

LA POINTE DE L'ICEBERG

COMPOSER AVEC LES COÛTS CONNUS
ET INCONNUS DES CHANGEMENTS
CLIMATIQUES AU CANADA



TABLE DES MATIÈRES

Sommaire
iii



Introduction
1



Changements climatiques :
des coûts à l'horizon
4



Pertes catastrophiques et
coûts des désastres
8



Changements climatiques :
une facture salée
16



Adaptation et renforcement
de la résilience : des
mesures qui s'imposent
23



Recommandations
30

Glossaire et Références
33, 36

L'Institut canadien pour des choix climatiques résulte d'un travail de collaboration sans précédent entre spécialistes issus d'un grand éventail de disciplines et d'organismes à travers le pays.

En tant qu'organisation indépendante, non-partisane et financée par les fonds publics, nous menons des recherches rigoureuses et indépendantes et effectuons des analyses approfondies afin de fournir des avis éclairés concernant les défis climatiques et les choix politiques que le Canada devra faire à l'avenir.

SOMMAIRE

S'élevant il y a cinquante ans à quelques dizaines de millions de dollars, les coûts annuels de catastrophes naturelles – inondations, tempêtes et feux de forêt, entre autres – se chiffrent aujourd'hui en milliards de dollars au Canada. Les pertes assurés pour les événements météorologiques catastrophiques ont totalisé 18 milliards de dollars entre 2010 et 2019, et le nombre d'événements catastrophiques était trois fois plus élevé que dans les années 80.

Les pertes combinées par événement ont aussi monté en flèche, passant d'une moyenne de 8,3 millions de dollars dans les années 1970 à une moyenne de 112 millions de dollars depuis 2010, soit une augmentation spectaculaire de 1 250 %. Cela comprend les dommages et les dépenses publiques et privées.

Les changements climatiques privés et publics étant de plus en plus extrêmes et imprévisibles, les catastrophes naturelles deviennent plus fréquentes et plus dispendieuses. Avant 2010, les coûts de ces catastrophes correspondaient grosso modo à 1 % de la croissance annuelle du produit intérieur brut (PIB) canadien. Depuis 2010, cette proportion a grimpé à 5 à 6 %.

Ces exemples donnent un aperçu des menaces que font aujourd'hui planer les changements climatiques sur la croissance économique et la prospérité au pays. Malgré tout ce que nous savons des coûts actuels et probables des catastrophes naturelles au Canada, les risques découlant des inconnues (qui dépendent de trop de variables ou dont on ne peut encore calculer pleinement le coût) sont encore plus importants.

Le temps est venu de faire le point sur les coûts des changements climatiques au Canada. À cette fin, l'Institut canadien pour des choix climatiques (l'Institut) lance un programme de recherche pluriannuel

afin de définir et de quantifier les principaux effets d'un climat changeant sur la prospérité canadienne et d'analyser les avantages de prioriser l'adaptation et la résilience dans les politiques et les investissements.

Si l'on voit les coûts des changements climatiques comme un iceberg se profilant à l'horizon, ce document de présentation portera sur la pointe de cet iceberg, soit les risques connus et mesurables, ainsi que sur ce qui se devine sous la surface de l'eau. À l'heure où les décideurs, les dirigeants d'entreprise, les collectivités et la population composent déjà avec les répercussions des changements climatiques et se préparent à affronter un futur défini par le bouleversement du climat, les deux parties de l'iceberg doivent être au cœur de l'évaluation des risques, de la planification des investissements et des décisions stratégiques.

Notre analyse des études et des données existantes montre que l'on peut déjà observer les effets des changements climatiques sur l'ensemble de l'économie et de la société, et tout indique que ces effets sont appelés à augmenter considérablement. Leurs conséquences réelles sur le Canada n'ont pas encore été évaluées ou étudiées adéquatement. De plus, bien que difficiles à chiffrer en dollars, de nombreuses répercussions influenceront grandement sur le bien-être des Canadiens et des peuples autochtones.

CONCLUSIONS DE RECHERCHE

1 Les risques de catastrophes naturelles augmentent au pays, et les changements climatiques sont l'une des principales causes de l'étendue croissante des dommages.

Les catastrophes naturelles et les dommages liés aux phénomènes météorologiques n'ont rien de nouveau, mais les fluctuations du climat viennent changer la donne et exacerber le problème. Les indemnités d'assurance versées et les dépenses d'aide des gouvernements au cours des dernières décennies, qui sont de bons indicateurs des coûts liés aux catastrophes naturelles, témoignent d'une hausse considérable du nombre d'événements et des coûts qu'ils entraînent. Dans bien des endroits, les dommages causés par les tempêtes et autres désastres naturels augmentent plus rapidement que l'économie ou la population.

2 Les répercussions économiques, sociales et environnementales des changements climatiques nuisent à la prospérité et au bien-être de la population canadienne. Souvent aveugles à cette réalité, les gouvernements, les entreprises et les collectivités ne tentent pas de remédier aux vulnérabilités.

Manifestement, les tempêtes et autres catastrophes naturelles sont d'importants facteurs de risque, mais ce n'est là que la pointe de l'iceberg. Les effets à long terme, comme la hausse du niveau de la mer, l'acidification des océans et la fonte du pergélisol, sont tout aussi préoccupants. D'après les études, les dommages liés au climat vont en grandissant et ont une incidence sur la vie et la santé des Canadiens, accaparant les ressources des gouvernements, exacerbant les inégalités et bouleversant l'activité économique. En outre, bon nombre de communautés autochtones font état des effets négatifs de la perturbation des écosystèmes, des changements dans le régime des feux de forêt, de la fonte du pergélisol et des inondations sur leur mode de vie. Même s'il est clair que les changements climatiques font planer une menace grandissante sur les droits des peuples autochtones³, et, plus largement, sur leur prospérité et leur bien-être, on manque cruellement de connaissances sur l'adaptation aux changements climatiques. Se recoupant sur plusieurs plans, les dangers sont nombreux et représentent un défi de taille pour la prospérité.

3 Il ne faut pas négliger les coûts difficiles à quantifier.

Certains coûts liés au climat peuvent difficilement être exprimés en termes économiques. Pensons notamment aux vulnérabilités et aux risques économiques émergents, qui doivent être traités en priorité même s'ils n'ont pas encore de valeur monétaire. Qui plus est, même s'il est impossible de calculer le prix de certains dangers, par exemple ceux qui menacent les terres et les écosystèmes essentiels à la vie spirituelle et à l'identité des peuples autochtones, il faut leur accorder au moins autant d'importance qu'aux pertes financières. Notre démarche pour cerner les risques climatiques qui menacent la prospérité et le bien-être met en lumière l'étendue des répercussions sur ce qui est cher à la population et aux collectivités canadiennes; nous cherchons ensuite à quantifier ce qui peut l'être de façon crédible. Afin de dresser un portrait complet du spectre des changements climatiques au Canada, nous poursuivons nos analyses quantitatives des coûts et des dommages économiques, sociaux et environnementaux, tout en attirant l'attention sur un large éventail de conséquences qui ne peuvent être exprimées en dollars.

³Le Canada, qui appuie sans réserve la Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones, doit s'assurer que ces peuples participent aux prises de décision qui touchent leurs terres, leurs territoires et leurs ressources (article 18), surtout dans le contexte actuel.

4 La prévention porte ses fruits, et partout au pays les gouvernements, les entreprises et les collectivités doivent investir de manière réfléchie pour limiter les dommages liés aux changements climatiques.

Nous ne mesurons pas pleinement l'envergure des coûts associés à ces changements, mais tout indique que la situation s'aggrave. Les approches qui permettraient de gérer les risques (des initiatives privées aux politiques publiques) sont largement sous-exploitées. L'expérience nous enseigne pourtant que la prévention est une bonne stratégie, puisque de petits investissements visant à réduire la vulnérabilité aux risques climatiques peuvent entraîner des avantages sociaux, économiques et environnementaux globaux. Malgré cela, les dommages continuent de croître puisque l'évolution des phénomènes météorologiques extrêmes et les conséquences à long terme réduisent la valeur des actifs, des richesses naturelles et des richesses produites, et augmentent les vulnérabilités et les inégalités sociales. Cela doit changer. Il serait bon de toujours se demander si les risques qui pèsent sur la valeur des ménages, des entreprises et des collectivités sont bien compris, et si la planification et les investissements visant à renforcer la résilience sont adéquats pour faire face à l'évolution des risques climatiques.

5 Pour atteindre la résilience climatique, il faut se tourner vers l'information, même incomplète.

Tous les gouvernements, tous les secteurs et toutes les collectivités doivent se concentrer sur la résilience aux effets émergents des changements climatiques. Pour ce faire, il faut remédier aux vulnérabilités et investir dans les solutions, malgré le manque d'information sur les coûts futurs des changements climatiques. Le débat sur la pertinence et la priorité des mesures d'adaptation aux changements climatiques ne repose pas sur des renseignements fiables. Il est essentiel de délaissier les actions ponctuelles pour renforcer la résilience. Il nous faut donc continuer à étudier les mesures efficaces et celles qui ne le sont pas, ainsi que les moyens de gérer l'incertitude. Nous ne pouvons attendre d'avoir davantage d'information : l'incertitude inhérente aux changements climatiques nécessite des actions décisives basées sur ce que nous savons, ainsi qu'une prévoyance accrue.

La nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre prend toute la place dans le débat sur les progrès du Canada en matière de changements climatiques. Et pourtant, l'adaptation, une solution qui permet aux êtres humains et aux systèmes naturels de s'acclimater aux divers effets des changements climatiques, jouera dans les décennies à venir un rôle déterminant pour le bien-être et la prospérité

de tous les Canadiens. Nous ne pouvons pas nous permettre de négliger cette voie.

