trafic

Il existe un corpus de recherches portant sur les impacts économiques de la congestion routière et les méthodes d'estimation des coûts, mais très peu portent sur les impacts propres aux inondations. La congestion peut être récurrente ou non récurrente. La congestion récurrente désigne les volumes de trafic quotidiens élevés, tandis que la congestion non récurrente est le résultat d'incidents aléatoires tels que les accidents, les accrochages, les travaux routiers et les inondations (iTRANS Consulting Inc., 2006).

Les estimations comprennent généralement les coûts de l'utilisation supplémentaire des véhicules conjointement au coût de renonciation, ou coût d'opportunité (temps) des occupants. Les retards de circulation mènent cependant à de nombreuses répercussions économiques et sociales plus vastes, notamment des effets sur la chaîne d'approvisionnement, la pollution atmosphérique, le nombre d'accidents, la mise en commun du bassin de main-d'œuvre (Dachis, 2015) et les décisions relatives à l'utilisation des terres, mais bon nombre de ces facteurs ne sont pertinents que pour des conditions persistantes. La modélisation du transport dans des conditions optimales et congestionnées ou perturbées fournit un moyen d'estimer le coût total. Plusieurs études portant sur le coût de la congestion ou des perturbations de la circulation ont été effectuées au Canada, dont deux par Transports Canada en 2006, sur lesquelles se fondent de nombreuses autres études. Une étude récente a été préparée pour TransLink en 2015 et a estimé les coûts actuels et prévus associés à la congestion routière dans la région métropolitaine de Vancouver. Les coûts d'exploitation et la valeur du temps des occupants utilisés dans l'étude de Vancouver étaient de 0,21 \$ le kilomètre et de 16,69 \$ l'heure en dollars de 2011 (HDR Inc., 2015).

Bien que la perturbation de la circulation soit parfois mentionnée dans la documentation sur les impacts des inondations, elle est rarement incluse dans l'évaluation des dommages causés par les inondations. Certaines études portent sur l'impact économique des fermetures de routes dues aux inondations ou aux glissements de terrain, mais très peu sur les inondations urbaines.

G.1.1. Calcul des dommages

La modélisation détaillée des impacts des inondations dépasse normalement le cadre de l'estimation des dommages et n'est pas justifiée en raison de la valeur attendue par rapport aux autres dommages. Toutefois, il est possible de modéliser la circulation municipale dans le but de déterminer le nombre quotidien de véhicules passant par la zone touchée, en provenance ou à destination de celle-ci. À partir de ces données, les hypothèses suivantes peuvent être formulées pour évaluer le niveau de perturbation des déplacements des véhicules en raison d'une inondation :

- Les voyages commençants ou se terminant dans la zone inondée devraient être voyages annulés.
- Le coût d'un voyage annulé est inclus dans d'autres estimations relatives au bâtiment associé au voyage (interruption des activités professionnelles, déplacement des ménages et dommages immatériels).
- Les autres voyages à l'intérieur de la zone inondable sont détournés.
- Une distance et une durée moyenne de détour sont estimées pour chaque période de retour en fonction des autres itinéraires disponibles.
- Un délai supplémentaire est envisagé pour prendre en considération l'effet d'un véhicule détourné sur les autres véhicules empruntant normalement cet itinéraire.
- Les coûts d'exploitation et la valeur associés au temps de l'occupant peuvent être empruntés à partir d'autres études, p. ex. (HDR Inc., 2015).
- La durée moyenne effective de l'impact augmente avec la sévérité des inondations, qui varie généralement de 2 à 14 jours.

Pour un niveau donné d'inondation, la plupart des liens vulnérables d'importance seraient déjà fermés. Par conséquent, l'impact des inondations au-delà de ce point serait principalement une augmentation du nombre de voyages annulés, et le même nombre de détours auraient lieu, mais pour une période plus longue, en raison de dommages accrus.

ANNEXE 8 — OUTILS D'ÉVALUATION DES DOMMAGES CAUSÉS PAR LES INONDATIONS

I.1. Modèles canadiens

Plusieurs modèles sont utilisés au pays pour évaluer les dommages causés par les inondations; ces derniers sont résumés dans le tableau D-1

Nom	Lieu d'utilisation	Caractéristiques	Dommages évalués par
Xactware (Xactimate)	Compagnies d'assurance canadiennes ³ , entrepreneurs en rénovation, évaluateurs dans l'Ouest canadien et aux États-Unis ⁴	Outils d'estimation des dommages matériels et des réparations d'urgence Cycle complet de gestion des réclamations Police d'assurance en matière d'inondations, les limites et franchises Saisie électronique des données Les valeurs de dépréciation remboursables et non remboursables par défaut sont automatiquement appliquées	Schéma du bâtiment et inventaire du contenu du bâtiment
Système Fddbms de gestion des bases de données sur les dommages causés par les inondations (années 80)	AB, SK, MB	Premier système informatisé d'évaluation des dommages causés par les inondations Calcul des dommages causés par les inondations à chaque bâtiment situé dans la plaine inondable Données d'entrée : inondations USACE HEC-2, base de données des bâtiments Données de sortie : calcul des dommages annuels moyens (DAM)	Courbes niveau-dommages
Programme d'estimation	MB	Version modifiée du Fddbms	Conçu pour appliquer plusieurs courbes niveau-dommages aux

³ Logiciel Xactware, les dix principaux assureurs canadiens utilisent les outils de Xactware pour les demandes d'indemnisation en matière d'assurance de biens, <https://www.xactware.com/fr-ca/societe/>

⁴ Conversation, David Sol, IBI Group, nov. 2019

<p>comparative des dommages causés par les inondations (CFDEP)</p>		<p>Conçu pour utiliser la base de données tirée des formulaires d'enquête sur les dommages causés par les inondations de sept collectivités de la vallée de la rivière Rouge et d'autres bassins hydrographiques adjacents au Manitoba</p>	<p>mêmes structures de bâtiment pour permettre l'analyse comparative des courbes</p>
<p>Modèle RFDAM d'évaluation rapide des dommages causés par les inondations (2014)</p>	<p>AB</p>	<p>Utilise les courbes niveau-dommages de 2014 développées pour l'Alberta Développé à l'aide de logiciels libres et gratuits Convivial Données d'entrée : Inventaire SIG des bâtiments Courbes niveau-dommages communautaires Tableau des variables hydrauliques fréquence des crues-élévation (HEC-RAS)</p>	<p>Courbes niveau-dommages</p>
<p>Outil provincial d'évaluation des dommages causés par les inondations (PFDAT) (2014)</p>	<p>AB</p>	<p>Développé par IBI Group pour la province de l'Alberta Amélioration du RFDAM, pour une meilleure intégration des SIG, des données d'évaluation, et des courbes Peut calculer les valeurs d'interruption des activités d'affaires, de déplacement résidentiel et de valeurs immatérielles</p>	<p>Courbes niveau-dommages</p>
<p>FLDAM (1989, révisée en 2007)</p>	<p>ON</p>	<p>Trois modules : Télécharger le questionnaire rempli Associe les réponses au questionnaire aux coûts unitaires des structures et des contenus pour générer des données niveau-dommages pour les maisons individuelles et les groupes de maisons</p>	<p>Courbes niveau-dommages</p>

		Estimation des dommages causés par les inondations Dommages aux bâtiments, l'objectif principal étant de calculer les dommages annuels estimés	
Hazus Canada (2011-2017, utilisé par Ressources naturelles Canada)	Partout au Canada	Adaptation du modèle américain de la FEMA (Hazus-MH Flood Model) par Ressources naturelles Canada Exige le bureau d'ArcGIS L'utilisateur doit téléverser les fichiers des cartes d'inondation Hazus est une méthodologie robuste et qui a fait ses preuves	Courbes niveau-dommages
Rapid Risk Evaluation (ER2) (2014-2017 Université du Nouveau-Brunswick)	Partout au Canada	Outil Excel et interface de programmation d'application (API) Calcule uniquement les dommages causés aux bâtiments L'API permet aux programmeurs d'accéder aux calculs des dommages et d'intégrer leurs propres logiciels/outils Multiples feuilles de calcul Excel : occupation unique; occupation multiple; et plusieurs bâtiments et occupations avec des niveaux d'eau individuels pour chacun Facile à utiliser pour les non-spécialistes Une version Web, incluant la simulation de scénarios d'inondation et des couches de sortie supplémentaires, est en cours d'élaboration.	Courbes niveau-dommages
Modèle LIRA d'évaluation de la résilience des terres et des infrastructures (TANA Management Inc., Agriculture Canada et l'aide financière du gouvernement du Canada)	SK	L'un des seuls modèles canadiens à calculer les pertes économiques agricoles Utilise le SIG pour cartographier le paysage approprié et l'infrastructure économique, sociale et environnementale vitale, modélise les risques d'inondation et les pertes dues aux inondations, et calcule les économies de coûts associées à diverses mesures d'atténuation Fournit une analyse coûts-avantages basée sur une analyse du scénario statu quo de référence et une valeur annuelle des coûts pour une référence par rapport aux différentes options de planification Ses composantes sont compatibles avec QGIS (logiciel SIG disponible en libre accès)	Courbes niveau-dommages

Outil municipal d'évaluation des risques (2009, BAC en collaboration avec RNCan)	BAC	Outil d'évaluation en ligne Calcule la probabilité de défaillance de l'infrastructure municipale des eaux pluviales Combine l'infrastructure municipale, le climat actuel et futur et les événements météorologiques réels	
Évaluation dynamique des dégâts d'inondation basée sur des objets stochastiques (SOFDA)	Calgary, AB	Développé pour simuler le risque d'inondation dans le temps à l'aide des courbes de l'Alberta et d'une prévision de développement résidentiel. Puisqu'il est programmé en Python 3.7, ce modèle bénéficie d'un vaste éventail de modules accessibles au public, et sa lisibilité et réutilisation en sont accrues	Tableaux des caractéristiques des dommages stochastiques
CanFlood (2020 RNCan et Group IBI)	Partout au Canada	CanFlood est un plugin QGIS basé sur des objets, transparent, accessible et source-ouverte. Développé par RNCan et Group IBI en 2020 pour modéliser le risque d'inondation au Canada.	Multi-niveaux Courbes niveau-dommages Tableaux des caractéristiques des dommages stochastiques

Tableau D-1. Outils canadiens d'évaluation des dommages causés par les inondations

1.2. Modèles internationaux

Certains des modèles utilisés au Canada ont été élaborés pour l'évaluation des dommages causés par les inondations aux États-Unis. Ces modèles sont résumés dans le tableau D-2.

Nom	Lieu d'utilisation	Caractéristiques	Dommages évalués par
Hazus-MH (1990— jusqu'à présent, FEMA)	États-Unis, International	Modèle d'estimation multirisque, produit par la FEMA Gratuit (mais nécessite une licence Esri ArcGIS) Outil en ligne en cours de développement Basé sur l'estimation des dommages matériels, ce modèle évalue les besoins en logements et les pertes économiques directes et indirectes résultant des inondations. Le modèle peut utiliser la dépréciation par opposition au coût de réparation comme mesure générale de la perte économique	Courbes de profondeur-dommages, vaste bibliothèque de courbes (> 900)
HEC-FDA (U.S. Army Corps of Engineers)	États-Unis, International	Outil d'analyse fondé sur les risques destiné à être utilisé dans la phase d'analyse de faisabilité des différentes mesures d'atténuation des inondations Dommages annuels attendus (DAA) Gratuit	
FloodIQ	États-Unis	Outil Web sur les risques d'inondation Possibilité d'intégrer la plate-forme Smart Cities Approche d'évaluation des risques fondée sur les objets Comprends des modèles de dommages pour l'infiltration d'eaux souterraines et de refoulement d'égouts Profils de risque pour : interruption d'activité, relocalisation résidentielle, perturbation de la circulation, élimination des déchets, etc.	FloodIQ

Tableau D-2. Modèles américains d'évaluation des dommages causés par les inondations

ANNEXE 9 — RÉSUMÉ DES ENJEUX ET CONSIDÉRATIONS LIÉS À LA BASE DE DONNÉES

J.1. Enjeux qui se rapportent à l'utilisation des données d'évaluation

Il existe de nombreux problèmes liés à l'utilisation des données d'évaluation, qui peuvent parfois nuire à leur utilité ultime, dans la modélisation de l'estimation des dommages. Les principales limitations sont résumées comme suit :

- Dans les grands centres, les bases de données peuvent contenir plusieurs millions d'informations, ce qui les rend difficiles à utiliser.
- Dans ce cas, le tri et la clarification des données peuvent prendre beaucoup de temps.
- La résolution des irrégularités peut compliquer le processus de saisie des données (c'est-à-dire une adresse unique pour plusieurs bâtiments).
- Certaines bases de données comportent beaucoup trop de codes et de catégories.
- Plusieurs champs sont laissés vacants.
- L'un des principaux enjeux liés au processus d'estimation des dommages est le fait que la valeur d'évaluation contenue dans les dossiers comprend le terrain et les améliorations apportées et, par conséquent, on ne peut pas appliquer les rapports entre la valeur du contenu et celle de structure (RVCS) standard, car cela mènerait à une surestimation de la valeur du contenu.
- Dans le cas des immeubles à locataires multiples, il n'existe aucun moyen de ventiler la valeur d'évaluation par unité ou utilisation de telle sorte que l'on puisse appliquer un RVCS approprié (par conséquent, les méthodes d'estimation des dommages Hazus-MH et HEC-FDA ne peuvent être appliquées).
- Les descripteurs de type d'entreprise pour le commerce de détail ne sont généralement pas subdivisés en types particuliers (c.-à-d. chaussures, vêtements, électronique, papier, épicerie) et ne permettent donc pas une fine évaluation du contenu par type de commerce.

J.1.1. Données d'évaluation et SIG utilisés

Les renseignements suivants provenant des déclarations de revenus et des SIG sont utilisés dans le modèle d'évaluation des dommages PFDAT.

Évaluation des logements unifamiliaux

- Numéro d'identification du lot
- Adresse municipale complète
- Nombre d'étages
- Type de bâtiment
- Valeur évaluée
- Surface habitable au-dessus
- Surface habitable en dessous
- Surface habitable totale

SIG

- Coordonnées géographiques — X, Y

- Superficie du bâtiment (l'information est utile pour contre-vérifier les données d'évaluation)

Évaluation des logements multifamiliaux

- Numéro d'identification du lot
- Adresse municipale complète
- Nombre d'étages
- Type de bâtiment
- Valeur évaluée
- Surface habitable au-dessus
- Surface habitable en dessous
- Surface habitable totale

SIG

- Coordonnées géographiques — X, Y
- Superficie du bâtiment
- Dans le cas des immeubles résidentiels multifamiliaux, la superficie SIG du bâtiment est généralement utilisée plutôt que les données d'évaluation, car les données d'évaluation concernent généralement le bâtiment dans son ensemble plutôt que l'espace habitable au rez-de-chaussée.

Évaluation des bâtiments non résidentiels

- Numéro d'identification du lot
- Usage principal
- Code de sous-propriété (type d'entreprise)

SIG

- Coordonnées géographiques — X, Y
- Superficie du bâtiment

J.1.2. Données SIG

L'assemblage de l'inventaire des bâtiments SIG est, en théorie, relativement simple. Cependant, dans la pratique, cela peut s'avérer une tâche difficile. Les défis sont en grande partie liés à la qualité des données disponibles et au niveau de traitement des données nécessaire. Pour la plupart des municipalités, ces défis peuvent être facilement surmontés. Cependant, dans les grands centres urbains où les bâtiments sont denses et servent plusieurs fonctions, certaines difficultés peuvent survenir.

La première étape du processus consiste à créer une couche SIG de base des bâtiments qui provient d'un fichier de formes obtenues par surveillance aérienne numérique. En théorie, les polygones de bâtiment fournissent la surface du bâtiment (empreinte) ainsi que les coordonnées x/y du centroïde. Cependant, le format des fichiers de formes fourni peut être problématique, en particulier dans les zones à forte densité comme les centres-villes. Un des problèmes principaux concerne le fait que le fichier de formes peut être composé de polygones individuels pour chaque partie de toit ou chaque élévation, ce qui entraîne un chevauchement de certaines parties, mais

pas de manière systématique. Un exemple illustrant cette problématique est présenté à la figure E-1.

L'incohérence des formes de bâtiments et l'absence d'un numéro de lot commun rendent impossible le calcul de la superficie d'un bâtiment individuel sur la base des polygones, puisqu'aucun polygone ne fournit la surface totale et ils ne peuvent être additionnés. En outre, les attributs de polygone ne contiennent aucune information d'identification qui pourrait être utilisée pour les regrouper en créant ou pour effectuer une fusion/dissolution à l'aide de programmes SIG. Cela crée des difficultés lorsque plusieurs bâtiments sont contigus.

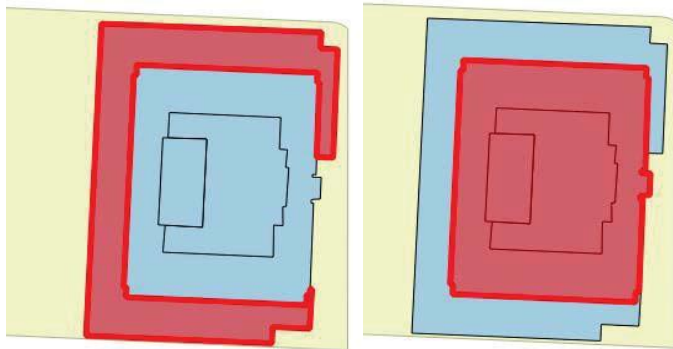


Figure E-1. Superposition des polygones de bâtiment

En plus de la superficie au sol et de l'emplacement d'un bâtiment, des renseignements tels que la superficie totale utilisée et le type de bâtiment résidentiel, qui se trouvent dans les dossiers d'évaluation, sont requis. Étant donné qu'il n'existe généralement aucun lien entre les polygones de bâtiment et ces informations, un autre identificateur doit être utilisé. Logiquement, les fichiers d'adresse SIG seraient les plus appropriés. Cependant, les adresses peuvent parfois être problématiques.