À l'heure actuelle, les investissements et les politiques favorisant l'adaptation au Canada sont largement insuffisants pour faire face aux risques connus des changements climatiques, et encore moins aux risques inconnus ou incertains. Des changements s'imposent.



RECOMMANDATIONS

Il est temps pour les gouvernements, les entreprises et les collectivités de passer à l'action et de mettre en place des politiques et des pratiques favorisant l'adaptation, tout en cernant mieux les risques matériels et sociaux qui menacent le bien-être et la prospérité. Voici quelques recommandations stratégiques qui peuvent servir de point de départ :

1 Tous les ordres de gouvernement devraient augmenter considérablement le financement des mesures d'adaptation.

Le manque d'information sur les risques climatiques futurs ne devrait pas faire obstacle aux investissements en matière d'adaptation. Faire face aux risques liés au climat et renforcer la résilience nécessite implication d'une grande partie, si ce n'est la plupart, des initiatives et des programmes gouvernementaux. Le succès des mesures d'adaptation nécessite donc non seulement des ressources gouvernementales spécialisées en adaptation, mais aussi des mécanismes pour financer ces mesures et les intégrer aux programmes et aux investissements gouvernementaux existants, notamment en matière d'infrastructures, de soins de santé, d'affaires autochtones, de programmes pour le Nord, de développement économique, d'énergie, de sécurité publique, de gestion des ressources naturelles et de protection de l'environnement. Pour y arriver, il faut évaluer de manière transparente les effets des programmes et des investissements gouvernementaux sur les risques climatiques actuels et futurs, ainsi que les coûts et les avantages des mesures d'adaptation et de résilience. Comme le montre notre analyse, certains obstacles entravent la mise en œuvre des mesures d'adaptation, mais ces dernières portent leurs fruits.

2 Le gouvernement fédéral devrait convier les autorités provinciales, territoriales, autochtones et municipales à élaborer ensemble une approche concertée pour gérer l'adaptation.

La nécessité de déployer rapidement des mesures d'adaptation à grande échelle dans tout le pays transcende les frontières administratives, géographiques et sectorielles. Ces mesures doivent être adaptées et mises en œuvre localement pour tenir compte du contexte environnant. La concertation permet toutefois de limiter les recoupements, les incohérences et les lacunes. Une approche coordonnée et collaborative permettrait d'établir des priorités, des objectifs et des indicateurs de progrès, de déterminer les rôles et les responsabilités, de cerner les politiques essentielles pour favoriser l'adaptation à petite, à moyenne et à grande échelle, et d'organiser le financement pour en tirer le meilleur parti.

3 Les gouvernements et les organismes de réglementation financière devraient systématiquement miser sur la transparence et communiquer les répercussions économiques et sociales des risques climatiques dans les secteurs public et privé.

Comme l'ont souligné le Groupe de travail sur l'information financière relative aux changements climatiques et le Groupe d'experts sur la finance durable du Canada, il est essentiel de faire preuve de transparence quant aux risques liés aux changements climatiques afin de rediriger les investissements vers les mesures de résilience plutôt que dans les secteurs à risque. Loin de s'arrêter aux règles de divulgation des

grandes sociétés cotées en bourse, cet impératif de transparence s'étend aussi aux risques climatiques qui pèsent sur les gouvernements, les collectivités et la population. Qu'ils soient intégrés à la cote de crédit du gouvernement ou aux inspections de bâtiments résidentiels, les renseignements communiqués aideront les gouvernements, les entreprises et la population à mieux se préparer aux changements climatiques. Ils permettront aussi d'orienter les investissements vers les solutions favorisant la résilience et d'encourager l'adoption de diverses mesures d'adaptation.

L'Institut poursuit ses recherches sur les coûts des changements climatiques afin de mettre en lumière ce que nous savons des changements qui se profilent à l'horizon, et ce que nous ignorons encore. Nos analyses signaleront la nécessité de planifier et de concevoir nos constructions, nos milieux de travail et nos modes de vie en fonction d'un climat changeant, malgré l'incertitude et le manque d'information. Nous offrirons aux gouvernements des conseils concrets sur les politiques et les investissements qui permettraient de généraliser des pratiques d'adapta-

tion intelligentes dans tous les secteurs de l'économie et dans toutes les régions du pays.

Les décisions en matière de politiques et d'investissements doivent tenir compte des coûts connus qui constituent la pointe de l'iceberg, ainsi que des risques incertains dissimulés sous la surface. Les menaces qui nous guettent sont de taille, mais une prévoyance accrue et une bonne utilisation de nos connaissances actuelles nous permettront de corriger le tir et de cheminer vers un avenir résilient et prospère.



© Pacific Northwest Regional Architecture

Trois actions que pourraient prendre les gouvernements pour faire des changements climatiques une priorité nationale:



Augmenter significativement l'investissement public en matière d'adaptation.

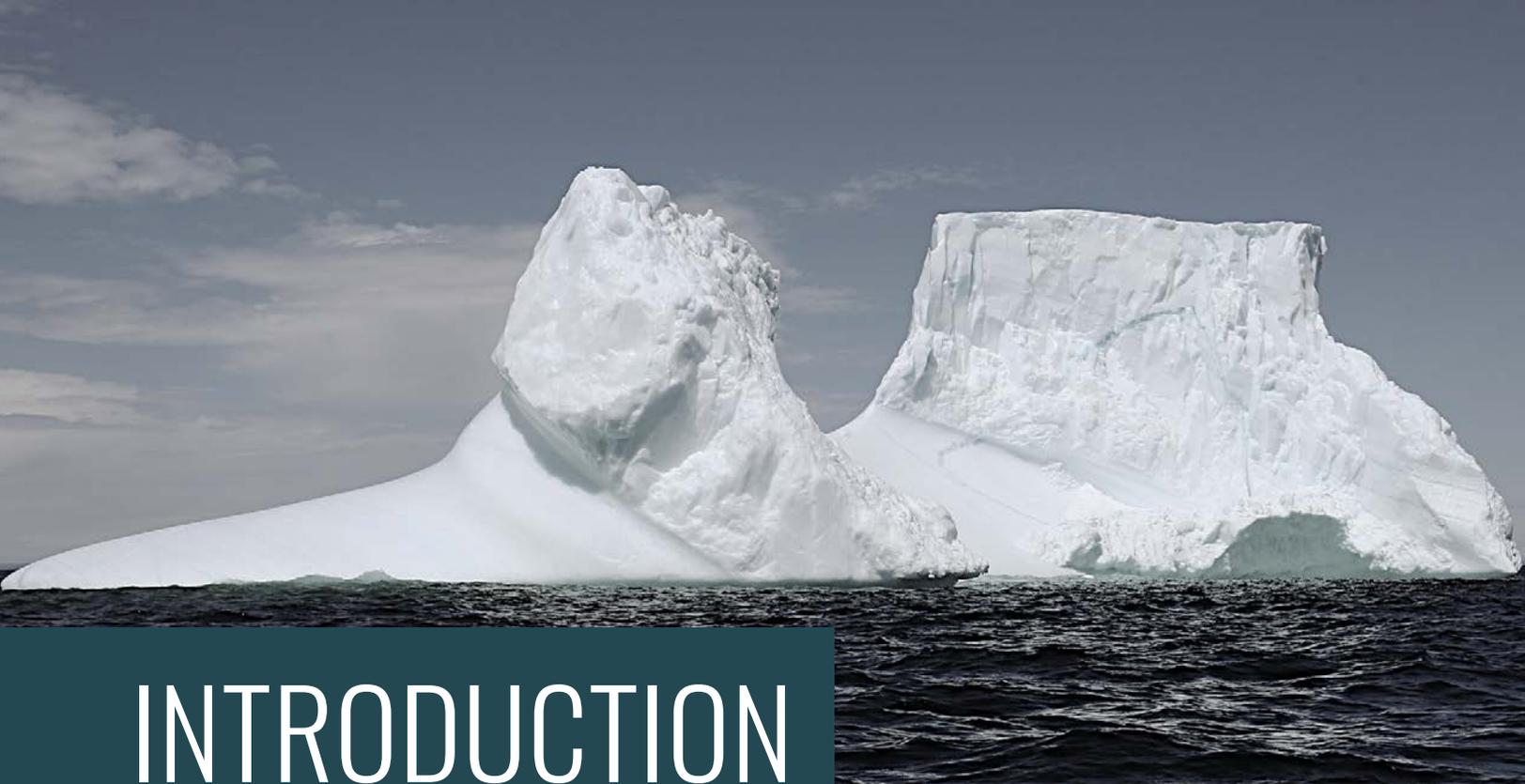


Travailler avec d'autres gouvernements au Canada pour améliorer efficacité et coordination.



Améliorer la divulgation des données reliées aux risques physiques des changements climatiques pour mieux planifier et investir.

L'incertitude inhérente aux changements climatiques exige d'agir de manière décisive sur ce que nous savons déjà tout en développant une meilleure prospective.



INTRODUCTION

Dans leurs décisions, les secteurs public et privé ne tiennent pas encore compte de l'ensemble des risques associés au climat. Ce problème s'explique par de multiples facteurs, le plus important étant qu'au Canada, les mesures d'adaptation aux changements climatiques sont limitées dans leur envergure et dans leur caractère urgent par l'absence d'une compréhension globale des coûts et des risques qui nous attendent.

Le présent rapport est la première démarche entreprise par l'Institut canadien pour des choix climatiques pour combler ce manque d'information. Si l'on considère que le coût des changements climatiques est un iceberg qui se profile à l'horizon, il est utile d'évaluer sa taille et le risque qu'il représente. Cet exercice peut servir à établir les priorités de planification et d'investissement pour les ménages, les entreprises et les pouvoirs publics, à orienter les décisions privées et les mesures stratégiques pour mieux gérer les risques climatiques, et à mettre le doigt sur les incertitudes qui méritent plus d'attention, par exemple l'évolution imprévisible et de plus en plus destructrice des conditions météorologiques et climatiques.