Il existe trois types d'adresses : adresse du lot, adresse du bureau et adresse du bâtiment. Malheureusement, certains bâtiments n'ont pas d'adresse, certains couvrent plusieurs lots, et dans de nombreux cas, les dossiers d'évaluation ne correspondent pas à l'adresse réelle. La figure E-2 représente un bâtiment qui illustre ces problématiques.

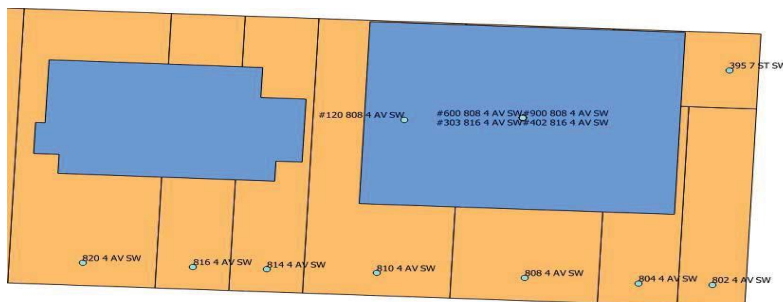


Figure E-2. Incohérences relatives aux données sur le lot, l'adresse et l'évaluation d'un bâtiment

Dans l'exemple de la figure E-2, l'on peut voir un bâtiment qui n'a pas de point d'adresse. Le bâtiment à droite dispose de 146 points d'adresse (145 en plein centre, au même endroit). Il en

est de même pour les bâtiments à bureau et ceux qui ont plus d'une adresse. Dans les dossiers d'évaluation, les huit lots indiqués ont l'adresse 395, 7 Street SW, l'adresse du lot dans son coin supérieur droit. Ils ont également tous le même numéro de rôle dans les registres d'évaluation. Ce numéro de rôle a 992 enregistrements : un ensemble de 124 pour chaque lot, avec les mêmes détails, à l'exception du numéro de lot. Les 992 dossiers ont des entrées de bâtiments pour les bureaux, les magasins de détail et les espaces de stockage.

Pour éviter les problèmes connus liés aux polygones de bâtiment et à l'adresse, et pour arrimer l'inventaire SIG avec les évaluations municipales, une approche basée sur les lots est recommandée. Le numéro de lot correspond de manière assez fiable aux dossiers d'évaluation. Les étapes (simplifiées) suivantes ont été utilisées pour créer une nouvelle base d'inventaire :

Tous les lots contenus dans les registres d'évaluation qui portent le même numéro de rôle sont fusionnés en une seule forme.

Si un lot contient plusieurs numéros de rôle, les superficies sont additionnées. Pour les condominiums résidentiels, le nombre d'enregistrements est compté comme le nombre d'unités. Les registres d'évaluation sont ensuite réduits à un enregistrement par lot ou regroupement de lot ayant un numéro unique d'identification. La surface du bâtiment est ensuite calculée en fonction de la superficie des lots combinés.

Il existe des cas où plusieurs bâtiments se trouvent sur un seul lot ou un groupe de lots combinés. Par conséquent, la classification des bâtiments doit être basée sur l'utilisation principale et le type. Ainsi, l'élévation est considérée au centroïde du lot. Cette procédure est légèrement moins précise dans certains cas, mais conforme aux jugements requis pour choisir une classification lorsque l'utilisation et l'élévation varient d'un bâtiment à l'autre.

Il est très important de disposer de données qui reflètent celles contenues dans les dossiers d'évaluation, car les estimations sont nécessaires à la détermination des coûts indirects pour les entreprises et les ménages. Les dommages directs causés par les inondations touchent les rez-de-chaussée et les sous-sols, tandis que les étages supérieurs subissent d'autres types de pertes, selon l'ampleur des dommages. Cela impose la nécessité de détenir deux registres pour chaque bâtiment à plusieurs étages, l'un se rapportant au rez-de-chaussée, et l'autre aux étages supérieurs.

Un dénombrement d'unités résidentielles est également nécessaire pour déterminer le nombre de ménages touchés. Dans le cas des condominiums multifamiliaux, chaque logement aura un dossier d'évaluation et peut être compté comme un logement. Normalement, les immeubles locatifs n'ont qu'un seul dossier et, lorsqu'un nombre d'unités n'est pas indiqué ou autrement connu, l'espace habitable total est divisé par une taille moyenne de 75 m² pour établir le nombre approximatif d'unités.

J.1.3. Classification des bâtiments

Plusieurs outils disponibles en ligne peuvent être utilisés pour faciliter l'identification et la classification d'un grand nombre de registres. Les applications municipales de cartographie peuvent être utilisées pour arrimer les informations de lot et d'adresse. *Street View* de *Google Earth Pro* peut être utilisé pour déterminer les usages du rez-de-chaussée. Les recherches d'adresses sur Internet peuvent être utilisées pour identifier les utilisations qui ne sont pas claires du point de vue de la rue. Pour faciliter la saisie des données relatives à la classification des bâtiments et à l'estimation de l'élévation du rez-de-chaussée, IBI Group a développé une application spéciale qui s'utilise dans *Google Earth Pro*. L'inventaire SIG a été converti en fichier KML avec un champ pour le code HTML, permettant la saisie de données en provenance de l'interface *Google Earth*. Un utilisateur peut ensuite cliquer sur un lot donné et entrer la classification du bâtiment, le type, l'élévation du rez-de-chaussée, la présence d'un sous-sol ou d'un stationnement souterrain, et autres informations. La figure E-3 illustre une capture d'écran de cet outil en cours d'utilisation.

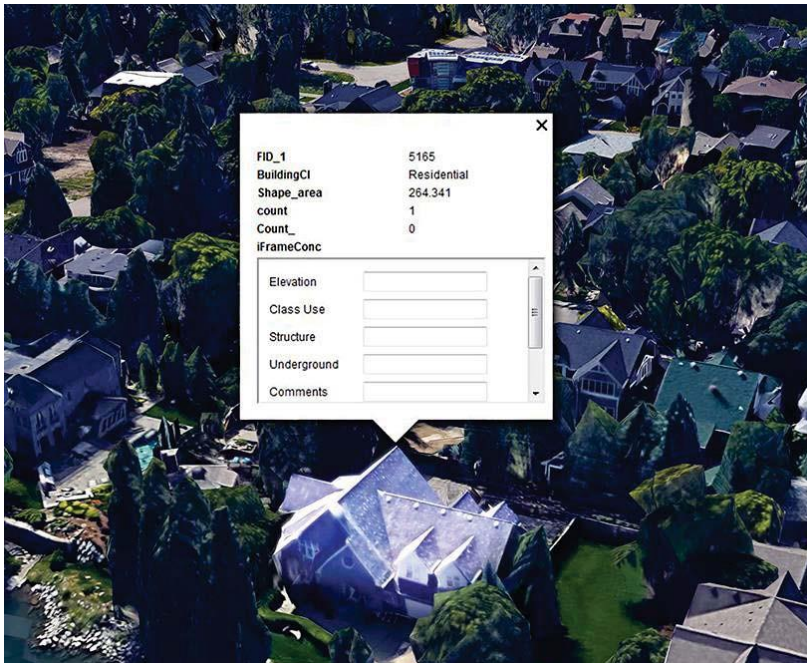


Figure E-3. Outil Google Earth en cours d'utilisation

ANNEXE 10 — FORMULAIRES DE SAISIE DE DONNÉES — RÉSIDENTIEL

Les occupants des unités d'habitation sondées peuvent être recrutés pour participer à l'enquête par l'envoi d'une lettre de l'autorité locale concernée expliquant la nature et le but de la collecte de données. Les enquêteurs devraient effectuer un suivi au moyen de visites ou d'appels téléphoniques afin de fixer des rendez-vous pour la collecte de données (IBI Group et ECOS Engineering Services Itée, 1982). Les experts en sinistres recueillent des estimations détaillées sur les coûts des dommages ayant été encourus à la suite d'une inondation et peuvent être consultés pour obtenir des estimations des dommages pour des profondeurs de crues données.

Les données peuvent être recueillies par une petite équipe d'enquêteurs bien formés. Les enquêteurs devraient utiliser la saisie de données assistée par ordinateur pour documenter les données sur la structure et les contenus. Les enquêteurs devraient également être équipés d'appareils de mesure de la distance laser pour mesurer et enregistrer les dimensions de la structure et des contenus. Les enquêteurs doivent consigner des renseignements concernant :

- La superficie de plancher d'un bâtiment unifamilial ou d'un appartement à plusieurs unités;
- Matériaux de finition extérieure et proportions;
- Type de fondation : dalle sur le sol (sous-sol, pieu, mur solide, pierre/poteau, rampe ou remplissage);
- Type de construction : bois, acier, béton, maçonnerie ou maison mobile;
- Qualité de la structure : inférieure à la moyenne, moyenne, supérieure à la moyenne, ou sur mesure;
- Âge de construction;
- Hauteur entre le niveau du sol et le rez-de-chaussée à l'entrée;
- Les noms, les dimensions et l'emplacement (étage) des pièces individuelles dans l'unité d'habitation;
- Les finitions du sol et des murs, ainsi que la superficie de la pièce;
- Dimensions des placards, des unités de rangement et des étagères;
- Le nombre, l'emplacement, les dimensions et la qualité/valeur de tous les articles à valeur appréciable situés au niveau du sous-sol, du rez-de-chaussée, du garage et à l'extérieur au niveau du sol;
- Lorsqu'ils enregistrent des données à la suite d'un événement réel, les enquêteurs devraient également recueillir des renseignements sur :
 - Durée de l'inondation, courte durée, longue durée, ou durée très longue;
 - Temps d'avertissement, moins de 8 heures ou plus de 8 heures;
 - Qualité de l'eau.

Catégorie d'eau	Description
Propre/grise (catégorie 2, selon l'IICRC)	L'eau est contaminée de manière importante et peut contenir des niveaux potentiellement dangereux de micro-organismes ou d'éléments nutritifs pour les micro-organismes, ainsi que d'autres matières organiques ou inorganiques : les rejets courants des machines à laver, des lave-vaisselle ou des trop-pleins de toilettes (matières fécales exclues).
Eau noire (catégorie 3, selon l'IICRC)	L'eau est fortement contaminée. Elle est similaire à l'eau propre/grise, mais contient les eaux usées provenant des refoulements d'une source interne au système d'évacuation des toilettes où l'eau peut renfermer des excréments, de l'urine et d'autres déchets.
Inondation/tempête majeure (catégorie 3, selon l'IICRC)	L'eau est fortement contaminée : il s'agit de la catégorie la plus courante pour un scénario typique d'inondation fluviale, d'eau de surface ou d'inondation côtière. L'eau peut contenir : des matières organiques, des pesticides, des métaux lourds et des substances organiques toxiques.
Inondation majeure, eaux usées (catégorie 3, selon l'IICRC)	L'eau est fortement contaminée, comme « inondation/tempête majeure », mais contient aussi des déchets animaux et humains.
Inondation majeure « contaminée » (situations spéciales de l'IICRC)	L'eau peut contenir des déchets dangereux réglementés (conformément aux directives techniques WM2, voir : http://www.environment-agency.gov.uk/business/topics/waste/32200.aspx), y compris (mais sans s'y limiter) : amiante, métaux lourds, pesticides, solvants, produits chimiques caustiques, etc.

Tableau J-1. Catégories de qualité de l'eau, telles qu'adaptées de l'Institut d'inspection (IICRC)

Adapté de : *Institute of Inspection, Cleaning and Restoration Certification (IICRC) (2006) S500 : Standard and Reference Guide for Professional Water Damage Restoration, 3^e éd., IICRC, Washington DC*

L'inventaire des contenus devrait être complété par un renvoi à un catalogue comportant une liste de meubles et d'autres articles couramment trouvés dans les résidences canadiennes ([tableau J-2](#)). Les enquêteurs devraient aussi manuellement saisir les renseignements sur des articles inhabituels ou rares qui ne figurent pas dans le catalogue commun des biens.

Les enquêteurs devraient évaluer chaque élément du contenu afin de déterminer la profondeur d'inondation à laquelle des dommages importants commenceraient (le « niveau significatif ») et le niveau auquel l'élément de contenu serait complètement inondé. De plus, les enquêteurs devraient évaluer la qualité et la gamme de prix pour chaque élément des contenus en fonction des informations relevées lors de l'évaluation visuelle, de la référence au catalogue et de l'échange avec l'occupant. Dans certains cas, des éléments de contenu de qualité ou de valeur inhabituelle sont identifiés lorsqu'ils ne sont pas bien représentés par des fourchettes de prix standards. Dans ces cas, une certaine quantité de l'article devrait être documentée pour établir sa valeur approximative réelle. Pour toute circonstance inhabituelle, les enquêteurs devraient

consigner leurs commentaires aux fins d'évaluation ultérieure au bureau. De nombreux articles de plus petite valeur peuvent être exclus de l'inventaire des contenus.

Tout élément de contenu identifié dans les inventaires résidentiels est censé être détruit une fois que la profondeur de l'inondation dépasse le niveau significatif de l'article. Il est possible de récupérer certains éléments non perméables touchés par les inondations si leur exposition aux eaux de crue est limitée à un certain nombre d'heures. Toutefois, la capacité de l'industrie de l'assainissement est souvent insuffisante pour répondre à la forte demande associée aux grands événements de crue, et les coûts associés à l'assainissement dépassent souvent la valeur de l'article lui-même. De plus, certains matériaux ménagers risquent d'être contaminés par de la moisissure à la suite d'une inondation.

Pour certains articles, comme les étagères de rangement, les bibliothèques, les placards à vêtements et les réfrigérateurs, la valeur des éléments de contenu peut être estimée à l'aide du prix des actions, comme dans la [pièce J-2](#). Une allocation pour les éléments tels que les livres, les vêtements, et autres devraient être ajoutés à la valeur. Pour les articles ayant des dimensions verticales considérables, comme les garde-robes, on suppose que les dommages commencent à apparaître au niveau significatif de l'article et augmentent proportionnellement à la hauteur de l'inondation au-dessus du niveau significatif.

Les valeurs attribuées aux contenus résidentiels devraient représenter des estimations de leur coût de remplacement actuel. Il ne faut pas tenter de déprécier la valeur de ces articles; les estimations actuelles des coûts de remplacement visent à prendre en compte la totalité des dommages économiques en supposant que tous les éléments du contenu endommagés seront remplacés par des quantités et des tailles similaires de même qualité.

Les données d'inventaire de la structure et du contenu qui en résultent devraient être préparées pour l'analyse au bureau à l'aide d'une base de données relationnelle et d'un tableur.

Pièce J-1A — Formulaire de saisie de données résidentielles — Structure du bâtiment

CONFIDENTIAL FLOOD DAMAGE SURVEY ESTIMATE/ ESTIMATION CONFIDENTIELLE DES DOMMAGES CAUSÉS PAR LES INONDATIONS			
Inspector / Inspecteur : _____		Date : _____	
Name/Nom : _____		Time : _____	
Areas Inspected / Zones inspectées		<input type="checkbox"/> Exterior only / Extérieur seulement / <input type="checkbox"/> Exterior & Interior / Extérieur et intérieur	
HOME INFORMATION / INFORMATION SUR LA MAISON			
Address / Adresse : _____			
<i>Unit #/No d'unité</i>	<i>Bldg #/No de bâtiment</i>	<i>Street Name /Nom de la rue</i>	<i>City / Ville</i>
Building Contact ph / Contact bâtiment :		Number of Residential Units / Nombre d'unités résidentielles :	
Building Age / Âge du bâtiment			
Type of Construction / Type de construction : <input type="checkbox"/> Brick / Brique <input type="checkbox"/> Concrete / Béton <input type="checkbox"/> Masonry / Maçonnerie <input type="checkbox"/> Steel / Acier <input type="checkbox"/> Wood / Bois <input type="checkbox"/> Mobile Home / Maison mobile	Exterior Finish / Fini extérieur (%) <input type="checkbox"/> Brick ou Stone / Brique ou pierre % <input type="checkbox"/> Other / Autre % <input type="checkbox"/> Stucco / Stuc % <input type="checkbox"/> Wood / Bois % <input type="checkbox"/> Vinyl Siding / Revêtement en vinyle %	Primary Occupancy / Occupation principale <input type="checkbox"/> Townhouse / Maison en rangée <input type="checkbox"/> Mobile Home / Maison mobile <input type="checkbox"/> Single Family /Maison unifamiliale <input type="checkbox"/> Apartment / Appartement (< 5 storeys / étages) <input type="checkbox"/> Duplex / Triplex / Quad <input type="checkbox"/> Apartment / Appartement (> 5 storeys / étages)	
	Building Elevation / Élévation du bâtiment, Height / hauteur (m) : _____ (enter measured value of exterior grade to first floor – in metres to single decimal / (entrer la valeur mesurée de la pente extérieure jusqu'au rez-de-chaussée – en mètres à une décimale près)		
Basement / Sous-sol <input type="checkbox"/> None / Aucun <input type="checkbox"/> Crawlspace / Vide sanitaire <input type="checkbox"/> Partial Basement / Sous-sol partiel <input type="checkbox"/> Full Basement / Sous-sol complet	Number of Storeys / Nombre d'étages : <input type="checkbox"/> 1 storey (or Low Rise) / 1 étage (ou à faible hauteur) <input type="checkbox"/> 2 storeys / 2 étages <input type="checkbox"/> 3 storeys (or High Rise) / 3 étages (ou à grande hauteur) <input type="checkbox"/> Split-Levels / Maison à demi-niveaux	Quality of Construction / Qualité de la construction : <input type="checkbox"/> Below Average / Inférieure à la moyenne <input type="checkbox"/> Average / Moyenne <input type="checkbox"/> Above Average / Au-dessus de la moyenne <input type="checkbox"/> Custom / Sur mesure	Building Footprint / Dimension du bâtiment (values in metres to single decimal value /valeurs en mètres avec une seule décimale) Length / Longueur (m) : _____ Width / Largeur (m) : _____ Total Area / surface globale (Sq m / m ²) : _____

Pièce J-1C — Formulaire de saisie de données résidentielles — Contenu du bâtiment

Inventaire du contenu des pièces													
ID de l'inspecteur : _____				Date d'inspection : _____						Heure : _____			
No.	Nom ou description de l'article	Niveau (étage)	No. de la pièce	Nombre d'articles	Gamme de prix (<i>bas-moyen-élevé</i>)	Hauteur significative* (m)			Hauteur supérieure				
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	
								.				.	