Parallèlement, reconnaissons que le manque d'information n'est pas la principale raison pour laquelle le Canada, tout comme le reste du monde, continue à foncer droit sur l'iceberg. En effet, les données et les signes avant-coureurs ne manquent pas. Dans l'immédiat, il faut corriger le tir pour limiter les dégâts face aux énormes dépenses qui nous attendent – quelles que soient leur ampleur et leur cause – tout en continuant d'améliorer nos prévisions à moyen et long terme.

Partout dans le monde, gouvernements et chercheurs sont à l'œuvre pour estimer, à l'échelle nationale, les coûts économiques et sociaux des changements climatiques. Au Canada, les peuples autochtones (Premières Nations, Inuits et Métis) s'adaptent depuis longtemps à l'évolution des conditions environnementales. Les savoirs autochtones, tout comme les connaissances occidentales, peuvent donc beaucoup nous apprendre sur les coûts potentiels des changements climatiques au pays.

Malgré tout, le Canada manque de données probantes à jour quant aux possibles conséquences économiques des changements climatiques. Depuis qu'en 2011, la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie a produit le rapport *Le prix à payer : répercussions économiques du changement climatique pour le Canada*², aucune autre étude n'a creusé la question des coûts à l'échelle nationale.

Pour y remédier, l'Institut a entrepris d'analyser les conséquences économiques des changements climatiques au Canada, dans une série d'analyses sur deux ans. Cette analyse vise à concourir de manière substantielle à la quantification des répercussions climatiques prévisibles et de leurs coûts potentiels. Elle montrera aussi comment l'adaptation à l'échelle nationale peut contribuer à réduire ces coûts. Toutefois, vu le manque de connaissances, de données et d'outils analytiques, les résultats qu'obtiendra l'Institut devront être considérés comme une estimation minimale, prudente, des futurs coûts des changements climatiques. L'ampleur réelle des conséquences économiques au Canada est encore plus grande.

Cet état de fait a deux grandes conséquences : la première, c'est qu'il faudra investir beaucoup d'argent pour combler le manque criant de connaissances sur les vulnérabilités sociales, économiques et environnementales et les risques associés aux changements climatiques au Canada. La deuxième, c'est que le défi est tel qu'il faut placer l'adaptation en tête des priorités et redoubler immédiatement d'efforts pour atténuer les risques climatiques et gagner en résilience. Seule, la réduction des émissions ne permettra pas aux autorités, aux entreprises et aux collectivités canadiennes de lutter contre les changements climatiques tout en bâtissant un avenir plus équitable et plus prospère. Ce qui fait cruellement défaut, c'est l'adaptation.

Ce premier rapport, qui se veut le point de départ de la série d'analyses, présente l'importance des coûts associés aux changements climatiques au Canada. Nous y recensons tout d'abord les données historiques sur les catastrophes météorologiques, qui illustrent l'ampleur, la vitesse et la généralisation des conséquences qu'ont – et que continueront d'avoir – les changements climatiques et le manque d'adaptation sur l'économie nationale, régionale et locale. Ensuite, en étudiant les publications et les analyses sur le sujet, nous aboutissons à un portrait plus complet des types de coûts auxquels le Canada peut s'attendre dans ce domaine. Nous nous attardons à l'influence potentielle de certaines décisions sur la nature des risques, et à la façon dont les investissements dans l'adaptation peuvent améliorer la résilience. Enfin, nous explorons les mesures phares qui permettront de bâtir un avenir résilient et prospère.

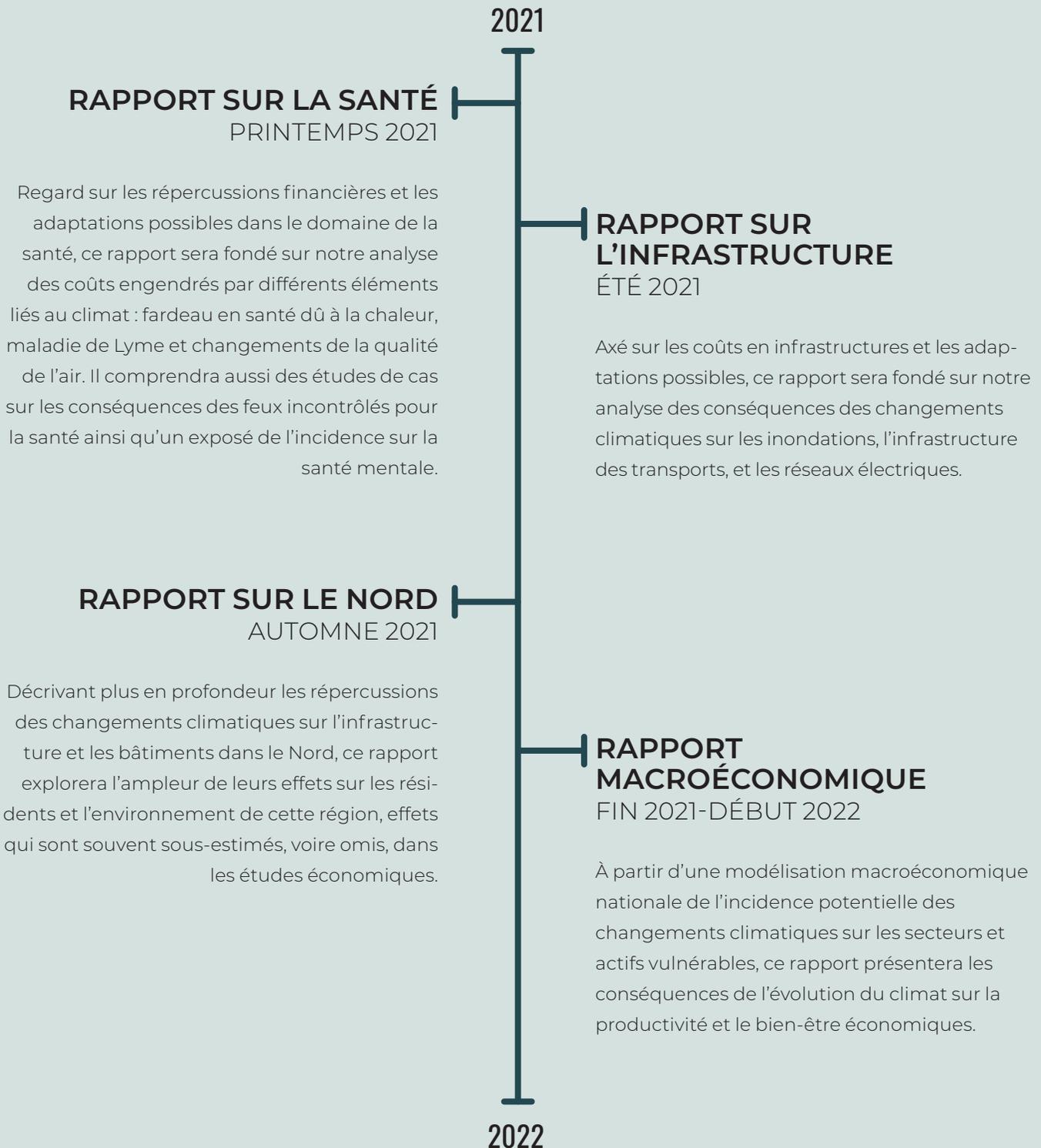
L'Institut recommande aux pouvoirs publics de faire de l'adaptation aux changements climatiques une priorité nationale en prenant les mesures suivantes :

1. **Injecter considérablement plus de fonds publics dans l'adaptation, vu les avantages économiques (entre autres) qu'elle présente.**
2. **Collaborer avec les autres ordres de gouvernement du pays pour améliorer l'efficacité, la coordination et la mise en œuvre des politiques d'adaptation.**
3. **Accroître systématiquement la communication des risques pour favoriser les décisions de planification et d'investissement à l'échelle des administrations, des entreprises et des particuliers.**

Pour avoir une vue d'ensemble des coûts et des avantages des changements climatiques, il faut tenir compte de l'évolution prévue des dangers climatiques – phénomènes extrêmes et changements à action

²Rapport auquel certains employés et conseillers de l'Institut canadien pour des choix climatiques ont contribué

Les recherches que nous mènerons ces deux prochaines années sur les coûts des changements climatiques viendront étayer ces recommandations. Sont notamment prévus les rapports suivants :





CHANGEMENTS CLIMATIQUES : DES COÛTS À L'HORIZON

lente – et évaluer leurs effets sur les systèmes sociaux, économiques et environnementaux vulnérables. Les risques associés aux changements climatiques ne sont pas figés : ils peuvent augmenter et diminuer selon l'exposition et la vulnérabilité des ménages, des collectivités et des entreprises aux dangers climatiques. Un grand nombre de facteurs non climatiques pèsent aussi dans la balance, par exemple la construction de bâtiments dans les secteurs sujets aux inondations ou aux feux incontrôlés.