									.										.	
									.										.	
									.										.	
									.										.	
									.										.	
									.										.	
									.										.	
									.										.	
									.										.	
*La hauteur significative est la hauteur à partir de laquelle l'objet subirait des dommages importants par les eaux de crue																				

Page _____ de _____

Collecte de données post-inondation

À la suite d'une inondation, une liste de vérification peut être remplie lors de l'évaluation des bâtiments, pour aider à déterminer les niveaux d'inondation dans le bâtiment, les contenus submergés, l'accès sécuritaire au bâtiment, etc. Une liste de vérification post-inondation est incluse.



Pièce J-4 — Formulaire d'évaluation post-inondation

Rapid Damage Assessment Form (Post-Flood Event) Formulaire d'évaluation rapide des dommages (événement postérieur à l'inondation)			
Inspector / Inspecteur :		Date : 20____ / ____ / ____ Y/A M/M D/J	
Areas Inspected / Zones inspectées :		<input type="checkbox"/> Exterior only / Extérieur seulement	<input type="checkbox"/> Exterior & Interior / Extérieur et intérieur
HOME INFORMATION / INFORMATION SUR LA MAISON			
Address / Adresse : _____			
Owner / Propriétaire		# of Residential Units / Nombre d'unités résidentielles :	
EXTERIOR / EXTÉRIEUR :			
Type of Construction / Type de construction <input type="checkbox"/> Brick / Brique <input type="checkbox"/> Concrete / Béton <input type="checkbox"/> Masonry / Maçonnerie <input type="checkbox"/> Steel / Acier <input type="checkbox"/> Wood / Bois	Exterior Finish / Fini extérieur <input type="checkbox"/> Brick or Stone / Brique ou pierre <input type="checkbox"/> Wood / Bois <input type="checkbox"/> Stucco / Stuc <input type="checkbox"/> Vinyl Siding / Revêtement en vinyle <input type="checkbox"/> Other / Autre	Type of building/ Type de bâtiment <input type="checkbox"/> Single Family / Maison unifamiliale <input type="checkbox"/> Duplex / Triplex <input type="checkbox"/> Apt / Appartement (< 5 storeys / étages) <input type="checkbox"/> Townhouse / Maison en rangée <input type="checkbox"/> Mobile Home / Maison mobile <input type="checkbox"/> Apt / Appartement (> 5 storeys / étages)	
		Building Elevation / Élévation du bâtiment Height / Hauteur (m) : _____ <i>(exterior grade to first floor / pente extérieure jusqu'au rez-de-chaussée)</i>	
Basement / Sous-sol <input type="checkbox"/> No Basement / Pas de sous-sol <input type="checkbox"/> Crawlspace / Vide sanitaire <input type="checkbox"/> Partial Basement / Sous-sol partiel	Number of Storeys / Nombre de niveaux <input type="checkbox"/> 1 storey / étage (or Low Rise / à faible hauteur) <input type="checkbox"/> 2 storeys / étages <input type="checkbox"/> 3 storeys / étages (or High Rise / à grande hauteur) <input type="checkbox"/> Split Level / Maison à demi-niveaux	Quality of Construction/ Qualité de la construction <input type="checkbox"/> Below Average / Inférieure à la moyenne <input type="checkbox"/> Average / Moyenne <input type="checkbox"/> Above Average / Supérieure à la moyenne <input type="checkbox"/> Custom / Sur mesure	Building Footprint / Empreinte du bâtiment <i>(values in metres to single decimal value) / (valeurs en mètres avec une seule décimale)</i> Length / Longueur (m) : _____ Width / Largeur (m) : _____ Total Area (Sq m) / Superficie totale (m ²) : _____
FLOOD INFORMATION / INFORMATION SUR LES INONDATIONS			
Initial Assessment of Damages / Évaluation initiale des dommages			
Water Infiltration Levels / Niveaux d'infiltration en eau : <input type="checkbox"/> Basement / Sous-sol (m) _____		<input type="checkbox"/> First Floor / Premier étage (m) _____ Length of Flooding (days) / Durée de l'inondation (jours) : _____	
Photos : <input type="checkbox"/> Front / Devant		<input type="checkbox"/> Rear / Derrière	<input type="checkbox"/> Left / Gauche <input type="checkbox"/> Right / Droite <input type="checkbox"/> Basement / Sous-sol
INITIAL DAMAGE ASSESSMENT / ÉVALUATION INITIALE DES DOMMAGES			

Foundation ou Basement / Fondation ou sous-sol		\$			
Structural damage (wall, floor, ceiling & insulation) / Dommage structurel (mur, plancher, plafond et isolation)		\$			
Heating System / Système de chauffage		\$			
Plumbing / Plomberie		\$			
Electrical & appliances / Électricité et appareils		\$			
Initial assessment of damages / Évaluation initiale des dommages :					
ÉVALUATION — EXTERIOR / ÉVALUATION — EXTÉRIEURE					
Investigate the exterior building and area for the conditions below: Examiner l'extérieur du bâtiment et de la zone pour connaître les conditions ci-dessous :					
	Minor/None / Mineur/Aucun	Moderate / Modéré	Severe / Sévère	Estimated Structure Damage / Estimation des dommages à la structure	
Collapse, partial collapse or building off foundation / Effondrement, effondrement partiel ou reconstruction des fondations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Building or storey leaning/out of plumb / Inclinaison du bâtiment ou de l'étage/extérieur de l'aplomb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> None / Aucun
Falling hazards (e.g. chimney, parapet, etc.) / Risques de chute (p. ex., cheminée, parapet, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> 1–10 %
Slope failure, scour, erosion / Rupture de pente, affouillement, érosion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> 11–30 %
Damaged/Submerged fixtures or services (electric/gas) / Installations ou services endommagés ou submergés (électricité/gaz)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> 31–60 %
Proximity risks / other (specify) / Risques de proximité / autres (précisez)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> 61–99 %
Other (specify) / Autre (précisez)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> 100 %
Posting Status / Statut de comptabilisation :					
<input type="checkbox"/> Inspected (Green) Inspecté (vert)	<input type="checkbox"/> Restricted Use (Yellow) Utilisation restreinte (jaune)	<input type="checkbox"/> Unsafe (Red) Non sécuritaire (rouge)			
Add comments, including any of there are any restrictions to entry / Ajouter des commentaires, y compris toute restriction à l'entrée					
Follow-up required / Suivi nécessaire					
	Yes / Oui	No / Non	Additional Comments / Commentaires supplémentaires		
Gas / Gaz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Electric / Électrique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Structural / Structurel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Plumbing / Plomberie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Debris Removal / Enlèvement des débris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Other / Autre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
HEALTH / SANTÉ :					
Power Supply: Has the power been turned off? / Alimentation électrique : Le courant a-t-il été coupé?	<input type="checkbox"/> Yes / Oui	<input type="checkbox"/> No / Non	How Long? / Combien de temps?		
Were any foods affected by the loss of power? / Est-ce que des aliments ont été affectés par la coupure de courant?	<input type="checkbox"/> Yes / Oui	<input type="checkbox"/> No / Non	Value? / Valeur?		

Waste Water Disposal / Élimination des eaux usées	<input type="checkbox"/> Municipal / Réseau municipal <input type="checkbox"/> Private / Réseau privé
Did the septic system/sewer back up into the residence? / Y a-t-il eu un refoulement des eaux usées dans la résidence?	<input type="checkbox"/> Yes / Oui <input type="checkbox"/> No / Non
WATER SUPPLY / ALIMENTATION EN EAU :	
<input type="checkbox"/> Drilled / Puits foré <input type="checkbox"/> Municipal / Réseau municipal <input type="checkbox"/> Other / Autre _____	
Was the water supply impacted by the flood? / La source d'approvisionnement en eau a-t-elle été touchée par l'inondation?	<input type="checkbox"/> Yes / Oui <input type="checkbox"/> No / Non
Sampling bottles left with resident? / Des bouteilles de prélèvement ont-elles été remises aux résidents?	<input type="checkbox"/> Yes / Oui <input type="checkbox"/> No / Non
Food Supply: Were any foods affected by flood water? / Provisions alimentaires : Est-ce que des aliments ont été affectés par l'inondation?	<input type="checkbox"/> Yes / Oui <input type="checkbox"/> No / Non
INDOOR FLOOD DAMAGED AREAS / DOMMAGES INTÉRIEURS CAUSÉS PAR L'INONDATION	
Walls / Murs	
Floors / Planchers	
Furniture / Meubles	
Health-Related Observations and Comments / Commentaires et observations en matière de santé	
Additional Conditions Observed Requiring Attention / Conditions supplémentaires observées nécessitant une attention particulière	
INTERIOR — CONTENTS / INTÉRIEUR – CONTENUS	
Address / Adresse : _____ /	
Unit # / No. d'unité : Bldg # / No. de bâtiment : Nom et type de rue : Ville :	
ID de l'inspecteur : _____	Date d'inspection : _____
Heure : _____	
Pour chaque article endommagé, entrez les détails suivants dans le tableau ci-dessous :	
Nom de la pièce	(entrer la description)
Étage : (dans la maison)	Niveau 0 (Sous-sol), Niveau 1 (1 ^{er} étage, rez-de-chaussée), Niveau 2 (2 ^e étage), Niveau 9 (autre)
Article / Description	(entrer la description)

Address / Adresse :		
Owner / Propriétaire :	Tel. / Tél. :	
Electrical Meter Number / Numéro du compteur d'électricité :		
ELECTRICAL / ÉLECTRIQUE :		
Affected Areas / Secteurs touchés	<input type="checkbox"/> Basement / Sous-sol	<input type="checkbox"/> Ground Floor / Rez-de-chaussée
	<input type="checkbox"/> Garage / Garage	<input type="checkbox"/> Other / Autre : _____
Service Disconnected / Service débranché	<input type="checkbox"/> Yes / Oui	Approximate Depth of Water / Hauteur approximative de l'eau (m)
	<input type="checkbox"/> No / Non	
Electrical Items That Need to Be Replaced / Éléments électriques qui doivent être remplacés		
ELECTRICAL CONTRACTOR / ENTREPRENEUR-ÉLECTRICIEN		
<input type="checkbox"/> Electrical Panel (incl. circuit breakers or fuses) / Panneau électrique (compris disjoncteurs et fusibles)	<input type="checkbox"/> Electrical Conductors or Cables / Conducteurs ou câbles électriques	
<input type="checkbox"/> Electric Meter Socket / Socle de compteur d'électricité	<input type="checkbox"/> Sump Pump / Pompe d'épuisement	
<input type="checkbox"/> Domestic Hot Water Heater / Chauffe-eau	<input type="checkbox"/> Electrical Wiring Devices / Dispositifs de câblage électrique	
<input type="checkbox"/> Electric / Électrique	<input type="checkbox"/> Oil / Huile <input type="checkbox"/> Gas / Gaz	
<input type="checkbox"/> Owner / Propriétaire	<input type="checkbox"/> Rental / Locataire	
<input type="checkbox"/> Switches / Commutateurs	<input type="checkbox"/> Réceptacle / Prises	
<input type="checkbox"/> Thermostats	<input type="checkbox"/> Electric Baseboard Heaters / Plinthes électriques chauffantes	
<input type="checkbox"/> Furnace Burner, Blower Motor or Ignition Transformer / Brûleur, moteur à soufflerie, transformateur d'allumage	<input type="checkbox"/> Lighting Fixtures / Appareils d'éclairage	
<input type="checkbox"/> Electric Furnace / Fournaise électrique	<input type="checkbox"/> Electrical Splice Connectors / Raccords électriques	
<input type="checkbox"/> Disconnect Switches / Sectionneurs	<input type="checkbox"/> Mast, Clevis, weatherhead / Mâts, pointe de raccord, tête de branchement	
<input type="checkbox"/> Well Pump / Pompe de puits	<input type="checkbox"/> Electric Appliances (Provide List Below) / Appareils électriques (dressez une liste ci-dessous)	
<input type="checkbox"/> Other (Provide List Below) / Autres (dressez une liste)		
Additional Conditions Observed Requiring Attention:		
Conditions supplémentaires nécessitant une attention particulière :		
Inspecteur :	Date :	

FORMULAIRE D'ÉVALUATION RAPIDE DES DOMMAGES (ÉVÉNEMENT POST-INONDATION) — SUITE		
Address / Adresse : _____ / _____		
Owner / Propriétaire :	Tel. / Tél. :	Electrical Meter Number / Numéro du compteur d'électricité :
ENVIRONMENT / ENVIRONNEMENT		
Site accessibility acceptable? / L'accessibilité au site est-elle acceptable?	<input type="checkbox"/> Yes / Oui <input type="checkbox"/> No / Non	Comment / Commentaire
Contamination / Contamination	<input type="checkbox"/> Yes / Oui <input type="checkbox"/> No / Non	Comment / Commentaire
Source identified / Source déterminée	<input type="checkbox"/> Yes / Oui	<input type="checkbox"/> No / Non
Water Supply / Approvisionnement en eau	<input type="checkbox"/> Drilled / Puits foré <input type="checkbox"/> Municipal / Réseau municipal	<input type="checkbox"/> Sand Point / Puits à pointe filtrante <input type="checkbox"/> Unknown Source / Source inconnue
Impact/Potential for impact / Effets réels ou possibles If yes, type of contaminant / Si oui, précisez le type de polluants :	<input type="checkbox"/> Yes / Oui	<input type="checkbox"/> No / Non
Sample bottle provided? / Une bouteille de prélèvement est-elle fournie?	<input type="checkbox"/> Yes / Oui	<input type="checkbox"/> No / Non
WATERCOURSE / COURS D'EAU		
Name / Nom :		
Impact / Potential for impact / Effets réels ou possibles : If yes, type of impact / Si oui, précisez le type d'effets :	<input type="checkbox"/> Yes / Oui	<input type="checkbox"/> No / Non
Additional Conditions / Conditions supplémentaires		
GPS / COORDONNÉES GPS		
Inspecteur :	Date :	

ANNEXE 11 — FORMULAIRES DE SAISIE DE DONNÉES — BÂTIMENTS NON RÉSIDENTIELS

Les données concernant les dommages potentiels aux bâtiments commerciaux peuvent être recueillies au moyen d'un questionnaire d'enquête adressé aux propriétaires ou aux gérants de magasins concernant :

- La valeur de leurs inventaires;
- Le pourcentage d'endommagement à chaque unité de profondeur d'inondation;
- Possibilités de récupération;
- Valeur du matériel et du mobilier;
- Caractéristiques structurelles du bâtiment, y compris, mais sans s'y limiter, les systèmes de chauffage, de climatisation et les panneaux électriques.

L'objectif de l'enquête est d'obtenir de l'information sur les dommages causés aux inventaires, à l'équipement, aux matières premières et aux structures, ainsi que sur les coûts de nettoyage, afin d'utiliser cette information pour construire des courbes niveau-dommages. Un exemple de questionnaire est inclus à [l'annexe 17](#).

Si les propriétaires et les gérants de magasins ne coopèrent pas, le personnel sur le terrain peut obtenir une estimation approximative de l'inventaire total en échantillonnant les locaux. Dans ce cas, il faut mesurer les étagères, les rayonnages, les rangements, les comptoirs et les vitrines, et estimer la valeur des marchandises trouvées dans les zones d'échantillonnage pour chaque type de présentoir ou unité de rangement. La valeur totale des biens dans le bâtiment peut être estimée sur la base de la valeur moyenne par unité de zone de rangement échantillonnée. Par exemple, la valeur moyenne de la marchandise par unité de longueur de rayonnage peut être appliquée sur toute la longueur des rayonnages dans le bâtiment pour estimer une valeur totale.

Lorsque la portée de l'étude le permet et que les dommages commerciaux représentent un élément important, il est recommandé d'effectuer une enquête sur le terrain auprès des établissements commerciaux. Toutefois, lorsque les budgets ne permettent pas d'effectuer des enquêtes de dommages détaillées, des courbes niveau-dommages commerciales peuvent être élaborées en fonction des lignes directrices fournies par IBI Group et Golder Associates (2015). Les courbes de dommages commerciaux sont présentées à [l'annexe 13](#).

La catégorie « bureau/commerce de détail » présente généralement une finition plus élaborée, notamment des moquettes, des panneaux muraux, de la finition au plafond, ainsi qu'un plus grand nombre de portes et de cloisons.

La catégorie « industrielle/entrepôt » contient généralement une petite partie du bureau et se caractérise généralement par un manque de cloisons et le rapport entre l'espace intérieur fini et non fini est très faible.

La catégorie « hôtel/motel » comprend généralement une combinaison de suites et de salles de réception, y compris des salles de banquet, des restaurants et des salons aux étages inférieurs avec une finition intérieure de niveau moyen élevé.

La catégorie « institutionnelle » couvre une variété de bâtiments, y compris des écoles, des bibliothèques et d'autres installations publiques spécialement construites avec des finitions intérieures et extérieures durables et des constructions généralement plus coûteuses.