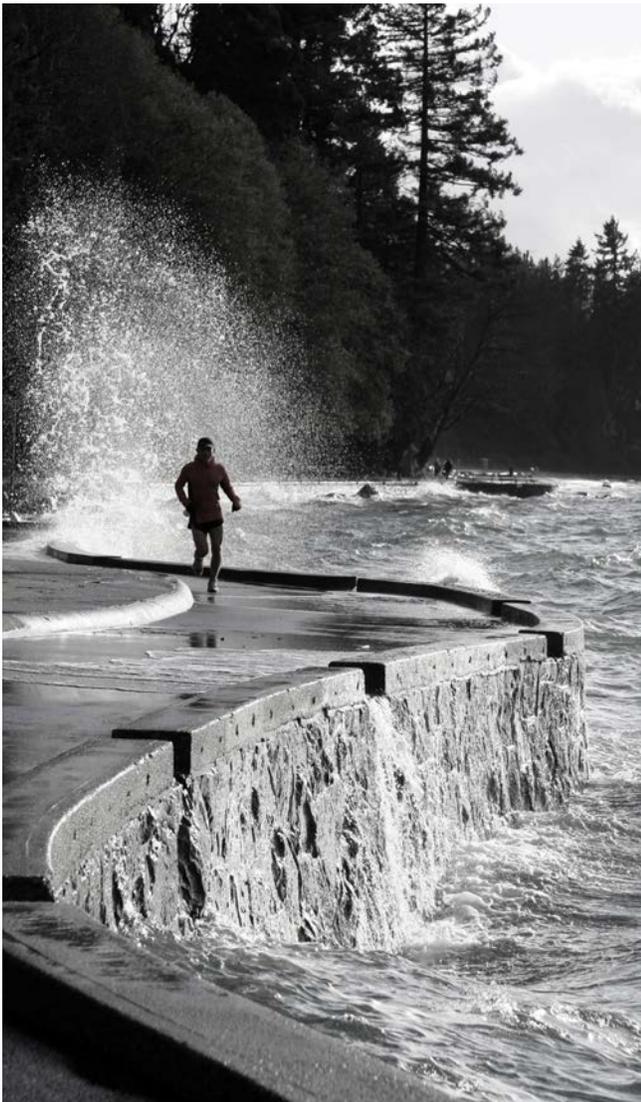
Les changements climatiques entraînent des coûts directs, comme les dépenses engagées pour réparer ou remplacer une infrastructure endommagée, ou alors les immenses pertes matérielles, très visibles, causées par des catastrophes météorologiques qui réduisent aussi les revenus. Mais les coûts des changements climatiques peuvent aussi se manifester indirectement, par exemple lorsque les activités sont interrompues en raison d'un ralentissement causé par l'inondation d'une route. S'y ajoutent enfin d'autres coûts moins tangibles, mais tout aussi notables, comme les effets sur la santé et la qualité de vie des gens, la disparition de terres importantes sur les plans spirituels et culturels, et la destruction des écosystèmes et de leur fonction.

Toutefois, changements climatiques ne riment pas

qu'avec frais et pertes économiques. Ils peuvent aussi avoir des avantages, entre autres l'allongement des périodes de végétation ou la réduction du chauffage des bâtiments par temps froid. Cela dit, les prévisions des bienfaits économiques potentiels des changements climatiques au Canada doivent être interprétées avec prudence, car elles reposent souvent sur des données très simplifiées. Par exemple, quand on dit que l'allongement des périodes de végétation sera un avantage pour le secteur agricole, on ne tient peut-être pas compte de la multiplication des inondations printanières et des sécheresses estivales et de leurs conséquences (Atlas climatique du Canada, 2020).

Les études menées par les pouvoirs publics et les chercheurs constituent une mine de connaissances sur les dangers climatiques et les risques physiques et monétaires qui pèsent sur les systèmes sociaux, économiques et environnementaux au Canada. Mais pour ce qui est des coûts que représentent ces risques au pays, il existe peu d'information détaillée. Pour analyser minutieusement les coûts et les avantages des changements climatiques, il faut recenser et quantifier financièrement les effets positifs et négatifs de toutes sortes de conséquences climatiques sur les systèmes sociaux, économiques et environnementaux. Sur ce plan, le Canada a énormément

Il faut recenser et quantifier financièrement les effets positifs et négatifs de toutes sortes de conséquences climatiques sur les systèmes sociaux, économiques et environnementaux. Sur ce plan, Le Canada a énormément de retard sur les États-Unis et d'autres pays de l'OCDE.



ment de retard sur les États-Unis et d'autres pays de l'OCDE; il n'en sait pas assez sur les répercussions économiques pour se donner des priorités d'action à cet égard. Les recherches de l'Institut sur les coûts des changements climatiques au Canada contribueront à combler ce manque.

Pour répertorier les risques associés aux changements climatiques ayant d'importantes conséquences économiques, nous avons analysé toutes sortes de dangers climatiques majeurs auxquels le Canada pourrait être exposé au cours des prochaines décennies, à partir de grandes synthèses et études de risques nationales et régionales sur la climatologie (ex. Conseil des académies canadiennes, 2019; Ministry of Environment and Climate Change Strategy, 2019; Palko et Lemmen, 2017; Warren et Lemmen, 2016). Parallèlement, nous avons décortiqué des publications – souvent des études de pays comparables – sur les conséquences économiques des changements climatiques pour décrire l'état des connaissances sur les coûts climatiques et savoir ce qu'on peut et ce qu'on ne peut pas quantifier de manière concrète et crédible en termes monétaires. Résultat : nous avons cerné les coûts des changements climatiques au Canada et obtenu une meilleure idée des conséquences potentiellement catastrophiques qui guettent, sous la surface. La figure 1 présente des exemples de ce spectre des connaissances, des risques que l'on comprend bien et dont on peut prédire les coûts de façon crédible, aux risques potentiels dont on ne peut prédire ni l'ampleur ni l'apparition, et encore moins l'incidence financière.

De notre analyse des publications sont ressorties trois grandes observations :

- ▶ **Aucune région ni zone ne semble à l'abri des effets néfastes des changements climatiques.** Omniprésents, les risques climatiques pourraient engendrer toutes sortes de coûts économiques, environnementaux et sociaux. Certaines régions sont plus vulnérables que d'autres à certains types de dangers qui seront aggravés par les changements climatiques, notamment les collectivités nordiques touchées par la

dégradation rapide des infrastructures en raison de la fonte du pergélisol.

- ▶ **Les risques sont transversaux, cumulatifs et plus graves chez les groupes vulnérables.** Les risques associés aux changements climatiques sont exacerbés par les politiques et les programmes qui rendent les gens, l'économie et les écosystèmes plus vulnérables. Ces risques, transversaux, interagissent entre eux et sont aggravés par les vulnérabilités déjà présentes. Comme les collectivités nordiques, par exemple, sont très souvent des collectivités autochtones, elles sont exposées à un risque plus grand parce que les changements climatiques drastiques qui touchent le Nord se superposent à une vulnérabilité socioéconomique héritée des politiques colonialistes racistes.

- ▶ **Le savoir actuel n'est que la partie émergée de l'iceberg.** Il reste beaucoup d'inconnues quant aux éventuels dommages qui aggravent les risques climatiques. Certains coûts sont visibles, notamment ceux des catastrophes météorologiques. Mais pour une grande partie des risques qui menacent la prospérité canadienne, on ne dispose ni d'estimations des coûts ni de méthodes servant à chiffrer les dommages associés. Si l'on estimait ces dommages avec les données et les outils dont on dispose à l'heure actuelle, cette estimation serait forcément incomplète et correspondrait sans doute à la limite inférieure de la fourchette des répercussions prévues.

Dans la prochaine section, nous étudions les coûts les plus visibles des changements climatiques : ceux des catastrophes météorologiques. Et dans la suivante, nous analysons les publications sur les coûts climatiques au Canada, en décrivant les types de coûts assumés jusqu'ici par le pays et en donnant un aperçu de ce qui l'attend.



FIGURE 1

L'ICEBERG DES COÛTS CLIMATIQUES

Au Canada, les changements climatiques font poindre à l'horizon de nouvelles menaces, tout en accentuant les dangers déjà présents. Si quelques-uns des risques auxquels sont confrontés les ménages, les collectivités et les entreprises du Canada sont bien connus, beaucoup d'autres ne le sont pas : les chercheurs ne savent pas encore comment ces risques évolueront au fil du temps ou interagiront avec les systèmes sociaux, environnementaux et économiques. Les décideurs – et tout un chacun – doivent éviter de se laisser paralyser par cette incertitude et entreprendre de gérer les risques de manière adaptative.

LES RISQUES SUR NOTRE CHEMIN
pour lesquels nous
pouvons commencer à
calculer la magnitude
de leurs impact et
leurs coûts.

Destruction de foyers et de communautés causée par des inondations et l'élévation du niveau de la mer
Aggravation de la pénurie de logements dans le Nord causée par les dommages causés par le dégel du permafrost
Augmentation du nombre de décès et d'hospitalisations dues aux canicules

**LES IMPACTS CLIMATIQUES
QUE NOUS ENVISAGEONS
AFFECTERONT LE CANADA**
mais dont la portée et
l'ampleur nous n'avons
pas encore les outils
pour bien comprendre.

Impacts sur la santé et le bien-être des humains causés par des feux de forêt
Perturbations des chaînes d'approvisionnement essentielles et des entreprises causées par des événements et des catastrophes météorologiques graves
Impacts des dommages liés aux changements climatiques sur le rendement des investissements et les finances des ménages

**LES RISQUES QUI PEUVENT
AVOIR DES IMPACTS MAJEURS**
causés par des interactions
complexes qui sont très
difficile à prédire

L'impact des conflits internationaux et la migration influencés par les impacts climatiques sur la géopolitique mondiale et la stabilité économique
L'influence de l'interaction de multiples dangers qui se produisent simultanément ou en succession rapide, comme l'élévation du niveau de la mer et le dégel du permafrost sur les communautés côtières du Nord
Les impacts en cascade des dommages aux systèmes essentiels. Par exemple, la perte simultanée d'électricité et des systèmes de communication lors d'une évacuation en cas d'incendie



PERTES CATASTROPHIQUES ET COÛTS DES DÉSATRES

Les catastrophes climatiques et les dégâts qu'elles occasionnent font partie des indicateurs les plus visibles des coûts engendrés par les changements climatiques; le portrait qu'elles en donnent est pourtant incomplet, car elles ne représentent qu'une fraction des dommages sociaux, économiques et environnementaux des changements climatiques. Même s'ils ne forment que la pointe de l'iceberg, les coûts et pertes associés aux catastrophes sont cependant manifestes.