ÉTUDE D'ESTIMATION DES DOMMAGES AUX BÂTIMENTS COMMERCIAUX (confidentiel)

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| Adresse : | Zone d'inondation : |
| Nom de l'entreprise : | Enquêteur : |
| Type d'entreprise : | Date : |
| Personne-ressource : | Téléphone : |
- Type de construction :
 - Dimensions extérieures moyennes, longueur x largeur :
 - Aménagement intérieur :

Niveau 0-2	Présentoir	Entreposage	Fabricant	Bureau	Longueur	Largeur	Hauteur		
								Mur	Plancher

- Valeur totale estimée de l'inventaire : \$
- Tableau des profondeurs et des dommages :

Profondeur d'inondation		Niveau 0 (%)	Niveau 1 (%)	Niveau 2 (%)
0,15 m	0,5 pi			
0,3 m	1 pi			
0,6 m	2 pi			
0,9 m	3 pi			
1,2 m	4 pi			
1,5 m	5 pi			
1,8 m	6 pi			
2,4 m	8 pi			

Rez-de-chaussée		Sous-sol		Nombre d'employés mis à pied		\$ perdu Affaires	Revenus d'affaires compensés post-inondation
Niveau d'eau (m)	% dommages	Niveau d'eau (m)	% dommages	Salarié	À l'heure		

11. Commentaires et renseignements supplémentaires :

ANNEXE 12 — COURBES NIVEAU-DOMMAGES AVEC VALEURS — BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS

Alberta:

Développé pour le gouvernement de l'Alberta ESRD – Resilience and Mitigation by IBI Group, 2015. Étude provinciale sur l'évaluation des dommages causés par les inondations. Des courbes niveau-dommages ont été élaborées pour la région de Calgary et le rapport comprend les indices d'ajustement provinciaux recommandés.

Groupe IBI. « Golder Associates, 2015: *Provincial Flood Damage Assessment Study*. Gouvernement de l'Alberta.

Lien : <https://open.alberta.ca/dataset/807b9710-0867-453e-8fa7-50c239bcd7d0/resource/f2d0a88c-b04b-4a39-af76-0aa8cd1e880b/download/pfdas-alberta-main.pdf>

Ontario:

Développées en 1985, 34 courbes synthétiques niveau-dommages ont été créées à partir de sept communautés du sud de l'Ontario. Paragon Engineering Limited, Environnement Canada (Ontario) Ministère des Richesses naturelles (1985) *Development of flood depth-damage curves for residential Homes in Ontario Vol I* - Rapport technique.

Lien : Gouvernement du Canada, Bibliothèque scientifique fédérale https://science-catalogue.canada.ca/record=3619261~S6*fr

ANNEXE 13 — COURBES NIVEAU-DOMMAGES AVEC VALEURS — BÂTIMENTS NON-RÉSIDENTIELS*

* Ville de Calgary, dollars de 2014

Les courbes niveau-dommages pour les structures commerciales présentées ci-dessous sont basées sur une inondation ayant une période de récession de deux à trois jours. Elles ne supposent pratiquement aucun dommage aux murs en raison de la pression hydrostatique, supposant que l'eau s'écoule autour des fenêtres, des portes et autres ouvertures. De plus, les courbes ne supposent aucun dommage aux structures causé par le contact de blocs de glace avec les murs extérieurs (associés à une inondation qui survient par suite d'un embâcle).

Profondeur relative (m)	S1 Bureau/C ommerce de détail	S2 Industriel	S3 Hôtel/Mo tel	S4 Gratte- ciel/imme uble de grande	S5 Instituo n
0	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$
0,1	105 \$	16 \$	113 \$	79 \$	68 \$
0,3	127 \$	21 \$	212 \$	79 \$	107 \$
0,6	132 \$	23 \$	230 \$	105 \$	108 \$
0,9	135 \$	23 \$	242 \$	116 \$	109 \$
1,2	138 \$	24 \$	254 \$	134 \$	110 \$
1,5	155 \$	30 \$	284 \$	134 \$	115 \$
1,8	164 \$	31 \$	320 \$	134 \$	117 \$
2,7	185 \$	38 \$	391 \$	134 \$	130 \$
3	185 \$	42 \$	391 \$	134 \$	130 \$
5	185 \$	42 \$	391 \$	134 \$	130 \$
6	185 \$	42 \$	391 \$	134 \$	130 \$

Tableau P-1. Structure non résidentielle

*Les dommages au stationnement souterrain sont de 215 \$/m

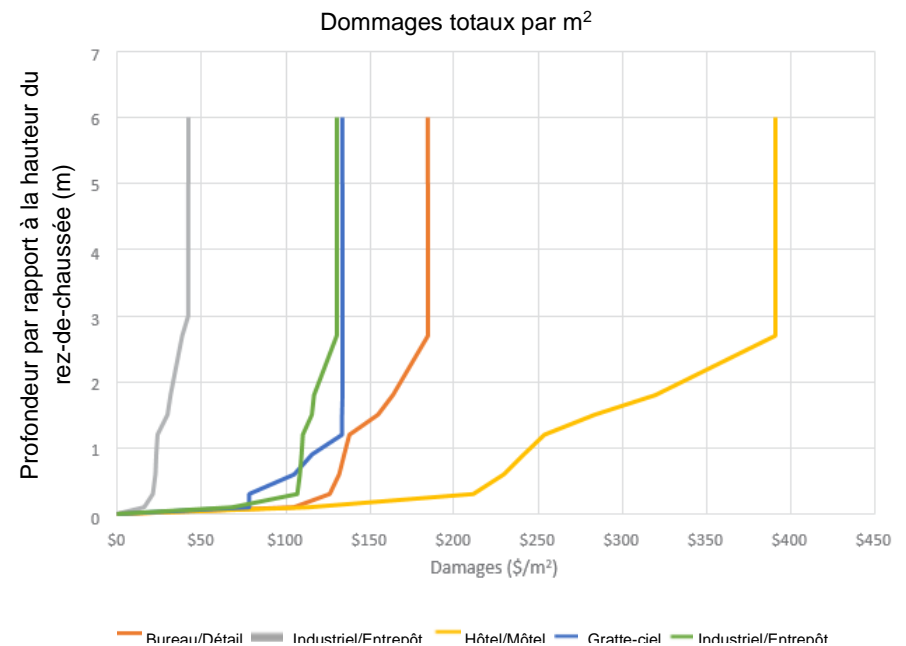


Figure P-1. Structure non résidentielle

	A1	B1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1	N1	N2
<i>Profondeur relative (m)</i>	<i>Bureau général</i>	<i>Médical</i>	<i>Chaussures</i>	<i>Vêtements</i>	<i>Stéréos/télévisions</i>	<i>Papeterie</i>	<i>Quincaillerie/tapis</i>	<i>Vente au détail</i>	<i>Divers Détail</i>	<i>Meubles/appareils électroménagers</i>	<i>Épiceries</i>	<i>Pharmacie</i>	<i>Automobiles</i>	<i>Hôtels</i>	<i>Restaurants</i>	<i>Services personnels</i>	<i>Services financiers</i>	<i>Entrepôt/industriel</i>	<i>Théâtres</i>	<i>Institution</i>	<i>Hôpital</i>
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,15	121	150	200	187	352	96	142	209	182	138	148	50	46	20	72	37	121	173	0	59	72
0,3	127	450	600	385	504	183	265	408	349	198	270	350	254	39	257	74	127	433	0	119	92
0,6	219	900	729	572	689	366	427	636	512	306	410	505	462	52	434	167	219	635	68	312	182
0,9	380	1 350	984	1 314	852	557	880	844	782	345	531	610	878	65	442	260	380	1 011	68	446	311
1,2	380	1 380	1 100	1 425	1 139	740	943	1 072	919	376	616	715	982	104	452	278	380	1 155	68	475	341
1,5	380	1 425	1 121	1 705	1 352	810	1 005	1 252	1 026	408	616	820	1 005	131	452	408	380	1 184	68	475	363
1,8	380	1 500	1 159	1 862	1 467	906	1 068	1 366	1 103	439	616	897	1 005	144	452	687	380	1 242	68	475	363
2,1	380	1 500	1 189	1 862	1 467	906	1 130	1 366	1 115	439	616	897	1 005	144	452	696	380	1 285	68	475	363
2,4	380	1 500	1 219	1 862	1 467	906	1 257	1 366	1 134	439	616	897	1 005	144	452	705	380	1 328	68	475	363
2,7	381	1 500	1 219	1 862	1 467	906	1 257	1 366	1 134	439	616	897	1 005	144	452	705	380	1 357	344	475	363
3	381	1 500	1 219	1 862	1 467	906	1 257	1 366	1 134	439	616	897	1 005	144	452	705	380	1 386	621	475	363

Tableau P-2. Contenu des bâtiments non résidentiels

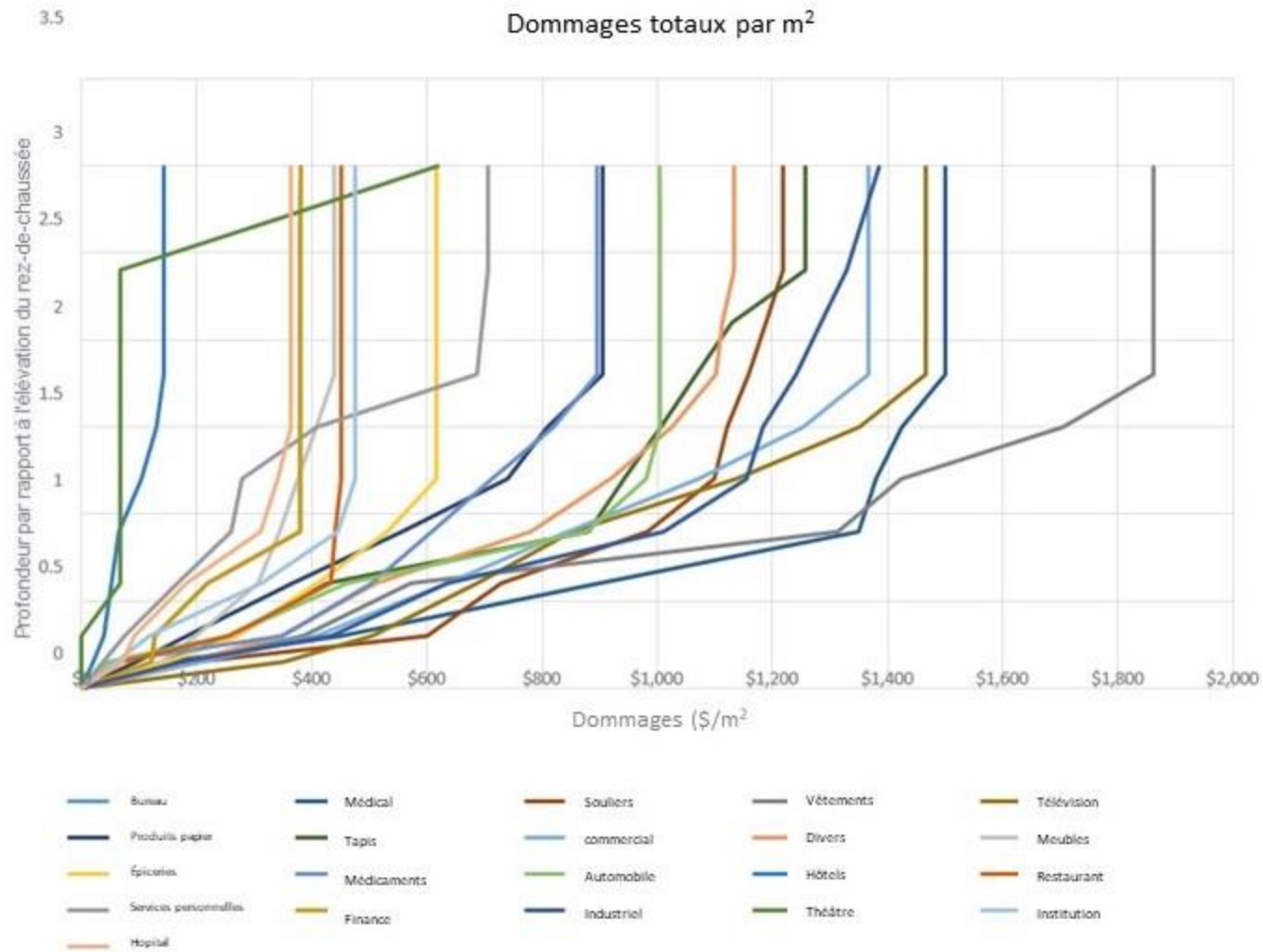


Figure P-2. Contenu non résidentiel

ANNEXE 14 — ÉCHANTILLON DU CONTENU AVEC PRIX

	FAIBLE	MOYEN	ÉLEVÉ	Moyenne		FAIBLE	MOYEN	ÉLEVÉ	Moyenne
	Moyenne 1	Moyenne 2	Moyenne 3			Moyenne 1	Moyenne 2	Moyenne 3	
Art/miroir sur mur	100 \$	250 \$	750 \$	367 \$	Instrument de musique portable	1 000 \$	3 000 \$	5 000 \$	3 000 \$
Barbecue	210 \$	433 \$	1 119 \$	567 \$	Table de chevet	156 \$	398 \$	966 \$	491 \$
Tête de lit/pied de lit	451 \$	917 \$	2 751 \$	1 318 \$	Fauteuil d'occasion	221 \$	451 \$	1 120 \$	578 \$
Matelas de lit	651 \$	1 196 \$	2 265 \$	1 342 \$	Chaise de bureau	119 \$	220 \$	555 \$	288 \$
Bicyclette	223 \$	450 \$	2 962 \$	1 131 \$	Bureau	217 \$	702 \$	1 482 \$	781 \$
Bibliothèque mètres linéaires	702 \$	1 493 \$	2 511 \$	421 \$	Déchiqueteuse de papier de bureau	76 \$	158 \$	350 \$	189 \$
Caméra/vidéo	133 \$	257 \$	933 \$	420 \$	Imprimante de bureau	79 \$	142 \$	344 \$	182 \$
Matériel de camping	459 \$	693 \$	1 007 \$	712 \$	Ensemble de patio	557 \$	1 608 \$	3 458 \$	1 827 \$
Commode	879 \$	1 632 \$	3 225 \$	2 008 \$	Table de billard/jeux	304 \$	935 \$	2 895 \$	1 321 \$
Placard de vêtements mètre linéaire	1 402 \$	2 625 \$	5 240 \$	3 089 \$	Réfrigérateur	1 436 \$	2 311 \$	3 176 \$	2 290 \$
Vaporisateur de vêtements	153 \$	153 \$	153 \$	153 \$	Superficie carpeite < 5 m ²	226 \$	562 \$	951 \$	579 \$
Machine à café	88 \$	144 \$	1 041 \$	395 \$	Superficie carpeite 10+ m ²	1 089 \$	2 140 \$	5 755 \$	2 961 \$
Ordinateur de bureau	574 \$	851 \$	1 330 \$	906 \$	Superficie carpeite 5–10 m ²	349 \$	739 \$	1 711 \$	925 \$

Ordinateur portable	365 \$	612 \$	1 198 \$	709 \$
Tablette électronique	204 \$	391 \$	724 \$	431 \$
Plaque de cuisson/four	3 060 \$	3 780 \$	5 992 \$	4 213 \$
Chaise de salle à manger/ensemble de table	558 \$	1 257 \$	3 085 \$	1 582 \$
Lave-vaisselle	496 \$	734 \$	1 626 \$	925 \$
Repose-pieds/pouf	82 \$	151 \$	597 \$	263 \$
Congélateur	993 \$	1 311 \$	1 908 \$	1 388 \$
Meuble mural linéaire (m)	1 402 \$	2 625 \$	5 240 \$	3 089 \$
Tondeuse à gazon/souffleuse à neige	301 \$	494 \$	1 296 \$	673 \$
Autre équipement de jardin électrique	89 \$	145 \$	320 \$	180 \$
Fer et planche à repasser	106 \$	106 \$	106 \$	106 \$
Équipement de cuisine	84 \$	216 \$	442 \$	250 \$
Broyeur de cuisine	193 \$	193 \$	193 \$	193 \$

Machine à coudre/surjeteuse	168 \$	347 \$	946 \$	487 \$
Buffet	912 \$	1 729 \$	3 444 \$	1 982 \$
Sofa/causeuse	271 \$	455 \$	899 \$	530 \$
Système de son	244 \$	417 \$	941 \$	519 \$
Casque d'écoute (écouteurs)	62 \$	180 \$	335 \$	188 \$
Haut-parleurs de système de son	142 \$	293 \$	834 \$	407 \$
Articles de sport	767 \$	767 \$	767 \$	767 \$
Étagère de rangement (mètres linéaires)	272 \$	272 \$	272 \$	272 \$
Poêle	870 \$	1 400 \$	2 232 \$	1 480 \$
Table d'appoint	139 \$	295 \$	954 \$	443 \$
Table basse	182 \$	359 \$	858 \$	452 \$
Téléphone	83 \$	83 \$	83 \$	83 \$
Enregistreur numérique/appareil de streaming	213 \$	213 \$	213 \$	213 \$

Lampe sur pied ou de table	53 \$	146 \$	348 \$	177 \$
Ensemble de trois valises	119 \$	255 \$	470 \$	276 \$
Micro-ondes	105 \$	168 \$	372 \$	209 \$
Instrument de musique piano/orgue	2 000 \$	5 000 \$	10 000 \$	5v667 \$

Tableau J-2. Articles de contenu et prix

Téléviseur	323 \$	797 \$	2 359 \$	1 114 \$
Tapis de course/elliptique	546 \$	1 532 \$	2 873 \$	1 619 \$
Armoire pour téléviseur/appareils multimédia	226 \$	763 \$	2 437 \$	1 093 \$
Aspirateur portable	162 \$	335 \$	563 \$	348 \$

Tableau J-2. Articles de contenu et prix (suite)

	FAIBLE	MOYEN	ÉLEVÉ	Moyenne
	Moyenne 1	Moyenne 2	Moyenne 3	
Tiroir chauffant	1 308 \$	1 308 \$	1 308 \$	1 308 \$
Ensemble laveuse/sécheuse	1 199 \$	1 738 \$	2 572 \$	1 816 \$
Appareil de musculation	641 \$	1 452 \$	3 720 \$	1 873 \$
Revêtement de fenêtre allant jusqu'au sol				
Revêtement de fenêtre allant jusqu'au seuil de la fenêtre				
Casier à vin (nombre de bouteilles)	10 \$	19 \$	38 \$	22 \$
Établi	265 \$	265 \$	265 \$	265 \$
Outils électriques et équipements d'atelier	94 \$	150 \$	305 \$	179 \$

Tableau J-2. Articles de contenu et prix (suite)

Fournisseurs de prix (prix de 4000 articles)	
Amber's Furniture	Baie d'Hudson
Ashley Furniture Homestore	IKEA JYSK
Atlas Appliance Expert	Lamps.com
Babies'r'us	Lane Home Furnishings
Bass Pro Shops	LaZboy Home Furnishings
Bed Bath Home	Meubles Léon
BestBuy	London Drugs Lowe's
Birchwood Furniture Galleries	Major Appliances Inc.
Bombay Company	McArthur Fine Furniture
Bondars Furniture	Mountain Equipment Co-op
Canada Mountain Bike Shop	Office Depot
Canadian Tire	Pooltables.ca
Consumer Reports	PotteryBarn
Costco	Restoration Hardware
Crate & Barrel	Sears
Cricklewood Interiors	SleepCountry
Crossroads Furniture	SportChek
Gallery Dell	Bureau en gros
Eisenberg's Fine Furniture	Meubles Structube
Fitness Depot	Target
Furniture Depot	The Brick
Future Shop	Home Depot
Giant Bicycles	La Source
Hockey Plus	Urban Barn
Home Outfitters	Visions Electronics

Tableau J-3. Fournisseurs de prix (prix de 4 000 articles)

ANNEXE 15 — EXAMEN DES SCHÉMAS DE CLASSIFICATION DES BÂTIMENTS ET EXEMPLES PHOTOGRAPHIQUES DE CLASSES DE BÂTIMENTS

Compte tenu de l'existence du Code national du bâtiment, les types de logements, les pratiques de construction et les matériaux sont relativement uniformes au pays. Les principales exceptions concernent les régions les plus tempérées de la Colombie-Britannique, où les sous-sols et les fondations étendues ne sont pas nécessaires, et le Grand Nord, où les conditions du pergélisol peuvent limiter la construction de sous-sols et exercer une influence sur les systèmes mécaniques spécialisés des grands bâtiments.

K. Évolution à l'égard des systèmes de classification des bâtiments

Le système de classification des bâtiments résidentiels utilisé dans l'étude de Acres Limited (1968) a permis de classer les bâtiments résidentiels en bois ou en brique avec plus de détails, proposant trois sous-catégories pour chacune de ces catégories. Ce système de classification se conformait à celui élaboré par le ministère des Affaires municipales de l'Ontario. Le ministère a publié un manuel qui comportait des descriptions détaillées et des sections transversales de maisons typiques de chacune des sous-catégories, facilitant ainsi une classification efficace et uniforme sur le terrain lors de l'étude pilote et des études subséquentes utilisant la méthodologie « Acres ». Les principaux éléments de ce schéma sont présentés au tableau F-1.

Classification	Désignation du ministère des Affaires municipales	Critères généraux
1. Bois (ou stuc)		
AW	D—7 à D-10	Structure en bois solide conçue par un architecte, elle peut être ultramoderne ou plus ancienne à deux étages. Construction et matériaux solides de haute qualité.
BW	D—4 à D-6	Construction à double paroi. Typique des ensembles d'habitations de classe moyenne. La plupart des maisons en bois tombent dans cette classe.
CW	D—1 à D-3	Structure de cadre grossière, à parois minces, elle peut avoir un revêtement en stuc ou en imitation de brique.
2. Brique (ou pierre)		
AB	C—8 à C-10	Apparence de manoir ou ultramoderne. Construction et matériaux de très haute qualité.
BB	C—6 à C-7	Maison typique de style ranch ou à deux étages qui est produite en série.
CB	C—4 à C-5	Bungalow en brique bon marché ou en béton.

Tableau F-1. Système de classification des bâtiments résidentiels selon la méthode Acres

(Acres Limited, 1968)

Sur la base de l'inventaire effectué à Fort McMurray, le système de classification Acres a été modifié pour tenir compte des nuances particulières propres à la zone d'étude. De plus, le système a été élargi pour inclure plusieurs types de structures qui ne sont pas abordés dans le système Acres (IBI Group et ECOS Engineering Services Itée, 1982). Ces ajouts concernaient les maisons mobiles, petits immeubles à appartements et tours d'habitations. Trois sous-catégories ont été conçues pour chacune des catégories principales, reflétant la qualité et, dans une moindre mesure, la taille (m²) des unités (il existe généralement une forte corrélation entre ces deux derniers facteurs).

Le schéma de classification des résidences conçu pour l'étude de Fort McMurray est présenté au tableau F-2.

Classification	Description générale
AW-1* AW-2 AW-3	Logement typique construit sur mesure au cours des années 1970 (pour la plupart), conçu par un architecte avec un contrôle sur la sélection des matériaux et la prise en compte des valeurs d'isolation accrues, des joints à vapeur, des systèmes de chauffage à énergie solaire passif et actif. Les matériaux intérieurs, les finitions et la décoration générale reflètent une amélioration supérieure à la moyenne des besoins personnels du propriétaire. Ces maisons représentent un produit haut de gamme en matière de valeur immobilière.
BW-1 BW-2 BW-3	Construction typique de lotissement des années 1960, faite par le promoteur ou les constructeurs à partir d'une sélection de plans de conception conformément aux directives de conception pour le contrôle des matériaux extérieurs. Les matériaux extérieurs sont généralement le bardage en aluminium et le revêtement en bois, le stuc et le placage de brique. La taille de l'unité, le style et la taille du lot définissent la valeur moyenne de l'immobilier. Ces maisons ont des valeurs d'isolation et des valeurs immobilières moyennes.
CW-1 CW-2 CW-3	Typiquement construites pendant les années 1940 à 1960, les unités sont d'une conception moyenne, avec une plus petite superficie moyenne (< 300 m ²), elles ont une valeur d'isolation faible, aucun pare-valeur ou joint à vapeur, et les finitions extérieures sont généralement en bardage de bois ou en stuc. De façon générale, ces unités sont situées dans une zone centrale, ont un ratio entre la valeur du terrain et celle du bâtiment élevé, et ont des valeurs immobilières faibles. Les finitions intérieures de nombreuses unités auront été améliorées.
D-1	Maisons mobiles à deux unités — bonne qualité
D-2	Maisons mobiles à deux unités — qualité médiocre
D-3	Maisons mobiles à unité simple — bonne qualité

D—4	Maisons mobiles à unité simple — qualité médiocre
MA	Tours d'habitations
MW	Petits immeubles à appartements, maisons en rangée

Tableau F-2. Système de classification résidentielle de Fort McMurray

* 1, 2, 3 désignent respectivement une qualité supérieure à la moyenne, moyenne et inférieure à la moyenne dans les catégories A, B et C. Cette différenciation a par la suite été abandonnée aux fins d'échantillonnage.
(IBI Group et ECOS Engineering Services Itée, 1982)

Dans le cadre de la *Paragon Engineering Study of Ontario Depth-Damage Curves* tenue en 1985, un système de classification à sept catégories a été adopté pour refléter les types de structures architecturales (Paragon Engineering Limited, 1985). Ce système est illustré dans le tableau F-3.

NUMÉRO DE GROUPE	TYPE DE BÂTIMENT	CATÉGORIES INCLUSES (TIRÉ DE LA PIÈCE D-3B)	TAILLE DE L'ÉCHANTILLON
1	1 étage avec sous-sol	1, 6, 11, 16, 21, 26	76
2	1 étage sans sous-sol	2, 7, 12, 17, 22, 27	24
3	2 étages avec sous-sol	3, 8, 13, 18, 23, 28	99
4	2 étages sans sous-sol	4, 9, 14, 19, 24, 29	28
5	Maison à demi niveaux	5, 10, 15, 20, 25, 30	26
6	Maison en rangée	31, 32, 33	19
7	Maison mobile	34	15
TOTAL		287	

Tableau F-3A. Groupement des catégories structurelles pour les courbes niveau-dommages finales (Paragon Engineering Limited, 1985)

Le système de classification résidentielle précédemment élaboré par Paragon Engineering Limited (1985) était utilisé par l'équipe de consultants dans diverses études canadiennes et a été raffiné aux fins de l'étude portant sur l'évaluation des dommages causés par les inondations de la province de l'Alberta de 2015 (*Alberta Provincial Flood Damage Assessment Study of 2015*). Les structures résidentielles sont classées en fonction des techniques de construction employées, de leur taille, de leur qualité et de leur nombre d'étages. Comme les données provenant des impôts fonciers et celles sur l'empreinte SIG des bâtiments sont maintenant facilement accessibles, ces informations ont été utilisées pour classer les structures résidentielles en tant qu'unités individuelles, de faible densité, de densité moyenne et de densité élevée. Le schéma de classification des logements est résumé dans le tableau F-4 et des photographies de structures résidentielles typiques sont présentées aux pièces F-1A et B.

Numéro de catégorie	Style	Nombre d'étages	Sous-sol	Qualité
1	Maçonnerie	1	O	Supérieure
2	Maçonnerie	1	N	Supérieure
3	Maçonnerie	2	O	Supérieure
4	Maçonnerie	2	N	Supérieure
5	Maçonnerie	Demi-niveaux	---	Supérieure
6	Maçonnerie	1	O	Moyenne
7	Maçonnerie	1	N	Moyenne
8	Maçonnerie	2	O	Moyenne
9	Maçonnerie	2	N	Moyenne
10	Maçonnerie	Demi-niveaux	---	Moyenne
11	Maçonnerie	1	O	Inférieure
12	Maçonnerie	1	N	Inférieure
13	Maçonnerie	2	O	Inférieure
14	Maçonnerie	2	N	Inférieure
15	Maçonnerie	Demi-niveaux	---	Inférieure
16	Charpente en bois	1	O	Supérieure
17	Charpente en bois	1	N	Supérieure
18	Charpente en bois	2	O	Supérieure
19	Charpente en bois	2	N	Supérieure
20	Charpente en bois	Demi-niveaux	---	Supérieure
21	Charpente en bois	1	O	Moyenne
22	Charpente en bois	1	N	Moyenne
23	Charpente en bois	2	O	Moyenne
24	Charpente en bois	2	N	Moyenne
25	Charpente en bois	Demi-niveaux	---	Moyenne
26	Charpente en bois	1	O	Inférieure
27	Charpente en bois	1	N	Inférieure
28	Charpente en bois	2	O	Inférieure
29	Charpente en bois	2	N	Inférieure
30	Charpente en bois	Demi-niveaux	---	Inférieure
31	Maison rangée	en	---	Supérieure
32	Maison rangée	en	---	Moyenne
33	Maison rangée	en	---	Inférieure
34	Maison mobile	---	---	---

Tableau F-3B. Catégories de structures utilisées dans l'enquête sur les dommages causés par les inondations

* O = Oui, N = Non
(Paragon Engineering Limited, 1985)

Classification	Surface de plancher	Description générale
AA-1	372+ m ² (4 000+ pi ²)	Construction personnalisée typiquement faite dans les années 2000, avec une conception architecturale supérieure. Les matériaux de construction, les matériaux de finition et la fabrication sont de qualité supérieure. Ces unités comprennent généralement de nombreuses grandes fenêtres, des espaces de sous-sol fini, menuiserie de qualité supérieure et des appareils ménagers haut de gamme. Ces vastes unités d'habitation sont peu nombreuses et représentent les plus hauts niveaux de la distribution des prix immobiliers, avec une valeur moyenne de 3,4 millions de dollars. *
AA-2	Typiquement 456 m ² (4 903 pi ²)	
A-1	223–371 m ² (2 400–3 999 pi ²)	Les structures de classe A sont des maisons relativement grandes et haut de gamme, généralement dotées de matériaux de construction et de finitions de qualité modérée à haute. Ces unités ont menuiserie de bonne qualité et de grandes surfaces de fenêtres. La plupart des zones de sous-sol sont finies et les garages sont attachés. Bien que beaucoup plus nombreuses que ceux de la catégorie AA, ces habitations représentent une proportion relativement faible des logements individuels, reflétant leur position à prix moyen supérieur, avec une valeur moyenne de 1,4 million de dollars. *
A-2	Typiquement 266 m ² (2 858 pi ²)	
B-1	112–223 m ² (1 200–2 399 pi ²)	Les unités de catégorie B sont généralement le type de logement unifamilial le plus nombreux en Alberta. Ces unités de qualité moyenne ont généralement été construites à partir de plans types sur des parcelles de terrain ou d'habitations spéculatives pour les consommateurs du marché moyen, à partir des années 1950. Ces maisons sont caractérisées par un design classique, des matériaux, des finitions et une fabrication de qualité moyenne, avec quelques finitions de sous-sol et des garages détachés. Leur valeur moyenne est de 680 000 \$. *
B-2	Typiquement 163 m ² (1 754 pi ²)	
C—1	< 112 m ² (< 1 200 pi ²)	La classe C comprend des résidences qui ont tendance à être plus anciennes dans les quartiers du centre-ville, ou des premières maisons situées dans des développements plus récents situés en périphérie. Ces maisons sont de qualité moyenne à inférieure en matière de conception, de matériaux, de finition et de fabrication. En règle générale, les unités de cette catégorie situées dans la zone centrale municipale ont un rapport entre la valeur du terrain et celle du bâtiment élevé, étant donné que ces structures approchent de l'obsolescence fonctionnelle et physique. Bien que les unités de classe C se situent dans la partie basse de la fourchette de valeurs immobilières, bon nombre a été mises à niveau par les propriétaires et présentent des finitions de qualité moyenne ou supérieure dans les zones rénovées. Leur valeur moyenne est de 450 000 \$. *
C—2	Typiquement 88 m ² (947 pi ²)	
D	Typiquement 128 m ² (1 377 pi ²)	Les unités de classe D sont des maisons mobiles, situées sur des fondations temporaires et sans sous-sols. Ces unités reflètent généralement la plus faible fourchette de valeurs immobilières.

MA	Typiquement 93 m ² (1 002 pi ²)	Les unités MA sont des unités d'appartements situées dans des structures à grande hauteur (5+ étages). Les tours d'habitation sont généralement de construction en béton et en acier léger, et ont un ou plusieurs niveaux de stationnement souterrain.
MW	Typiquement 65 m ² (704 pi ²)	Les unités MW sont des appartements situés dans des structures de faible hauteur (moins de 5 étages). Ces ouvrages sont généralement construits en bois et ont souvent des structures de stationnement faites en béton, à un seul niveau sous terre.

Tableau F-4. Système de classification des bâtiments résidentiels issu de l'étude portant sur l'évaluation des dommages causés par les inondations de la province de l'Alberta

(IBI Group et Golder Associates, 2015)

* Valeurs du marché de Calgary en 2015.

Classification	Description
RES1	Logement unifamilial
RES2	Maison mobile
RES3A	Duplex
RES3B	Triplex
RES3C	Maisons en rangée, appartement-jardin multifamilial, maison de location
RES3D	Copropriété
RES3E	Multifamilial — immeuble d'appartements (< 5 étages)
RES3F	Multifamilial — appartement, à grande hauteur (> 5 étages)

Tableau F-5. Système de classification des résidences Hazus Canada

Alberta	Codes HAZUS	Surface de plancher (m ²)	Description générale	Nombre d'étages	Options de qualité
AA	RES1	≈ 372	Maison unifamiliale avec ou sans sous-sol	1,2	Supérieure, personnalisée
A	RES1	223–371	Maison unifamiliale avec ou sans sous-sol	1,2,3,4	Supérieure, moyenne
B	RES1	112–223	Maison unifamiliale avec ou sans sous-sol	1,2,3,4	Supérieure, moyenne, inférieure

C	RES1	< 112	Maison unifamiliale avec ou sans sous-sol	1,2,3,4	Supérieure, moyenne, inférieure
D	RES2	≈ 128	Maison mobile	1	Supérieure, moyenne, inférieure
E	RES3A, 3B		Duplex, triplex, maison en rangée	1,2,3*	Supérieure, moyenne, inférieure
MA	RES3D, 3F or 3F		Tour d'habitation	2,3*	Supérieure, moyenne, inférieure
MW	RES3C		Petit immeuble à appartement	1,2*	Supérieure, moyenne, inférieure

Tableau F-6. Relation avec les systèmes précédents de classification des résidences

*StatCan : [Classification de Statistique Canada, permis de bâtir](#)

Pièce F-1 — Exemples typiques de classification d'immeubles résidentiels tirés de l'étude portant sur l'évaluation des dommages causés par les inondations de la province de l'Alberta (*Alberta Provincial Flood Damage Assessment Study*)



Code : RAA



Code : RAA



Code : RA



Code : RA



Code : RA



Code : RB



Code : RB



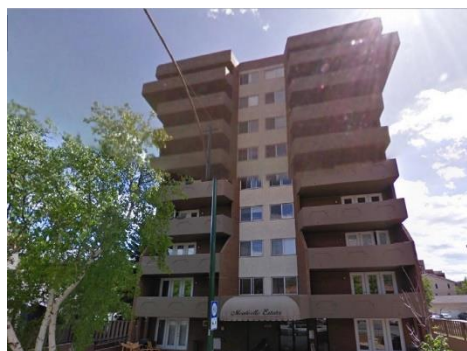
Code : RC



Code : RD



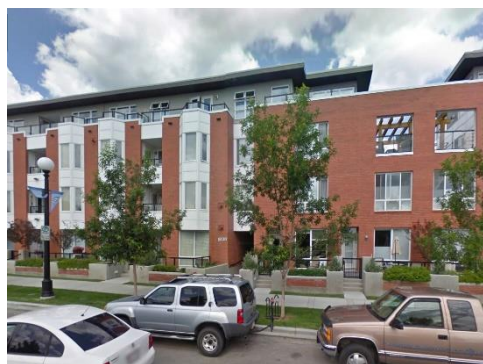
Code : RD



Code : RMA



Code : RMA



Code : RMW



Code : RMW

Classification	Code HAZUS	Description générale	Moyenne (m ²)
A1	COM4	Bureau général	1107
B2	COM7	Médical	386
C1	COM1	Chaussures	138
C2	COM1	Vêtements	427
C3	COM1	Stéréos/télévision/électronique	385
C4	COM2	Papeterie	225
C5	COM4	Matériel/tapis	594