Le secteur privé couvre certaines pertes catastrophiques matérielles par l'intermédiaire des assurances tandis que le secteur public, à tous les paliers, investit dans l'intervention et le rétablissement. Ces coûts sont assez faciles à calculer : c'est la somme des transactions réalisées par les assureurs privés et les pouvoirs publics. À cela s'ajoutent les pertes matérielles non assurées et les pertes de revenu pour les ménages et les entreprises.

Il existe aussi des coûts moins tangibles qui résultent des répercussions sur la fonction

écosystémique et la santé mentale, entre autres. À l'heure actuelle, ce sont les sinistres assurés et les paiements publics qui sont généralement associés aux catastrophes météorologiques, les autres pertes n'entrant presque pas en ligne de compte. Par conséquent, les données dont on dispose sur ces coûts offrent un portrait très incomplet de la réalité.

Malgré tout, depuis les années 1970, les données statistiques laissent entrevoir une menace croissante : les coûts et pertes catastrophiques gagnent en importance et en fréquence. Comme nous le verrons dans cette section, ils ne se chiffrent plus en dizaines de millions, mais en milliards de dollars chaque année, même si l'on tient compte de la croissance économique et démographique et de la hausse de la valeur des biens.

Certes, tous les coûts des catastrophes météorologiques ne sont pas forcément attribuables aux changements climatiques, mais d'après les données, il semble que ces derniers modifient de plus en plus les régimes météorologiques et climatiques

et provoquent ainsi des dégâts plus grands que par le passé. D'autres facteurs majeurs interviennent dans la hausse des coûts, entre autres l'accroissement démographique, l'expansion de l'économie dans des territoires particulièrement exposés aux catastrophes météorologiques, la disparition des infrastructures naturelles et le vieillissement des infrastructures municipales et du logement.

Au fond, le rôle exact des changements climatiques dans les coûts des catastrophes météorologiques n'a pas d'importance. D'après les tendances, la vulnérabilité du Canada à ce type de catastrophe augmente à cause de plusieurs facteurs cumulatifs, dont les changements climatiques. Nous y reviendrons dans la section 3.2.

Catastrophes naturelles et coûts à la hausse

Même s'il y a toujours eu des catastrophes météorologiques au Canada, les données montrent clairement que leur nombre et les coûts qu'elles engendrent augmentent. Dans cette section, nous évaluons ces tendances à partir de deux ensembles de données :

- **Base de données canadienne sur les catastrophes (BDC)** – Depuis 1970, le programme fédéral des Accords d'aide financière en cas de catastrophe (AAFCC) aide les provinces, les territoires et les particuliers à couvrir les frais associés aux catastrophes. Dans le cadre de ce programme, la BDC répertorie, pour les principaux dangers météorologiques, la fréquence, les coûts et le nombre de personnes évacuées. Dans les coûts figurent certains sinistres catastrophiques assurés et non assurés,

ainsi que les frais publics. En tout, 300 des 645 catastrophes météorologiques signalées depuis 1970 ont engendré des coûts de 35 milliards de dollars³. Parmi les catastrophes les plus souvent déclarées se trouvent les inondations (40 %), les orages violents (18 %), les feux incontrôlés (15 %) et les tempêtes hivernales (9 %)⁴. Dans bon nombre de ces catégories figurent les chutes de grêle, les vents violents et les précipitations verglaçantes.

- **Données sur les sinistres catastrophiques du Bureau d'assurance du Canada (BAC)**

– Le Bureau d'assurance du Canada (BAC, 2020) publie des données sur les sinistres catastrophiques imputables aux conditions météorologiques extrêmes remontant à 1983.⁵ De 1983 à 2019, le Canada a subi 271 sinistres catastrophiques, représentant un coût total de 31,8 milliards de dollars (en dollars de 2019). Les sinistres majeurs sont recensés pour diverses catastrophes météorologiques : tempêtes de vent, inondations, tempêtes hivernales, ouragans, grêle, feux de forêt, etc.

De ces deux ensembles de données ressortent des tendances alarmantes.

La population canadienne subit de plus en plus de catastrophes chaque année, mais le coût total des catastrophes augmente à un rythme encore plus grand. Les deux ensembles de données indiquent que ces événements sont de plus en plus fréquents (figure 2), et que leur coût total (figure 3) et leur coût moyen (figure 4) augmentent :

Le nombre annuel de catastrophes recensées dans la BDC ne cesse d'augmenter depuis les années 1970, fluctuant entre 8 au début des années 1970 et 27 en

³Tous les coûts de cette section sont exprimés en dollars canadiens de 2019, normalisés en fonction du produit intérieur brut (PIB) nominal (ou aux prix du marché). Le PIB nominal est un bon indice pour normaliser les coûts des catastrophes en dollars indexés, puisqu'il ne tient pas seulement compte de l'inflation des prix (comme l'indice des prix à la consommation), mais aussi de l'accumulation des actifs et de la croissance démographique.

⁴Les événements de chaleur extrême ont été omis par manque de données.

⁵Sources citées par le BAC pour ces données : BAC, PCS Canada, Swiss Re et Deloitte (1983 à 2007); et CatIQ (2008 à 2020).

2016. Le nombre d'événements augmente lui aussi, mais cette hausse est faible par rapport à l'explosion des coûts des catastrophes, dont la moyenne par catastrophe est passée de 8,3 millions de dollars dans les années 1970 à 112 millions entre 2010 et 2019. Cette évolution représente une croissance phénoménale de 1 250 % en un peu plus de 45 ans. Les coûts des catastrophes sont de 14,5 milliards de dollars entre 2010 et 2019, alors que pour les quatre décennies précédentes, ils totalisaient 21 milliards de dollars, chiffre qui comprend la tempête de verglas qui s'est abattue sur l'Est du Canada en 1998 (7 milliards de dollars).

Au cours des trois décennies précédant 2010, il y avait en moyenne cinq sinistres imputables aux événements météorologiques extrêmes par an, représentant au total 12,7 milliards de dollars de pertes. Entre 2010 et 2019, le nombre moyen annuel de pertes catastrophiques a atteint le nombre de 11 pour un coût total de 20,1 milliards de dollars. Cette somme représente le double des coûts des pertes catastrophiques enregistrées entre 1983 et 2019. Mais ces 10 dernières années, le nombre annuel moyen de catastrophes est passé à 11 et leur coût total à 20,1 milliards de dollars – le double. Rien qu'en 2018 et 2019, les sinistres catastrophiques assurés déclarés totalisaient 3,1 milliards de dollars, pour 23 événements météorologiques, soit environ un par mois. Les coûts eux aussi prennent de l'ampleur, le coût moyen par catastrophe ayant quadruplé : de 44 millions de dollars au début des années 1980, il est passé à 175 millions dans la dernière décennie.

Le coût des catastrophes météorologiques est élevé. Les catastrophes coûtent de plus en plus cher à la population et à l'économie. Selon les deux ensembles de données, le coût moyen par habitant,

d'environ 6 \$ avant 2010, a été multiplié par neuf pour atteindre entre 40 \$ et 50 \$ après 2010 (figure 5). Bien sûr, ces chiffres n'illustrent pas les coûts faramineux pour les personnes directement touchées. Par exemple, les 630 000 personnes⁶ évacuées depuis 1970 à cause d'une catastrophe météorologique ont subi des coûts largement supérieurs à cette moyenne nationale, en perte de revenu, en frais de réinstallation et en sinistres matériels non assurés.

Comparativement à la croissance du produit intérieur brut (PIB) du Canada, dont le taux annuel est d'environ 2,6 % depuis 1970⁷, le coût des catastrophes météorologiques augmente. Avant 2010, selon les deux ensembles de données, ce coût équivaut à environ 0,028 % des 2,6 % de croissance annuelle du PIB⁸. À partir de 2010, il atteint entre 5 % à 6 % de la croissance annuelle, toujours selon les deux ensembles de données (figure 6). En 2016, année marquée par des événements météorologiques extrêmes et une faible croissance du PIB, le coût des catastrophes atteint un tiers de la croissance du PIB du pays.

L'incendie de Fort McMurray en 2016 – la catastrophe climatique qui a engendré le plus de sinistres assurés dans toute l'histoire canadienne – s'est traduit par près de 4 milliards de dollars de pertes assurées (BAC, 2020b). En tout, on estime que les pertes associées aux biens, aux infrastructures, à l'interruption des activités et aux autres conséquences indirectes de l'incendie représentaient près de 11 milliards de dollars (Alam, 2017), soit 3,5 % du PIB de l'Alberta, ou encore 1,5 année de croissance économique provinciale perdue.

⁶D'après la BDC.

⁷Statistics Canada. Table 36-10-0369-01 Gross domestic product, expenditure-based, at 2012 constant prices, annual (x 1,000,000).