C6	COM1	Magasins de détail divers	463
D1	COM1	Meubles/appareils électroménagers	336
E1	COM1	Épiceries	1023
F1	COM7	Pharmacie	926
G1	COM1	Automobile	385
H1	RES4	Hôtels	661
I1	COM8	Restaurant	438
J1	COM4	Service personnel	163
K1	COM3	Financier	421
L1	IND1	Entrepôt/industriel	637
M1	COM8	Théâtres	901
N1	RES5	Autre/institutionnel	1366
O1	COM6	Hôpital	7613
P1	GOV2	Police	-
Q1	IND3	Industriel — Alimentation/médicaments/produits chimiques	-
R1	IND4	Industriel — Transformation des métaux/minéraux	-
S1	IND5	Industriel — Haute technologie	-
T1	REL1	Église/sans but lucratif	-
U1	EDU1	École primaire	-
V1	EDU2	Collège/université	-
X1	GOV1	Services généraux (gouvernement)	-
Y1	GOV2	Réponse d'urgence (gouvernement)	-

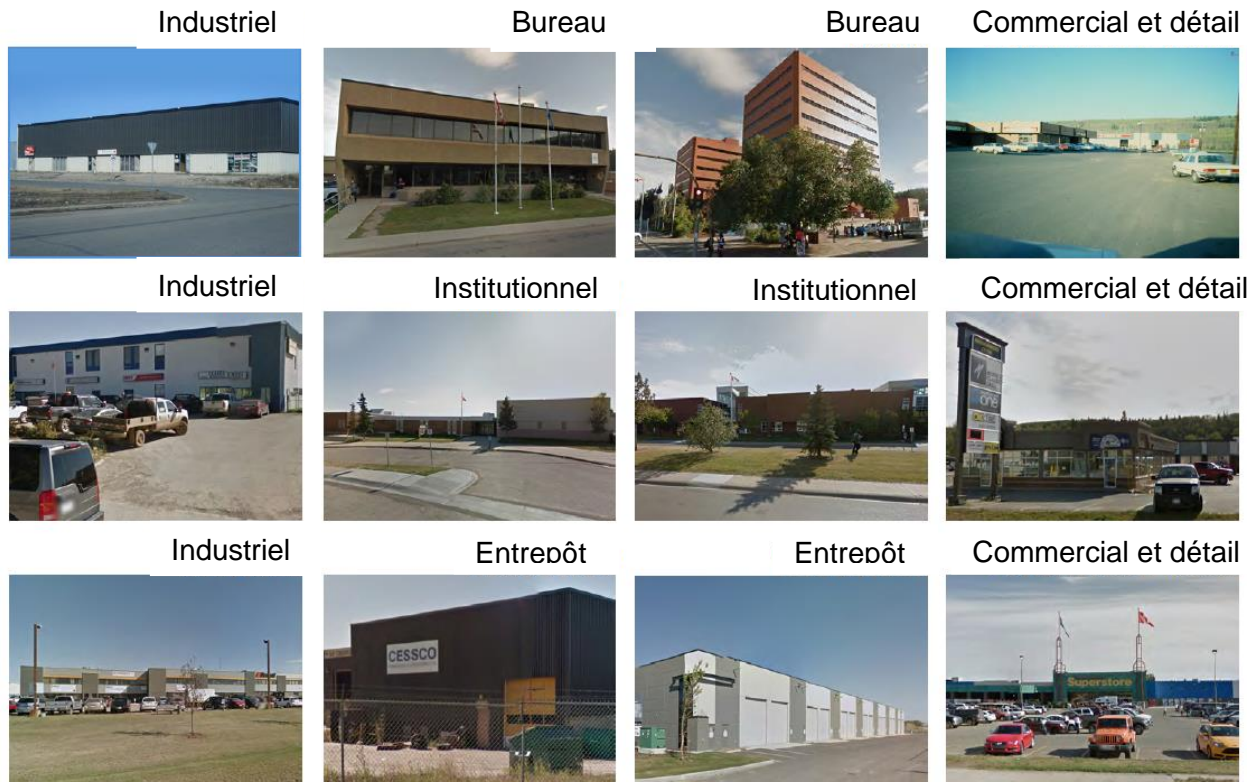
F-7. Lien avec les systèmes précédents de classification des immeubles commerciaux

(IBI Group et Golder Associates, 2015)

Classification	Code HAZUS	Description générale
W1	AGR1	Agriculture — Cultures
W1	AGR1	Agriculture — Bétail
W1	AGR1	Agriculture — Bâtiments et équipement

Tableau F-8. Types normalisés — Agriculture

Pièce F-2 — Exemples typiques de classification d'immeubles commerciaux tirés de l'étude portant sur l'évaluation des dommages causés par les inondations de la province de l'Alberta (*Alberta Provincial Flood Damage Assessment Study*)



ANNEXE 16 — DOMMAGES EXTÉRIEURS AUX BÂTIMENTS RÉSIDENTIELS

P.1. Dommages extérieurs aux bâtiments résidentiels

En ce qui concerne le schéma de classification résidentiel présenté à la pièce E-4 de l'annexe 5, des valeurs nominales de 2 500 \$, 5 000 \$, 7 500 \$ et 15 000 \$ peuvent être attribuées à des propriétés de classe C, B, A et AA pour tenir compte des coûts d'aménagement paysager et de nettoyage de la cour à la suite d'une inondation (IBI Group et Golder Associates, 2015). Pour les bâtiments classés comme MA ou MW, une valeur de 15 000 \$ par bâtiment peut être appliquée (IBI Group et Golder Associates, 2015). Il est sous-entendu que cette approche est aussi applicable à d'autres régions du Canada.

P.2. Autres études dans lesquelles les estimations des dommages causés par les inondations externes sont prises en compte

Dans des études récentes, les dommages encourus à l'extérieur des propriétés résidentielles ont été pris en compte et inclus dans les estimations des dommages causés par les inondations. Le *New South Wales Department of Environment, Climate Change and Water* inclut les dommages extérieurs aux courbes niveau-dommages pour tenir compte des articles tels que les tondeuses, les potagers, les outils et le contenu des hangars. D'après une étude récente effectuée à Ballina, ce montant a été estimé à environ 9 200 \$ par propriété résidentielle inondée.

Dans certaines de leurs études plus récentes, le *U.S. Army Corps of Engineers (USACE)* a défini les dommages extérieurs comme étant le coût des inondations dans les jardins et autres structures extérieures et a utilisé une valeur de 5 000 \$ par bâtiment résidentiel.

Dans les exemples australiens, les véhicules ne sont généralement pas inclus dans l'évaluation des dommages, bien qu'ils soient considérés comme des biens extérieurs endommagés valides, car ils sont souvent déplacés vers un sol plus élevé lors d'une inondation. Cela assure également que les dommages causés aux véhicules ne servent pas de justification pour les travaux d'atténuation. Lorsque nécessaire, il est possible de consulter le programme HEC-FDA qui contient des courbes pour les dommages causés aux véhicules.

Dans les exemples américains et australiens, les dommages externes causés aux propriétés commerciales et industrielles sont présumés négligeables, la majorité des dommages matériels étant généralement imputable au contenu du bâtiment.

ANNEXE 17 — SOMMAIRE DES CLASSES NON RÉSIDENTIELLES ET RÉCUPÉRATION DES CONTENUS

Q.1. Résumé des classes non résidentielles et récupération des contenus

Q.1.1. Bureau général — A-1

Ce groupe comprend les bureaux municipaux et provinciaux, l'immobilier, les entreprises de consultation et d'autres bureaux professionnels comme les géomètres et les ingénieurs. Cette classe inclut une diversité de contenus disposés et entreposés de différentes manières dans l'espace de bureau. En général, il y a un manque important d'inventaire global. Par conséquent, la majorité des dommages causés par les inondations sont subis par le mobilier et les appareils de bureau, les fichiers et documents entreposés, en plus des ordinateurs, des photocopieurs et des imprimantes. Une valeur de récupération de 10 % a été estimée pour la classe de bureau général.

Q.1.2. Médical — B-1

La catégorie « médical » concerne les cliniques de médecins, dentistes, ainsi que les cabinets de vétérinaires. En gros, 50 % des dommages survenant dans cette classe sont liés à des appareils (c'est-à-dire du mobilier de bureau, ou du matériel médical présent dans le bureau). Généralement, l'inventaire de cette catégorie comprend les médicaments conservés dans le dispensaire. Les dommages causés par les inondations à ces articles entraînent une perte de 100 % en raison de la possibilité de contamination. Cela vaut également pour la majorité des autres produits pharmaceutiques. Les dommages ayant la plus grande valeur en dollars résultent des dommages subis par l'équipement scientifique. Les articles récupérables dans ces installations sont principalement liés aux appareils. Une valeur de récupération de 5 % a été estimée pour la classe des installations médicales.

Q.1.3. Marchandises générales

Q.1.3.1 Magasins de chaussures — C-1

Ces entreprises se trouvent typiquement dans les centres commerciaux et, dans une moindre mesure, dans les rues commerçantes. Une grande variété d'accessoires est également vendue en plus des chaussures. Toutefois, ces articles ne constituent généralement qu'une petite partie de l'inventaire total. Par conséquent, les dommages potentiels pour ces articles sont minimes. Cette catégorie particulière a une caractéristique qui ne prévaut pas dans les autres catégories; la majorité de l'inventaire est entreposé et une très faible proportion se trouve dans la zone de vente/exposition. En ce qui concerne le stockage de l'inventaire, la majorité des articles sont entreposés à environ 0,46 m à 0,61 m du sol jusqu'à une hauteur d'environ 1,52 m afin de faciliter l'accès à la marchandise. Les dommages aux boîtes à chaussures attribuables à une crue, mais pas nécessairement aux chaussures elles-mêmes, entraînent une perte quasi totale des stocks ou, du moins, une réduction drastique des coûts dans une situation où il y a une vente en période d'inondation. La valeur de récupération a été estimée à 5 %.

Q.1.3.2 Magasins de vêtements — C-2

On observe des variations considérables dans la méthode d'affichage/entreposage pour cette classe, ce qui contribue à la diversité des résultats en ce qui concerne les tableaux des contenus. La contamination rend les articles invendables. Une valeur de récupération de 5 % a été estimée pour les magasins de vêtements.

Q.1.3.3 Magasins d'appareils électroniques — C-3

Les entreprises incluses dans cette catégorie comprennent la vente d'équipement audio et vidéo, d'ordinateurs et périphériques, de petits appareils électroménagers, d'appareils photo, d'instruments de musique et de matériel de bureau. Les petits points de vente pour ces types de marchandises sont couramment remplacés par les magasins à grande surface qui vendent une vaste gamme de produits électroniques. En raison de la valeur élevée de la plupart des marchandises, les coûts des dommages sont élevés et la capacité de récupération est faible. Une valeur de récupération de 5 % a été estimée pour cette catégorie.

Q.1.3.4 Produits de papeterie — C-4

Les articles de papeterie, les fournitures de bureau et les librairies sont inclus dans la catégorie des produits de papeterie. L'élément commun à ces entreprises est la destruction quasi totale de l'inventaire à la suite d'inondations. Le calcul des tableaux niveau-dommages est relativement simple, car la majorité de l'inventaire est régulièrement placé sur un système de rayonnage commun à l'ensemble du magasin. Une valeur de récupération de 5 % a été estimée pour cette catégorie.

Q.1.3.5 Quincaillerie/tapis — C-5

Les quincailleries ainsi que les magasins de peinture et de tapis sont regroupés dans la catégorie des quincailleries et des tapis. La plupart des points de vente exposent les marchandises directement sur le sol, avec un minimum de rayonnages, ce qui provoque la destruction d'une partie considérable de l'inventaire à des niveaux très faibles d'inondation. Bien que la plupart des outils, des tuyaux, des produits métalliques et de certains autres articles similaires puissent être récupérés avec très peu de dommages causés par l'eau, les dégâts à l'emballage se traduisent par une valeur beaucoup plus faible quant à la capacité de récupération pour ces articles. Puisque les produits de peinture sont stockés dans des boîtes de conserve, les contenants rouillent rapidement, en particulier le long des contours, et la peinture peut être contaminée dans un laps de temps relativement court. De plus, l'eau entraîne la destruction des étiquettes extérieures et rend le produit pratiquement invendable, en raison du temps nécessaire pour enlever les couvercles, identifier la peinture et étiqueter les boîtes. Une valeur de récupération de 10 % a été estimée pour cette catégorie.

Q.1.3.6 Magasins de détail divers — C-6

Cette catégorie comprend les entreprises de détail et commerciales qui ne sont pas incluses dans les désignations spécifiques ci-dessus. Bien entendu, cette catégorie comporte une grande diversité de produits et de méthodes/type d'affichage et d'entreposage. Une valeur de récupération de 8 % a été estimée pour cette catégorie.

Q.1.3.7 Vente au détail généralisée — C-7

Cette courbe a été créée pour les cas où l'évaluation fiscale et les données municipales connexes ou l'absence de photographies au sol ne permettent pas d'identifier l'utilisation spécifique du commerce. Cette courbe généralisée regroupe les autres catégories « commerce de détail », y compris les catégories C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, D-1 et E-1. Ceci permet d'obtenir une moyenne globale des catégories « commerce de détail ».

Q.1.4 Meubles/appareils ménagers — D-1

Cette classification est relativement simple et cohérente tant dans les types de produits que dans les méthodes d'affichage et d'entreposage. Par le passé, la capacité de récupération était beaucoup plus élevée en raison de la capacité de réparer les articles endommagés par les inondations. Les pratiques modernes ont réduit les valeurs de récupération élevées antérieures de 50 % à 5 %.

Q.1.5 Épiceries — E-1

Les épiceries font preuve d'uniformité dans les produits et les méthodes d'affichage. En raison de la contamination des denrées alimentaires, les dommages entraînent la destruction de pratiquement 100 % de l'inventaire. Cependant, les grands magasins comme Provigo et Maxi se sont diversifiés et offrent un certain nombre d'articles non alimentaires. Par conséquent, la capacité de récupération est légèrement plus élevée dans les grands supermarchés, mais dans l'ensemble, elle demeure relativement faible. Une valeur de récupération de 5 % a été estimée pour cette catégorie.

Q.1.6 Pharmacies — F-1

Les entreprises de cette catégorie ont généralement une large gamme d'articles divers en plus des produits pharmaceutiques. Certains articles ont une certaine valeur de récupération; cependant, tout produit médical ou pharmaceutique qui subit des dommages par l'eau n'a pratiquement aucune capacité de récupération en raison de la possibilité de contamination. Une valeur de récupération de 5 % a été estimée pour cette catégorie.

Q.1.7 Automobiles — G-1

Sont incluses dans cette catégorie toutes les entreprises liées à la vente et à l'entretien d'automobiles (c.-à-d. voitures neuves et d'occasion, fournisseurs de pièces, ateliers de carrosserie et de réparation d'automobiles, réparation de silencieux et les boîtes de vitesses, et lave-auto). En cas d'inondation, les dommages permanents causés par l'eau aux véhicules, ainsi que la majorité des matériaux utilisés pour la réparation et l'entretien, sont relativement faibles. Une valeur de récupération d'environ 30 % a été estimée pour cette catégorie.

Q.1.8 Hôtels — H-1

Cette catégorie particulière comprend à la fois les hôtels et les motels. L'inventaire comprend des éléments tels que des meubles et des appareils électroménagers, des articles de literie et de tissus, des produits alimentaires et de l'alcool. Une valeur de récupération de 5 % a été estimée pour cette catégorie.

Q.1.9 Restaurants — I-1

Tous les établissements qui servent des repas sont classés comme des restaurants, y compris ceux avec service aux tables et à restauration rapide. Les inondations causent des dommages aux inventaires de produits alimentaires, aux ustensiles, au matériel de cuisson et aux appareils. Une valeur de récupération de 5 % a été estimée pour cette catégorie.

Q.1.10 Services personnels — J-1

Les entreprises de cette catégorie comprennent les agences de voyages, les services de nettoyage à sec, les salons de coiffure/beauté et autres services généraux. Une grande variété de matériaux/produits sont compris dans cette classification, ainsi que de méthodes et types d'entreposage. Cependant, les inventaires sont assez limités et entreposés dans des zones relativement petites et sont généralement sujets à un endommagement de 100 % pour une très petite plage de profondeur. L'absence d'inventaire est fréquente dans les types d'entreprises compris dans cette catégorie. La majorité des dommages seraient subis par les machines et l'équipement utilisés. Une valeur de récupération d'environ 10 % a été estimée pour la catégorie des services personnels.

Q.1.11 Services financiers — K-1

La catégorie des services financiers comprend les banques et les sociétés de fiducie et est similaire à la catégorie des bureaux généraux. La perte la plus importante pour les établissements de cette catégorie survient lorsque l'eau atteint des fichiers et du matériel informatique, de photocopie et d'impression qui coûtent plus cher. Les établissements de cette classification se ressemblent beaucoup en ce qui concerne les contenus, l'inventaire et les installations, et présentent des caractéristiques semblables de profondeur-dommages. Les meubles et autres articles pertinents peuvent généralement être récupérés. Une valeur de récupération de 10 % a été estimée pour cette catégorie.

Q.1.12 Entrepôt/industriel — L-1

Les entreprises de cette catégorie sont extrêmement diverses, allant d'entrepôts à des commerces de vente au détail de biens à la consommation aux grosses usines de fabrication relativement.