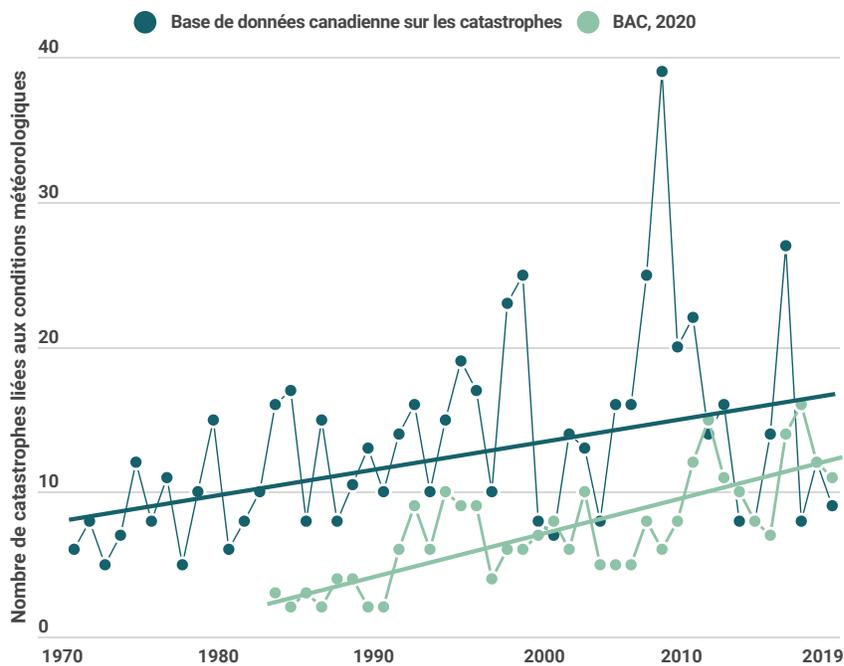
⁸Ou 1 % de la croissance annuelle.

FIGURE 2

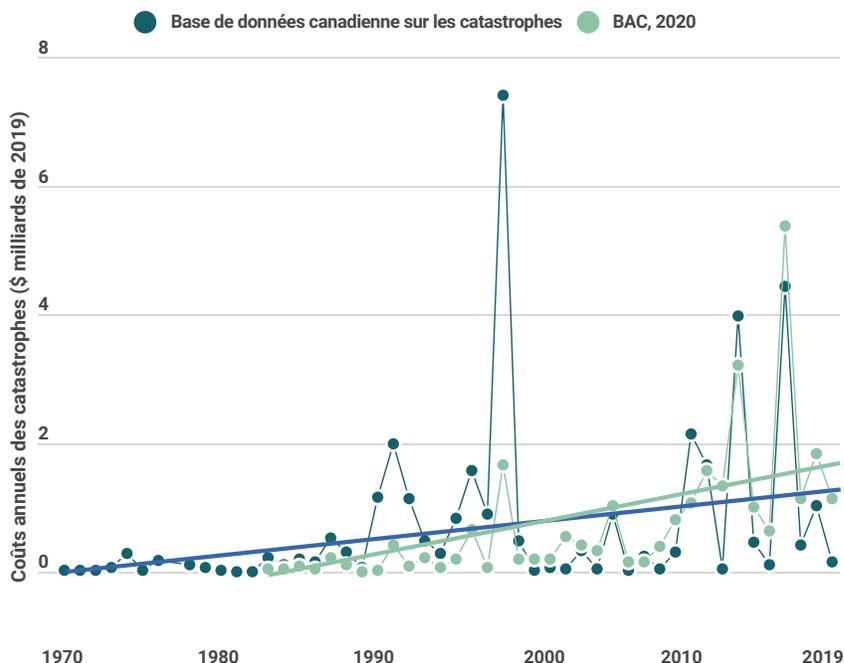
L'AUGMENTATION DES COÛTS DES CATASTROPHES LIÉES AUX CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES

La base de données canadienne sur les catastrophes (CDD) enregistre les coûts des catastrophes déclarées au Canada, et le Bureau d'assurance du Canada (BAC) enregistre les pertes catastrophiques assurées. Les deux sources révèlent des tendances frappantes liées aux catastrophes et événements météorologiques.

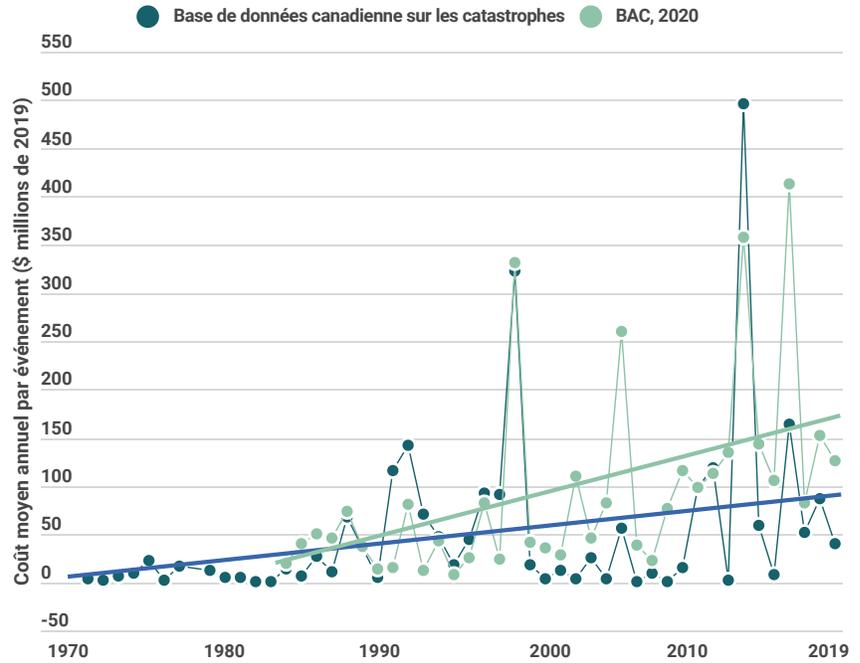
Les catastrophes liées aux conditions météorologiques frappent plus souvent



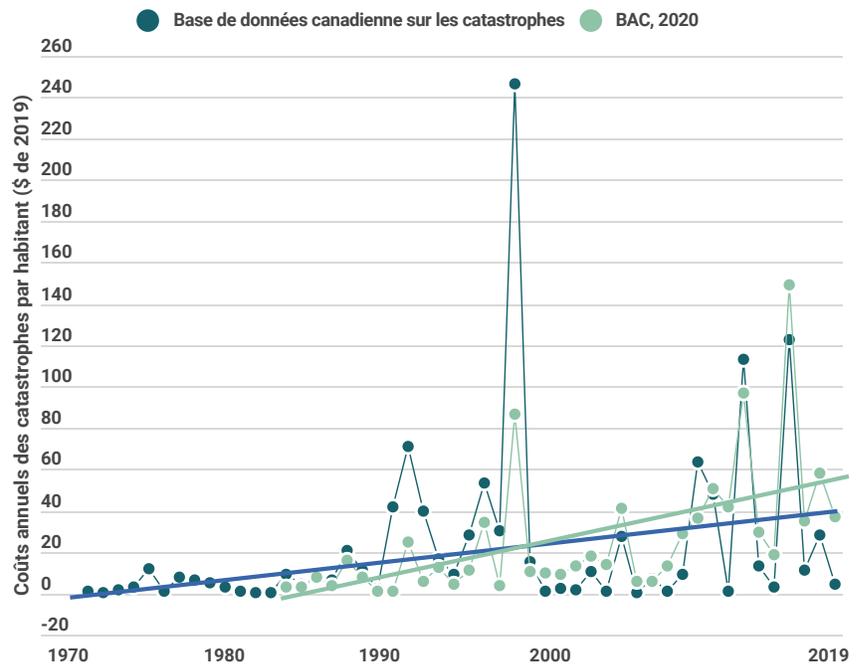
Les catastrophes météorologiques coûtent plus cher chaque année



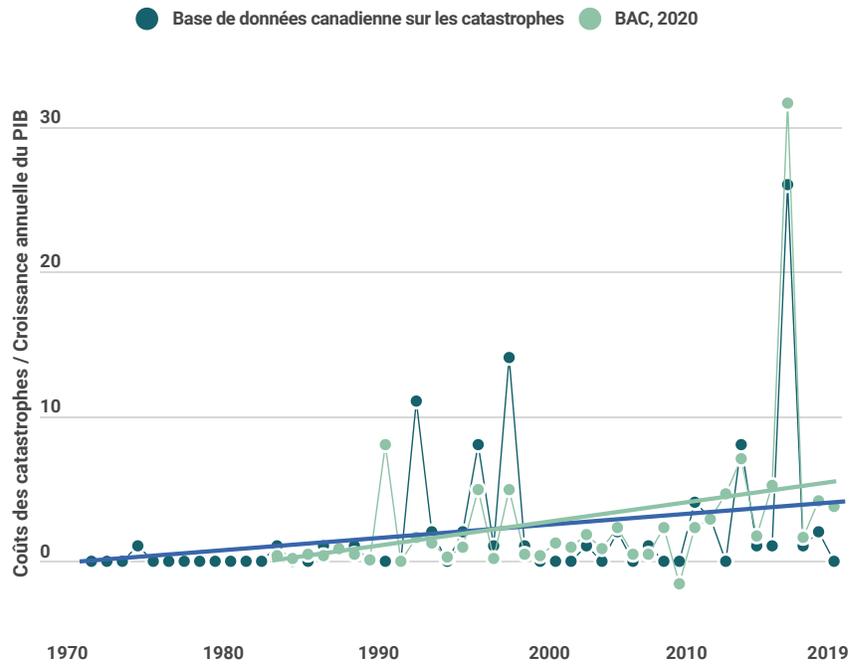
Les catastrophes liées aux conditions météorologiques sont de plus en plus coûteuses en moyenne



Les coûts des catastrophes par habitant augmentent



Les catastrophes coûtent plus cher en pourcentage du PIB





Coût des catastrophes naturelles : facteurs autres que les changements climatiques

Même les données montrent clairement que les changements climatiques augmentent les risques et le coût des catastrophes météorologiques au Canada, ce ne sont pas les seuls responsables. Attardons-nous maintenant sur les différentes causes possibles :

Les changements climatiques intensifient les catastrophes météorologiques.

Pour analyser de manière crédible les coûts des changements climatiques, notamment les coûts des phénomènes extrêmes passés, il faut mesurer l'ampleur des catastrophes qui surviendraient en l'absence de changements climatiques attribuables à l'activité humaine. Il y a de plus en plus d'études scientifiques sur lesquelles s'appuyer pour déterminer l'influence des changements climatiques sur les phénomènes météorologiques extrêmes par rapport aux facteurs plus traditionnels. Connu sous le nom d'« attribution des phénomènes extrêmes », ce domaine d'étude génère de plus en plus de données prouvant que les gaz à effets de serre produits par l'activité humaine augmentent les risques de phénomènes météorologiques extrêmes (de certains types). D'après une récente analyse de plus de 300 études à comité de lecture sur le sujet, depuis 2011, les changements climatiques d'origine humaine

ont augmenté la probabilité ou la gravité de 280 phénomènes et tendances météorologiques extrêmes à l'échelle mondiale (Carbon Brief, 2020).

L'attribution des phénomènes extrêmes a permis de déterminer que les changements climatiques avaient joué un rôle dans plusieurs catastrophes récentes au Canada.

Les inondations albertaines de 2013, qui ont causé 1,8 milliard de sinistres assurés et 6 milliards de coûts directs tels que les pertes non assurées (Commissaire à l'environnement et au développement durable, 2016), étaient le fruit, d'une part, de pluies torrentielles rendues plus probables en raison des changements climatiques, et d'autre part, d'une fonte des neiges supérieure à la moyenne cette année-là (Teufel et coll., 2016; BAC 2020).

Entre l'incendie de Fort McMurray de 2016 et les changements climatiques, il existe des liens similaires. Le feu a entraîné 4 milliards de dollars de sinistres assurés, détruit 2 400 bâtiments et forcé l'évacuation de plus de 80 000 personnes. Selon la National Oceanic and Atmospheric Administration des États-Unis (2016) et des chercheurs canadiens (Kirchmeier-



L'incendie de Fort McMurray de 2016 a entraîné 4 milliards de dollars de sinistres assurés, détruit 2 400 bâtiments et a forcé l'évacuation de plus de 80 000 personnes.

Young et coll., 2017), cet « incendie gargantuesque » s'est produit sous l'effet de plusieurs conditions atmosphériques et terrestres dont la probabilité avait été considérablement accrue par les changements climatiques. Le temps était plus sec que la moyenne en 2015, le bois l'était tout autant, ce qui n'a fait qu'alimenter le brasier; les précipitations étaient inférieures à la moyenne, si bien que la neige a fondu plus tôt que prévu, ce qui a rallongé la saison des feux; enfin, puisque l'air était sec et les températures printanières largement supérieures à la moyenne, la végétation a séché prématurément, attisant encore l'incendie. En plus des changements climatiques, la croissance économique et démographique et d'autres facteurs cumulatifs rendent le Canada plus vulnérable aux catastrophes météorologiques.

Comme nous l'avons vu dans cette section, le coût des catastrophes ne cesse d'augmenter. Les causes de cette augmentation résident dans la croissance économique, la hausse de la valeur des biens et l'expansion des constructions résidentielles et commerciales en zone dangereuse, mais ce n'est pas tout : plusieurs vulnérabilités, qui s'accroissent et s'accumulent, contribuent aussi à l'augmentation des pertes associées aux catastrophes. Le coût des inondations, par exemple, est également amplifié par la disparition d'habitats naturels qui font barrage aux inondations, par le vieillissement d'infrastructures municipales par ailleurs inadaptées aux phénomènes extrêmes actuels, par le manque de mesures de résilience dans les bâti-

ments, et par l'expansion des surfaces imperméables qui favorisent le ruissellement en zone urbaine (Centre Intact d'adaptation au climat, 2020). Qui plus est, nombreux sont ceux (entre autres des Autochtones) pour qui la pauvreté, la discrimination et la marginalisation aggravent les conséquences des catastrophes et réduisent les moyens de s'y préparer, d'y réagir et de s'en remettre (Adger, 2006; Birkmann, 2015).

En s'intéressant seulement aux pertes catastrophiques et aux dépenses associées aux catastrophes météorologiques, on n'obtient qu'un portrait partiel des changements climatiques. D'autres types de dommages attribuables aux changements climatiques sont plus graduels et moins spectaculaires que les phénomènes extrêmes. D'après des études menées aux États-Unis et en Europe, il se peut que les coûts des répercussions à action lente – déclin des pêcheries causé par l'acidification des océans, réduction de la production hydroélectrique en raison de l'évolution des régimes pluviaux, inondation permanente de zones de faible altitude et érosion du littoral dus à l'élévation du niveau de la mer, et effondrement des bâtiments et des routes avec la fonte du pergélisol – aient une ampleur comparable aux coûts des catastrophes météorologiques et des extrêmes climatiques (Ciscar et coll., 2018; Martinich et Crimmins, 2019; Steining et coll., 2016).

La section 4 porte sur ces autres coûts associés aux changements climatiques.

FONTE DU PERGÉLISOL DANS LE NORD DU CANADA

La fonte du pergélisol n'est que l'un des nombreux effets des changements climatiques qui touchent les populations du Nord du Canada. Une bonne partie de cette région est recouverte de pergélisol depuis des millénaires, puisque la température du sol y demeure généralement bien en dessous du point de congélation. Le réchauffement climatique entraîne toutefois la fonte du pergélisol, causant des glissements de terrain, des affaissements et des fissures qui endommagent et détruisent les résidences, les écoles, les établissements de santé, les autoroutes et les pistes d'aéroport bâtis sur ce substrat (Couture et coll., 2003; Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, 2014; Hjort et coll., 2018; Partenariat panterritorial pour l'adaptation, 2014). Les coûts de consolidation, de reconstruction et de gestion des perturbations résultant d'infrastructures défaillantes font maintenant partie des dépenses courantes de la population, des collectivités, des entreprises et des gouvernements (CAC, 2019; Sénat du Canada, 2019).

La fonte du pergélisol pourrait également devenir une menace importante pour la santé, le bien-être et le mode de vie des collectivités autochtones du Nord (CAC, 2019; Sénat du Canada, 2019). S'ajoutant à la transformation continue des pratiques de récolte traditionnelles, au prix prohibitif des aliments achetés en magasin, au taux élevé de maladie mentale et de suicide et aux avis d'ébullition d'eau à long terme, les conséquences de la fonte du pergélisol sur les résidences, les bâtiments et les infrastructures du Nord

réduiront encore davantage les options des peuples autochtones en matière de nourriture, d'eau, d'abris et de soins de santé (CAC, 2019; Sénat du Canada, 2019).

Depuis une décennie, la fonte du pergélisol accapare une part croissante du budget des gouvernements du Nord. L'Association des collectivités des Territoires du Nord-Ouest estime que ce phénomène entraîne chaque année des dommages aux infrastructures publiques s'élevant à 51 millions de dollars, soit 18,5 % du budget total alloué aux infrastructures en 2020 (EnviroEconomics et coll., 2018; Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, 2020). De même, le gouvernement du Yukon consacre 400 000 \$ de plus par an à l'entretien de la route Dempster à cause de la fonte du pergélisol; au cours des 13 dernières années, l'augmentation des coûts d'entretien pour cette seule route est estimée à 2 millions de dollars, ce qui représente environ 3 % des coûts d'entretien et d'exploitation pour l'ensemble du réseau de transport du territoire (Burn, 2018; Gouvernement du Yukon, 2020).

L'impact de la fonte du pergélisol sur les aéroports du Nord du Canada est particulièrement préoccupant. La région compte 117 aéroports constituant à certaines périodes de l'année la seule voie d'accès aux collectivités qu'ils desservent (Bureau du vérificateur général, 2017). Comme bien des infrastructures nordiques, bon nombre de ces aéroports sont en mauvais état



et peuvent difficilement supporter davantage de dommages (Gouvernement du Nunavut, 2014). Selon une récente analyse, on estime que les coûts découlant des effets de la fonte du pergélisol sur les aéroports des Territoires du Nord-Ouest représentent 23 % de la valeur totale des actifs (EnviroEconomics et coll., 2018; Association des collectivités des Territoires du Nord-Ouest, 2015). Les interruptions d'activité provoquées par cette fonte entraînent aussi chaque année des coûts indirects estimés à 8,03 millions de dollars et des pertes en revenus de travail de 5,76 millions de dollars (ibid.).

L'aéroport d'Inuvik est un parfait exemple des conséquences économiques de la fonte du pergélisol, ainsi que des possibilités d'atténuer ces conséquences grâce aux mesures d'adaptation. Desservant la région de Beaufort-Delta, qui compte plus de 7 000 personnes, l'aéroport d'Inuvik a été touché par la fonte du pergélisol au cours de la dernière décennie, ce qui a occasionné des interruptions de service et une hausse des coûts. Un investissement récent de 22 millions de dollars vise à améliorer le système de drainage et à élargir les remblais afin de ralentir le dégel sous la piste, ce qui devrait augmenter la durée de vie de l'aéroport et réduire les interruptions de service et les coûts associés aux défaillances majeures. D'autres mesures d'adaptation sont de plus en plus souvent intégrées à la planification des immobilisations en milieu nordique (Allard et coll., 2012), par exemple les thermosiphons

qui protègent l'intégrité du pergélisol sous les bâtiments et les infrastructures. Ces mesures pourraient réduire de 45 % les coûts attribuables aux dommages à long terme (Larsen et coll., 2008; Melvin et coll., 2017). Toutefois, puisque la fonte du pergélisol en surface est inévitable dans bien des régions du Nord, il faut veiller à aménager l'espace et à analyser régulièrement le cycle de vie en conséquence. De plus, il faut admettre que dans certains cas, le remplacement des infrastructures vulnérables pourrait, à long terme, être plus rentable que des mesures de protection.