Les grandes entreprises bien établies ont tendance à avoir des plans d'urgence pour le retrait de l'inventaire, des véhicules et d'autres équipements. Une valeur de récupération d'environ 30 % a été estimée pour cette catégorie.

Q.1.13 Théâtres — M-1

Pour cette catégorie, la plus grande perte est associée au matériel de projection. Cependant, cet équipement est généralement maintenu à une hauteur assez élevée. Les étages inférieurs des théâtres contiennent des sièges, des écrans et de l'équipement, ainsi que des étagères se rapportant à la zone de confiserie. Compte tenu des pratiques plus actuelles, la majorité des sièges ne sont pas récupérables. Une valeur de récupération de 5 % a été estimée pour cette catégorie.

Q.1.14 Institutionnel/autre — N-1

Cette catégorie comprend les installations éducatives, culturelles et récréatives, y compris les bibliothèques, les YMCA, les bureaux de poste, les écoles, les églises et les centres récréatifs. Il y a une grande diversité de contenus dans cette catégorie. En général, les matériaux récupérables correspondent à la catégorie « bureau général », à l'exception des établissements d'enseignement et des bibliothèques où une partie importante de l'inventaire se rapporte aux livres. Une valeur de récupération de 10 % a été estimée pour cette catégorie.

ANNEXE 18 — DOMMAGES ENCOURUS PAR LES STATIONNEMENTS SOUTERRAINS À PLUSIEURS NIVEAUX

Résumé des dommages causés par les inondations en Alberta 2013 : stationnements souterrains à plusieurs niveaux.

S.1 Dommages encourus par les stationnements souterrains à plusieurs niveaux lors de l'inondation de Calgary en 2013

Les dommages subis par deux installations publiques et une privée lors de l'inondation de Calgary en 2013 ont été analysés afin d'élaborer des fonctions niveau-dommages représentatives des stationnements souterrains à plusieurs niveaux (IBI Group et Golder Associates, 2015). Les aires de stationnement analysées comprennent le stationnement Civic Plaza dans le quartier central des affaires, le stationnement McDougall à l'extrémité ouest du centre-ville et le stationnement situé au 400, Kensington House, associé au projet de bureaux et de vente au détail à Hillhurst. Les dommages variaient considérablement, allant d'un maximum de 11,7 millions de dollars au Civic Plaza à 153 000 dollars au parc Kensington House. Les dommages et les conditions d'inondation associés à chacune de ces aires de stationnement sont brièvement décrits dans les sections suivantes. Il est intéressant de noter que des mesures d'atténuation des inondations ont été mises en place dans les deux installations municipales pour prévenir ou réduire au minimum les dommages futurs.

S.1.1 Stationnement souterrain Civic Plaza

Il s'agit d'un stationnement de 24 155 m² avec 588 espaces de stationnement réparties sur sept niveaux. Des dommages ont été causés par des inondations terrestres et le refoulement des égouts. Ils ont entraîné la perte totale de tous les systèmes électriques et mécaniques, y compris les ascenseurs. Tous les éléments architecturaux, les portes, les cadres et les blocs de maçonnerie, ainsi que tous les systèmes connexes, ont été remplacés pour un coût total de 11,7 millions de dollars, ce qui équivaut à environ 484 \$/m².

S.1.2 Stationnement McDougall

Le stationnement McDougall compte environ 22 297 m² et peut accueillir 655 véhicules sur 5 niveaux. Les dommages encourus par ce stationnement ont été causés par des infiltrations murales et le refoulement des égouts, et environ 0,6 m d'eau ont été signalés au niveau P5. Des dommages totalisant un million de dollars (226 \$/m²) étaient associés au remplacement des ascenseurs, au nettoyage, à la réparation du système d'alarme incendie et la remise en état des murs.

S.1.3 Kensington House

Le stationnement de Kensington House compte quelque 3 716 m² répartis sur trois niveaux et peut accueillir environ 102 véhicules. Les dommages couvraient environ 1 272 m², tous situés au niveau inférieur du stationnement et ils étaient causés par le refoulement des égouts. Les

dommages étaient limités aux composantes électriques, y compris les conduites et les appareils, ainsi qu'à la lutte contre l'inondation (usage de pompes d'assèchement) et au nettoyage. Il n'y avait aucun autre problème de structure, de mécanique ou d'ascenseur, et l'inondation était limitée au niveau inférieur, avec une profondeur d'inondation d'environ 0,3 m. La réclamation s'élevait à 153 000 \$, soit environ 120 \$/m².

ANNEXE 19 — ESTIMATION DES DOMMAGES CAUSÉS AUX CULTURES, AU BÉTAIL, AUX GRANGES ET AUX DÉPENDANCES DE LA FERME

T.1 Estimation des dommages causés aux cultures, au bétail, aux granges et aux dépendances de la ferme

T.1.1 Estimation des dommages causés aux cultures

Les sections suivantes décrivent les procédures qui peuvent être utilisées pour estimer les dommages causés aux cultures.

Valeur marchande

Le rendement et la valeur marchande de chaque type de culture se trouvent dans un certain nombre de documents, depuis les sources gouvernementales jusqu'aux groupes agricoles. Par exemple, les prix courants de la luzerne dans le centre du Canada pour 2016 sont indiqués dans le tableau T-1 ci-dessous.

PRIX DU FOIN DE LUZERNE ÉTABLI DANS LE CENTRE DU CANADA	
Rendement à l'hectare	7,41 tonnes
Prix par tonne, sans inondation	87 \$ par tonne (à 7,41 tonnes par hectare)
Revenu brut, sans inondation	644,94 \$ par hectare

Tableau T-1. Calcul du revenu brut pour la luzerne, sans inondation

(Saskatchewan Forage Council, 2017)

Le revenu brut sans inondation est utilisé pour calculer la perte potentielle de revenu qu'un agriculteur subirait si une inondation se produisait au cours d'un mois donné.

Coûts de production

Afin d'évaluer les dommages agricoles, les coûts de production d'une certaine culture doivent être connus et répartis de la manière suivante : coûts de culture; coûts de récolte et de manutention post-récolte; coûts de plantation/rétablissement; coûts de nettoyage et de remise en état des terres; et les pertes de revenus. Ces coûts peuvent être définis comme suit :

- Coûts de culture — inclus généralement les coûts comme les engrais et les traitements du sous-sol, l'irrigation, la lutte contre les mauvaises herbes et les ravageurs, et d'autres coûts propres à la culture.
- Coûts de récolte et de manutention post-récolte — inclus les coûts liés à la récolte des cultures telles que la coupe, le transport et l'emballage.
- Coûts de plantation/rétablissement — Ces coûts sont associés à la plantation ou au rétablissement d'une culture et sont engagés lorsqu'une culture a été complètement

détruite. Ils comprennent notamment la préparation des terres, l'ensemencement et la plantation, ou l'achat d'arbres et de plantes immatures jusqu'à la première année pour une récolte viable.

- Coûts variables — Les coûts variables sont engagés tout au long de l'année (calculés ici comme la somme des coûts de culture et de récolte/manutention post-récolte). S'il y a des inondations, l'agriculteur ne recevra pas de revenus de ses récoltes, mais ne dépensera pas non plus l'argent supplémentaire pour ces coûts variables.

En raison de la saisonnalité des inondations et de la complexité des saisons de croissance en regard des cultures au Canada, il est important d'avoir des données propres au domaine d'étude afin d'obtenir des résultats précis. Les coûts de production devraient, si possible, être ventilés par mois afin d'obtenir les résultats les plus précis.

Taux de dommages

Lors du calcul des taux de dommages, il est important de tenir compte de l'effet qu'une inondation peut avoir sur une culture à divers moments de l'année. Souvent, les inondations associées à la fonte des neiges et au ruissellement printanier n'endommagent pas directement les cultures, mais ils retardent la plantation et entraînent des rendements plus faibles ou, dans certains cas, obligent les agriculteurs à remplacer les cultures par des végétaux ayant des saisons de croissance plus courtes. Dans d'autres cas, les agriculteurs peuvent utiliser davantage d'engrais, ou effectuer un semencement à un taux plus élevé, ce qui entraîne des coûts de production élevés. Ainsi, même si le rendement final est semblable au rendement initial sans inondation, le revenu net sera moindre (Hansen, 1987). Bien que les inondations estivales soient plus rares que les inondations printanières, elles peuvent être plus dommageables pour les cultures parce que les retombées sur le rendement potentiel de la culture sont beaucoup plus élevées. Le moment de l'inondation est également important par rapport à la nature de la culture individuelle, car la date optimale de plantation et de récolte est différente pour chaque culture. Par conséquent, une inondation qui peut avoir des effets dévastateurs sur une culture peut n'avoir aucun effet sur une autre (Hansen, 1987).

Les fonctions niveaux-dommages élaborées pour une culture ne sont pas nécessairement transférables vers une culture située dans un autre endroit en raison de la grande variabilité des conditions climatiques et des changements dans les cycles végétatifs dus à ces conditions (Brémond *et coll.*, 2013). Par exemple, les dates de plantation et de récolte seront différentes en Californie de celles pour le centre du Canada. Pour cette raison, il est crucial d'adapter les taux de dommages et les fonctions niveau-dommages à la culture et à l'emplacement pour lesquels elles sont conçues. Toutefois, la disponibilité des taux de dommages est rare dans le centre du Canada et, à ce titre, le taux de dommages utilisé comme exemple dans les calculs est tiré du *Soil Conservation Service (United States Department of Agriculture Soil Conservation Service)*, bien qu'elle ne s'applique pas à cet endroit particulier.

Durée des inondations

Pour calculer les dommages causés par les inondations, la durée de l'inondation est souvent prise en compte, et l'événement de crue est divisé en divers intervalles. Cependant, la variation entre les études quant au nombre d'intervalles, au nombre de jours et à la dépendance à l'égard des différentes conditions du sol ajoute une certaine confusion lors de la détermination des dommages agricoles. Pour savoir avec certitude si elles doivent être prises en compte, il faudrait procéder à une étude locale approfondie. Il en va de même pour les dépôts de limon et la salinité transportés par les eaux de crue.

Pour simplifier ces variations et tenir compte des effets de la durée des inondations qui excèdent trois jours, la moitié du prix couvrant les frais d'établissement est ajoutée aux dommages.

Calculs

Pour chaque mois, les coûts variables cumulés sont calculés en additionnant l'ensemble des coûts de production (coûts de culture et de récolte/manutention post-récolte). Les coûts variables non dépensés sont les coûts variables cumulés, moins les coûts de production pour chaque mois.

Pour calculer le revenu brut par hectare (acre), le revenu brut sans inondation est inscrit pour chaque mois pendant lequel la récolte pourrait produire un rendement. Dans l'exemple illustré à la pièce O-2, le foin de luzerne peut être planté en avril et la récolte peut débuter après six semaines, ce qui peut fournir un revenu dès la mi-mai. Pour obtenir la marge brute, il suffit de soustraire les coûts variables non dépensés du revenu brut.

Les taux de dommages mensuels sont ensuite multipliés par la marge brute, puis par la probabilité mensuelle correspondante d'inondation. En additionnant toutes les estimations mensuelles pondérées des dommages pour chaque profondeur d'inondation, nous obtenons une valeur représentant les dommages pondérés par hectare (acre) pour chaque culture.

Enfin, une valeur de la moitié des coûts de plantation/rétablissement est ajoutée pour les inondations d'une durée supérieure à trois jours, afin d'en obtenir une pour la perte totale par hectare (acre).

L'étendue aérienne des inondations est requise pour chaque culture dans la zone inondable. Cette zone devrait être multipliée par la fonction niveau-dommages appropriée, selon la durée de l'inondation, pour estimer les dommages.

T.1.2 Estimation des dommages causés au bétail

Il est attendu que le bétail soit transporté vers des terres plus élevées lors d'une inondation. Les exceptions peuvent inclure les étables laitières sécurisées et les enclos à bétail où une vitesse élevée d'écoulement d'eau de crue ou une inondation éclair peuvent survenir, auxquels cas les taux de mortalité et la valeur par tête pourraient être calculés afin de déterminer une valeur de dommages potentiels.

T.1.3 Estimation des dommages causés aux granges et aux dépendances de la ferme

Compte tenu de la grande variété des structures de grange et de dépendance de la ferme, ainsi que des éléments qu'elles renferment, il est recommandé d'adopter une approche fondée sur les principes de base lors de l'estimation des dommages. Pour les fermettes, il est possible d'utiliser des courbes résidentielles standards.

COÛTS DE PRODUCTION*	SAISON DE CROISSANCE												TOTAL
	OCT	NOV	DÉC	JANV	FÉV	MARS	AVR	MAI	JUN	JUIL	AOÛ	SEPT	
Coûts de culture	0 \$	0 \$	0	0 \$	84 \$	171 \$	89 \$	40 \$	44 \$	109 \$	54 \$	141 \$	731 \$
Coûts de récolte/ manutention post-	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	72 \$	72 \$	0 \$	72 \$	215 \$
Coûts variables accumulés	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	84 \$	255 \$	343 \$	383 \$	499 \$	680 \$	734 \$	946 \$	946 \$
Coûts variables	946 \$	946 \$	946 \$	946 \$	862 \$	692 \$	603 \$	563 \$	447 \$	267 \$	213 \$	0 \$	
Revenu brut	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	0 \$	215 \$	215 \$	215 \$	215 \$	215 \$	1 075 \$
« Marge brute = (revenus bruts) – (Coûts variables non dépensés) »	128 \$	128 \$	128 \$	128 \$	213 \$	383 \$	472 \$	512 \$	628 \$	808 \$	862 \$	1 075 \$	1 075 \$
Taux de dommages	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,08	0,24	0,28	0,21	0,11	0,03	
Probabilité d'inondation par mois**	0,058	0,124	0,177	0,200	0,170	0,132	0,082	0,030	0,010	0,002	0,002	0,013	1,000
Probabilité de dommages pondérée par mois	0,07 \$	0,16 \$	0,23 \$	0,26 \$	0,36 \$	5,06 \$	3,10 \$	3,68 \$	1,76 \$	0,34 \$	0,19 \$	0,42 \$	15,62 \$

Tableau T-2. Coûts mensuels en dollars par hectare pour produire du foin de luzerne

	> 3 jours	33 jours
Dommages moyens pondérés par hectare par année	15,62 \$	15,62 \$
0,5 (Coûts de plantation/rétablissement de 136,84 \$)* Facteur de prix	68,42 \$	0,00 \$
Perte totale par hectare de la culture touché par les crues	84,04 \$	15,62 \$

**Coûts de production du foin de luzerne obtenu du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, 2017.*

***En raison de l'absence de données propres à chaque région, les données de probabilité ont été tirées du modèle d'évaluation rapide des inondations qui provient du Department of Water Resources, 2008.*

ANNEXE 20 — ÉTUDE DE CAS, DOMMAGES CAUSÉS AUX STRUCTURES UNIQUES : *STAMPEDE PARK*

U.1 Dommages causés au *Stampede Park* (IBI Group et Golder Associates, 2015)

U.1.1 Introduction

Le *Stampede Park*, et en particulier le *Calgary Exhibition and Stampede* qui y sont associés, représente un cas unique en ce qui concerne les estimations des dommages causés par les inondations, à tel point que l'étude précédente de la rivière Elbow a traité du *Stampede Park* comme d'un élément distinct dans l'évaluation des dommages attribuables à une crue.

U.1.2 Évaluation des dommages — 1986

Le but de cette composante de l'étude de 1986 était d'évaluer la perte économique potentielle qui serait causée par une crue ayant une période de retour de 100 ans au *Stampede Park*.

La période de risque de crue a été identifiée entre le 15 mai et le 15 septembre de chaque année. Comme l'utilisation du parc varie considérablement au cours de l'intervalle de risque de crue, trois cas indépendants de perte due aux inondations ont été examinés :

- Le premier cas, ou le cas de base, portait sur la perte économique potentielle liée aux dommages causés par les inondations aux structures et installations permanentes et par la diminution des activités et opérations courantes.
- Le deuxième cas portait sur les pertes économiques potentielles associées à d'autres événements et usages typiques du *Stampede Park* pendant une journée « moyenne » de printemps ou d'été (à l'exclusion du *Stampede*).
- Enfin, le troisième cas précisait les pertes économiques potentielles supplémentaires pour les installations, les opérations et les activités qui seraient associées à une inondation survenant au cours des 11 jours de la *Calgary Exhibition and Stampede*.

Ainsi, les trois cas isolés ou combinés représentaient l'éventail des pertes économiques qui pourraient être associées à une inondation du *Stampede Park* avec une période de retour de 100 ans.

Courbes niveau-dommages pour les contenus

Les dommages potentiels aux contenus ont été évalués en combinant une inspection visuelle de divers locaux et des échanges avec la haute direction et les utilisateurs quotidiens des installations.

Courbes niveau-dommages pour les structures

Dans le cadre de l'évaluation des dommages au contenu, tous les plans, les élévations et les sections transversales disponibles des structures et installations permanentes ont été utilisés. Des professionnels qualifiés en architecture ont examiné les plans des installations, puis vérifié les caractéristiques structurelles des installations au moyen d'inspections sur le terrain. Les 44 bâtiments du site ont été classés en cinq types de construction, selon la classification, le coût et l'utilisation de la construction.

Les estimations des dommages étaient fondées sur les coûts actuels dans la ville de Calgary pour les matériaux, la main-d'œuvre et les services. Les estimations des dommages structurels et des coûts de remise en état étaient également fondées sur les caractéristiques d'une inondation ayant un retour de 100 ans, en supposant une période de récession de 1,5 jour. Les estimations ont également supposé qu'il n'y avait pratiquement aucun dommage causé aux murs ou aux dalles par la pression hydrostatique, puisque les forces extérieures devraient être équilibrées par l'écoulement d'eau à travers les drains et les conduits, etc.

U.1.3 Courbes niveau-dommages au stampede annuel

Les estimations des dommages causés par les inondations ont été calculées en interviewant des membres de la direction du stampede, des exposants, des exploitants et des propriétaires des nombreuses concessions et expositions qui constituent le Calgary Exhibition. Pour certaines opérations de grande valeur ou qui sont uniques, tous les exploitants disponibles ont été interrogés, tandis qu'un échantillon d'exploitants l'a plutôt été pour les autres types d'installations. Par exemple, 16 des 179 concessionnaires alimentaires ont été interviewés au sujet des dommages attribuables à une crue.

Environ 85 entrevues personnelles et téléphoniques ont été menées pour recueillir les données nécessaires à l'estimation des dommages causés par les inondations durant le stampede annuel. Un format standard d'entrevue a été établi pour orienter les efforts de collecte de données.

Essentiellement, on a posé aux concessionnaires des questions concernant : la structure dans laquelle la concession était exploitée (par exemple, ses dimensions, son âge, les matériaux de construction utilisés, sa valeur); et les contenus de la structure (p. ex., l'équipement, l'ameublement, la marchandise, la valeur totale et la capacité de récupération de ceux-ci). On a aussi demandé aux concessionnaires d'estimer l'ampleur des dommages qui seraient causés à la structure et aux contenus à des niveaux croissants d'inondation.

Les diverses utilisations ont été classées selon le type fonctionnel et l'emplacement, soit à l'intérieur d'une structure permanente ou à l'extérieur. Chaque courbe standard était globalement applicable à une utilisation fonctionnelle, p. ex. services de restauration ou spectacles. Au total, six catégories fonctionnelles ont été identifiées; cependant, certaines de ces utilisations n'ont pas lieu dans les deux emplacements. C'est pourquoi 10 courbes niveau-dommages standards ont été générées (4 courbes par fonction commune aux deux emplacements, soit 8 courbes standards; et une fonction spécialisée à chaque emplacement,

soit 2 courbes standards). Des courbes de dommages ont également été générées pour des utilisations spécialisées, telles que les studios de télévision mobile, l'*Indian Village*, etc.

Estimation des dommages directs

Le tableau U-1 décrit les dommages directs causés au Stampede Park par une inondation de retour pour les trois cas sélectionnés aux fins d'analyse. Le premier cas, ou le cas de base, portait sur la perte économique potentielle liée aux dommages causés par les inondations aux structures et installations permanentes et par la diminution des activités et opérations courantes. Le deuxième cas détaille les pertes économiques potentielles associées à une journée typique dans le parc, à l'exception du *Calgary Exhibition and Stampede*. Enfin, le troisième cas décrit en détail les pertes économiques potentielles pour les installations, les opérations et les activités associées au *Calgary Exhibition and Stampede*. Pour l'événement ayant une période de retour de 100 ans, les dommages varient de 4,8 millions de dollars pour le premier cas à 12,6 millions de dollars pour le troisième. Aux fins de l'estimation des dommages directs pour la zone globale d'étude, il a été décidé que le deuxième cas soit utilisé puisqu'il est jugé le plus représentatif, compte tenu de la probabilité limitée qu'une inondation se produise au cours de la période de 11 jours du stampede et du fait qu'avec un temps d'alerte suffisant et une procédure d'évacuation bien organisée, le parc pourrait être vidé de ses installations temporaires avec des dommages limités aux structures et aux contenus permanents, conformément au premier cas.

	1:17 ans	1:20 ans	1:50 ans	1:100 ans
1 ^{er} cas	1 368 000 \$	1 728 000 \$	3 471 000 \$	4 857 000 \$
2 ^e cas	1 368 000 \$	1 728 000 \$	3 536 000 \$	5 034 000 \$
3 ^e cas	1 371 000 \$	1 839 000 \$	7 605 000 \$	12 673 000 \$

Tableau U-1. Dommages directs potentiels causés par des inondations au Stampede Park en fonction de la période de retour en dollars de 1985

Dommages indirects

Les dommages indirects comprennent des éléments tels que les pertes d'emploi, les frais administratifs, la perte de revenus normaux, les inconvénients généraux, etc., et sont habituellement calculés en pourcentage des dommages directs. Cependant, dans l'analyse de 1986, il a été possible d'utiliser des registres comptables centralisés pour l'ensemble du parc afin d'estimer plus précisément les dommages indirects.

Les états financiers des années 1983 et 1984 ont été examinés et les moyennes des éléments pertinents pour les deux années ont été calculées afin de réduire l'effet des fluctuations d'une année à l'autre. Des échanges avec le contrôleur ont indiqué que ces résultats étaient attendus pour correspondre étroitement aux résultats de l'année d'exploitation 1985. À cette époque, pendant le stampede, la principale source de revenus était les entrées aux portes, suivies par ceux générés par les attractions, les tribunes et le rodéo. Les courses de chevaux n'avaient pas lieu au parc pendant le stampede.

Les revenus qui découlent des usagers des installations et des concessionnaires s'ajoutent aux revenus bruts générés par le *Calgary Exhibition and Stampede*. Un estimé conservateur des recettes supplémentaires équivaut à 300 % du total des recettes générées par la location des installations du parc. Ainsi, les dommages indirects subis par les utilisateurs des installations et les concessionnaires ont été pris en compte dans les estimations de 1986.

Les dommages indirects quotidiens moyens qui auraient été subis à la suite de la fermeture complète du parc pendant le stampede sont résumés au tableau U-2.

Article	Estimation des dommages
Porte	234 100 \$
Attractions	903 700 \$
Tribune	165 000 \$
Rodéo	121 000 \$
Casino	114 600 \$
Loteries	370 900 \$
Attractions indépendantes	185 600 \$
Saddledome	72 600 \$
Expositions intérieures	103 800 \$
Foire alimentaire	61 700 \$
Skyride	9 400 \$
Total quotidien	2 342 400 \$

Tableau U-2. Dommages indirects quotidiens moyens au Stampede Park pendant le Calgary Stampede and Exhibition

Pour illustrer l'ampleur relative des dommages indirects, une perte totale de 23 400 000 \$ (pour une durée de 10 jours) équivaut à 185 % des dommages directs estimés dans le troisième cas avec une période de retour de 100 ans.

ANNEXE 21 — INCERTITUDE ASSOCIÉE AUX SCHÉMAS DE CLASSIFICATION STRUCTURELLE ET À L'ÉLABORATION DE COURBES NIVEAU-DOMMAGES

V.1 Incertitude associée aux schémas de classification basés sur la structure et à l'élaboration de courbes niveau-dommages

La définition suivante est celle qui figure dans le guide ISO portant sur l'expression de l'incertitude dans une mesure. L'incertitude d'une mesure est définie comme le paramètre associé au résultat d'une mesure qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourraient raisonnablement être attribuées à la mesure. L'incertitude d'une mesure comprend, en général, de nombreux éléments. Certaines de ces composantes peuvent être évaluées à partir de la distribution statistique des résultats d'une série de mesures et peuvent être caractérisées par des écarts types expérimentaux. Les autres composantes, qui peuvent également être caractérisées par des écarts types, sont évaluées à partir de distributions de probabilité présumées de nature empirique ou autre.

La phase 2-B du Programme « Fort McMurray Flood Damage Reduction Program », intitulée « Flood Damage Estimates », entreprise par IBI Group/ECOS pour le gouvernement de l'Alberta et la ville de Fort McMurray en 1982, constitue la première tentative connue d'analyse et de validation statistique du système de classification basée sur les structures (architecturales et économiques) développé pour être utilisé dans ce type d'étude (IBI Group et ECOS Engineering Services Itée, 1982). Les résultats ont révélé des phénomènes intéressants par rapport à la catégorisation. Dans le passé, on a supposé que ces catégories avaient une distribution normale et qu'avec un échantillonnage adéquat, les limites de confiance pouvaient être calculées au niveau désiré. Il existe une multitude de variables qui ont une incidence sur le contenu du ménage, notamment : le revenu, la taille du ménage, la durée d'occupation, l'état matrimonial, le type d'occupation, le niveau d'instruction, etc. Ces facteurs n'étaient pas nécessairement reflétés dans le système de classification puisqu'il était fondé sur l'expérience de Fort McMurray; toutefois, lorsqu'il est appliqué à une collectivité plus établie (c.-à-d. une collectivité qui n'est pas soumise à des périodes de croissance hyperaccélérée), le système de classification refléterait plus fidèlement les variables susmentionnées.

Sans tenir compte des diverses anomalies et inclinations de certaines distributions dans l'exemple de Fort McMurray, l'application des valeurs moyennes de l'échantillon pour le calcul des dommages causés par les inondations dans la zone d'étude a donné lieu à une valeur de dommages totaux au contenu résidentiel de $\pm 8,6$ % aux limites de confiance de 95 %. Cette valeur cadrerait dans l'objectif de 10 % de l'étude et un niveau d'incertitude très acceptable compte tenu des autres incertitudes associées à ce type d'études.

L'amélioration récente des courbes niveau-dommages pour refléter les dommages au mètre carré réduit le niveau d'incertitude des résultats de l'estimation des dommages.

ANNEXE 22 — MESURES DISPONIBLES DE L'ÉVOLUTION DES PRIX ET DES DÉPENSES

W Mesures disponibles de l'évolution des prix et des dépenses

W.1 Indice des prix à la consommation

L'indice des prix à la consommation (IPC) est une mesure de l'inflation publiée par Statistique Canada, qui largement utilisée pour tous les articles. L'IPC est une mesure du taux de variation des prix des biens et services achetés par les consommateurs. On l'obtient en comparant, au fil du temps, le coût d'un panier fixe de produits achetés par les consommateurs canadiens au cours d'une année. Étant donné que le panier contient une quantité et une qualité inchangée ou équivalente de produits, l'indice ne reflète que les mouvements de prix purs (Statistique Canada, 1996).

Les biens et services sont classés en groupes hiérarchiques ayant une utilisation finale commune, ou sont des substituts les uns aux autres. Par exemple, « réfrigérateurs et congélateurs » est un groupe de la classe de base « équipement ménager », qui, à son tour, relève du groupe plus large « Dépenses courantes, ameublement et équipement du ménage ».

L'indice agrégé de l'IPC « Ensemble » comprend les grands groupes suivants :

- Aliments;
- Logement;
- Dépenses courantes, ameublement et équipement du ménage;
- Vêtements et chaussures;
- Transports;
- Santé et les soins personnels;
- Loisirs, formation et lecture; et
- Boissons alcoolisées et produits du tabac.

Chaque élément composant le panier de biens et services de l'IPC est pondéré en fonction des données de l'enquête régionale sur les dépenses des ménages. Par exemple, dans la plus récente pondération publiée pour l'Alberta, l'essence avait un poids de 3,81, tandis que le café et le thé avaient un poids de 0,25 (Statistique Canada, 2016). Cela reflète le fait que les ménages dépensent en moyenne plus d'argent pour l'essence que le café et le thé, et une hausse de 5 % du prix de l'essence aurait un impact plus important sur le consommateur moyen. En Ontario, les poids de l'essence et du café et du thé étaient respectivement de 4,80 et de 0,24 (Statistique Canada, 2016). Cela illustre que les habitudes de consommation sont similaires en Alberta et en Ontario, mais que les Ontariens dépensent plus pour l'essence que les Albertains. Le prix relatif d'un article (c.-à-d. l'inflation) et les habitudes de consommation des individus (c.-à-d. la pondération) changent au fil du temps. Une valeur d'indice individuelle non pondérée est également disponible pour chaque groupe de produits.

W.2 Indices des prix de la construction

Statistique Canada mène régulièrement des enquêtes sur les prix de la construction d'immeubles à appartements, et de bâtiments résidentiels et non résidentiels. L'enquête sur les bâtiments résidentiels a lieu tous les mois, tandis que les enquêtes sur les immeubles à appartements et non résidentiels sont trimestrielles. Ces enquêtes mesurent les changements au fil du temps dans le prix de vente par l'entrepreneur d'une construction neuve ayant des spécifications constantes.

À l'exclusion du prix du terrain, les indices des prix de la construction fournissent une méthode de comparaison des coûts de construction qui comprennent les matériaux, la main-d'œuvre, l'équipement, les frais généraux et les bénéfices nets des entrepreneurs, ainsi que les conditions du marché.

Dans l'enquête sur les prix des logements neufs, les prix déclarés sont ajustés pour tenir compte de l'évolution de la qualité des structures. Ceci est fait pour tenter de mesurer les variations de prix au fil du temps de maisons identiques au cours de périodes consécutives. Ceci est important pour les estimations des dommages causés par les inondations, car les réparations devraient servir à restaurer la maison à son état antérieur, indépendamment des changements de qualité dans la construction de nouvelles maisons.

W.3 Enquête sur les dépenses des ménages

L'enquête sur les dépenses des ménages (EDM) n'est pas une mesure directe de l'évolution des prix. Il constitue toutefois un élément important pour le calcul de la pondération de l'IPC et fournit des renseignements détaillés sur les habitudes de consommation des ménages canadiens.

Contrairement à l'IPC, les montants de dépenses contenus dans l'EDM tiennent compte des changements de qualité et de quantité, ainsi que du contenu des achats effectués par un ménage au fil du temps. En d'autres termes, l'EDM identifie la valeur totale dépensée pour un type de produit au lieu du prix individuel d'un produit constant.

ANNEXE 23 — MÉTHODE DE MISE À JOUR DES DOMMAGES AU CONTENU RÉSIDENTIEL

X Mise à jour des dommages au contenu résidentiel à l'aide des sous-catégories de l'IPC et de l'EDM

X.1.1 Mise à jour des dommages aux contenus résidentiels à l'aide des sous-catégories de l'IPC

Étant donné que les sous-catégories de l'IPC sont indexées individuellement, il est possible d'effectuer des ajustements de prix en tenant compte uniquement des éléments qui sont directement liés aux dommages causés par les inondations. Un indice qui se rapporte directement à la courbe niveau-dommages de l'année de référence peut être construit à l'aide des résultats de l'enquête sur le contenu sur laquelle la courbe est basée. Cet indice de dommages aux contenus dus aux inondations comprend les groupes d'éléments identifiés pondérés en fonction de leur valeur par rapport à la valeur de l'ensemble des éléments du contenu considéré de l'enquête. La liste des catégories de l'IPC, du coût de remplacement de l'ensemble de l'échantillon et la pondération sont illustrées au tableau X-1.

Catégorie	Valeur *	Pondération
Ameublement ménager et équipement du ménage	3 435 000 \$	59 %
Vêtements et chaussures	1 202 723 \$	21 %
Loisirs	1 181 000 \$	20 %

Tableau X-1. Pondération des contenus touchés par les inondations

*(IBI Group et Golder Associates, 2015)

Après avoir identifié les indices de pondération et les prix des composantes du contenu, un indice des dommages causés au contenu par les inondations peut être formulé comme suit :

Indice global des dommages aux contenus causés par les inondations = Σ ([indice de la composante i] x [pondération i])

où i représente la catégorie.

Un exemple de cette formule utilisant les données de l'IPC de l'Alberta pour une période de 20 ans entre 1994 et 2013 est présenté au tableau X-2 ci-dessous.

Catégorie de	Pondération			2013	
		Indice	Indice pondéré	Indice	Indice pondéré
Ameuble	59 %	94,4	55,73	93,2	55,02
Vête	21 %	98,3	20,32	93,7	19,37
Loisi	20 %	89,7	18,20	99,1	20,11
Indic			94,25		94,50

Tableau X-2. Exemple d'indexation de la valeur du contenu sur la base de l'IPC

Source : CANSIM Tableau 326-0020 IPC, panier 2011, (2002=100), géographie : Alberta

Cette valeur illustre clairement le défi que pose l'utilisation de l'IPC pour indexer la valeur du contenu des ménages au fil du temps; l'IPC est un instrument permettant de mesurer les variations pures des prix de biens normalisés. Il ne tient pas compte des changements de qualité ou de technologie. Les ordinateurs et autres appareils électroniques illustrent cet effet; le prix indicatif d'un ordinateur doté d'une capacité de traitement fixe diminuera considérablement sur une période relativement courte. Cependant, étant donné que les technologies sont en constante évolution, le prix moyen des nouveaux achats peut être inchangé, ou même augmenté. De plus, les indices individuels de l'IPC ne peuvent pas tenir compte des changements dans le comportement des consommateurs causés par l'évolution des prix ou des revenus. Par exemple, si les prix des vêtements baissent ou que le revenu augmente, un ménage peut acheter plus de vêtements, mais avoir une garde-robe dont la valeur n'a pas diminué.

X.1.2 Mise à jour des dommages aux contenus résidentiels à l'aide de l'EDM

Les résultats de l'EDM peuvent être utilisés pour indexer la valeur du contenu résidentiel entre deux années, en utilisant la valeur pondérée des dépenses pour les catégories touchées par les inondations (tableau X-3).

Catégorie	Pondération			2015	
		Montant	Montant pondéré	Montant	Montant pondéré
Ameublement ménager et équipement du ménage	59 %	1 561 \$	922 \$	2 875 \$	1 696 \$
Vêtements et chaussures	21 %	2 396 \$	495 \$	4 317 \$	907 \$
Loisirs	20 %	3 496 \$	709 \$	5 236 \$	1 047 \$
Total pondéré			2 126 \$		3 650 \$

Tableau X-3. Exemple d'indexation de la valeur du contenu sur la base de l'EDM

Source : CANSIM Tableaux 203-0001 et 203-0021, EDM, Géographie, Alberta

En continuant avec cet exemple, une valeur de dommages au contenu datant de 1997 peut être mise à jour jusqu'en 2015 à l'aide de la formule suivante :

$$\text{\$ courant} = \text{\$ année de référence} \times (\text{EDM de l'année courante pondérée} / \text{EDM de l'année de référence pondéré})$$

Par conséquent, les valeurs du contenu en dollars de 2015 peuvent être estimées comme ayant une valeur de 172 % celles de 1997. Les futurs indices portant sur les contenus résidentiels peuvent être créés de la même manière en utilisant l'EDM pour la composante disponible à ce moment-là.