Jusqu'à maintenant, les efforts d'adaptation ont été ponctuels et sous-financés, malgré les répercussions dramatiques et facilement observables qui menacent sérieusement l'économie et le mode de vie des populations du Nord. Les tentatives de réparation s'apparentent parfois à de l'argent jeté par les fenêtres. Certaines solutions novatrices fondées sur de nouvelles technologies de construction de bâtiments et d'infrastructures sont prometteuses, mais les collectivités autochtones et éloignées du Nord n'ont souvent pas les moyens de les mettre en place. En tant que détenteurs de droits, les peuples autochtones du Nord, qui vivent sur ces terres depuis des milliers d'années et font face à de lourdes conséquences, doivent avoir voix au chapitre.

Afin d'élaborer une stratégie concertée, il est essentiel de mieux comprendre les effets à grande échelle et à long terme de la fonte du pergélisol sur les collectivités et l'économie du Nord, ainsi que les avantages et les limites des mesures d'adaptation à ce phénomène. L'Institut contribuera à cette compréhension par les recherches qu'il entreprendra dans le cadre de ce projet, et qui permettront d'évaluer les risques futurs de fonte du pergélisol dans le Nord et d'estimer les répercussions et les coûts potentiels pour les routes, les bâtiments et les aéroports. Ces recherches permettront également d'évaluer l'adéquation des mesures d'adaptation pour réduire les coûts à moyen et à long terme, et de trouver un équilibre entre les mesures visant à ralentir la fonte du pergélisol et celles qui prévoient le remplacement et le réaménagement complet des infrastructures.



CHANGEMENTS CLIMATIQUES : UNE FACTURE SALÉE

Les sinistres assurés et les autres coûts liés aux catastrophes naturelles ne représentent qu'une fraction des coûts économiques engendrés par les phénomènes météorologiques extrêmes. D'autres coûts (découlant notamment des interruptions d'activités, des effets à long terme sur la santé physique et mentale et de l'épuisement des ressources gouvernementales) alourdissent considérablement la facture. En outre, les répercussions des changements climatiques ne se limitent pas à la fréquence et à l'intensité croissantes des phénomènes météorologiques extrêmes : les changements à action lente entraîneront des coûts et des conséquences d'une envergure comparable.

Cette section donne un aperçu de l'éventail des coûts engendrés par les phénomènes extrêmes et par les changements à action lente pour l'ensemble des systèmes sociaux, économiques et environnementaux du Canada. Le tour d'horizon de l'Institut a permis de recenser cinq types de dommages liés au climat déjà présents et susceptibles de perdurer :

- ▶ **perte de valeur pour les ménages, les entreprises et les infrastructures;**
- ▶ **perte de productivité, interruption des activités et ralentissement de la croissance;**
- ▶ **risques pour la santé publique;**
- ▶ **coûts tangibles des répercussions sur les écosystèmes;**
- ▶ **sollicitation des ressources gouvernementales pour remédier à la situation.**

Classés selon ces cinq catégories, les renseignements ci-dessous combinent des données historiques et des projections témoignant de la portée et de l'envergure des coûts liés aux changements climatiques au Canada.

Les limites des analyses existantes nuisent toutefois à une évaluation exhaustive. Mais selon les renseignements dont on dispose, les coûts des changements climatiques au Canada seront probablement importants et généralisés. Et c'est sans compter les impondérables qui forment le reste de l'iceberg.



Perte de valeur pour les ménages, les entreprises et les infrastructures

La valeur des ménages, des entreprises et des infrastructures menacés est considérable. Le marché immobilier représente par exemple plus de 75 % de la richesse produite au Canada, pour une valeur de plus de 8,5 billions de dollars. À elles seules, les infrastructures de transport et d'électricité du pays ont une valeur de remplacement de plus de 400 milliards de dollars, et leur fiabilité est cruciale pour l'économie et la vie quotidienne de la population.

Les résidences, les bâtiments et les infrastructures sont extrêmement vulnérables à plusieurs dangers, qui devraient gagner en fréquence et en intensité à cause des changements climatiques. Jusqu'à tout récemment (et c'est encore bien souvent le cas aujourd'hui), les infrastructures urbaines, publiques (routes, lignes électriques, etc.) et industrielles n'étaient pas conçues pour résister aux changements climatiques à venir, ce qui accentuait leur vulnérabilité. Ces infrastructures sont notamment menacées par des inondations causées par des pluies abondantes et des ondes de tempête, par la multiplication des feux incontrôlés et par la fonte du pergélisol, phénomènes qui seront tous exacerbés par un réchauffement constant :

- ▶ **Sans mesures d'adaptation, les pertes matérielles sur les côtes pourraient atteindre la moitié de la croissance annuelle du PIB d'ici 2050.** Withey et coll. (2015) ont évalué les coûts nationaux associés à la hausse du niveau des mers et aux ondes de tempêtes pour les habitations et les terres agricoles et forestières, en fonction de différents scénarios climatiques. Ils estiment que d'ici le milieu du siècle, les dommages matériels cumulés à l'échelle nationale pourraient représenter de 0,39 à 0,80 % du PIB actuel. Dans certaines régions, ces dommages cumulés pourraient même dépasser 1 % du PIB actuel, notamment au Nouveau-Brunswick, au Québec, dans les territoires et en Colombie-Britannique.

► **La fonte du pergélisol endommagera les infrastructures communautaires.** Dans le Nord du Canada, la fonte accélérée du pergélisol continuera de fragiliser les fondations des bâtiments et les infrastructures municipales, entraînant un remplacement prématuré, des coûts d'entretien plus élevés et des défaillances. Pour les 33 collectivités des Territoires du Nord-Ouest, on estime qu'au cours des 75 prochaines années, les coûts engendrés par la fonte du pergélisol devraient s'élever à 1,3 milliard de dollars, soit environ 25 % du PIB territorial actuel (EnviroEconomics et coll., 2018). Puisque les coûts de construction et d'entretien des logements et des infrastructures sont très élevés dans les collectivités autochtones éloignées du Nord, cette situation ne fera qu'exacerber les inégalités dont souffrent déjà les peuples autochtones en raison de revenus personnels faibles, de budgets communautaires restreints et d'un manque d'investissements gouvernementaux.

► **À cause des inondations en Alberta, bien des gens se sont retrouvés sans emploi, ce qui a diminué la productivité générale.** Les inondations de 2013 dans le sud de l'Alberta ont mis 300 000 personnes, ou 14 % de la main-d'œuvre de la province, dans l'incapacité de travailler pendant deux semaines. Cela représente 5,1 millions d'heures de travail perdues et des pertes économiques de 601 millions de dollars, soit 0,2 % du PIB de la province (Gouvernement de l'Alberta, 2015).

► **Les petites entreprises et les entreprises vulnérables financièrement ont subi les contrecoups des récentes inondations printanières.** Certaines régions du Nouveau-Brunswick, du Québec et de l'Ontario ont été inondées pendant des semaines au printemps 2019, ce qui a touché quelque 3 800 entreprises, pour la plupart des petites entreprises des secteurs de la vente au détail et de la construction comptant moins de cinq employés (Statistique Canada, 2019). Selon les données financières, les petites entreprises sont beaucoup plus vulnérables aux interruptions des activités que les autres, leurs bénéfices d'exploitation étant beaucoup moins élevés que pour la moyenne des entreprises⁹.

Perte de productivité, interruption des activités et ralentissement de la croissance

► **Les feux incontrôlés ont forcé la fermeture d'installations de production pétrolière, entraînant une perte de valeur économique.** L'incendie de Fort McMurray a empêché la production d'environ 47 millions de barils, soit une valeur marchande de 1,4 milliard de dollars (Antunes et coll., 2016). On ignore si cette production n'a été que retardée ou s'il s'agit d'une perte irrévocable en raison des contraintes d'approvisionnement du marché, mais vu l'ampleur de la fermeture, la situation a vraisemblablement entraîné des conséquences économiques. Au plus fort de l'incendie, 40 % des installations de production de pétrole du Canada étaient inopérables, entraînant une perte de revenus, de redevances versées à l'État et de salaires.

Bien sûr, les phénomènes extrêmes retiennent l'attention. Mais les changements à action lente affectent aussi la productivité. Dans une analyse récente, Kabore et Rivers (2020) s'appuyaient sur les résultats d'enquêtes de Statistique Canada auprès du secteur manufacturier pour évaluer le lien entre production et température. Ils ont conclu que lorsque la température atteint certains seuils – lorsqu'elle descend sous -18 °C ou monte au-dessus de 24 °C –, la production manufacturière annuelle chute en moyenne de 2,7 %, les chaleurs et les froids extrêmes contribuant à peu près également à cette diminution. Puisque le secteur manufacturier représente 10 % du PIB canadien, les baisses de production, aussi légères soient-elles, provoquent de grandes pertes de productivité.

⁹En 2018-2019, le niveau de profit du commerce de détail n'atteignait que le tiers de celui de l'ensemble des secteurs au Canada, et la moitié pour le secteur de la construction, la moitié (Statistique Canada, tableau 33-10-0008-01). Les petites entreprises obtiennent un moins bon rendement financier que les grandes entreprises selon un éventail d'indicateurs (Gouvernement du Canada. *Données sur la performance financière*. Consulté le 25 juin 2020. Sur Internet : <https://www.ic.gc.ca/app/sme-pme/bnchmrkngtl/rprt-flw.pub?execution=e1s1>).



Risques pour la santé publique

Les catastrophes naturelles, les phénomènes météorologiques extrêmes et les changements climatiques à action lente ont été associés à une hausse de la mortalité et des maladies, ce qui alourdit le fardeau qui pèse sur le système de santé et réduit la qualité de vie (Santé Canada, 2016). En matière de santé, l'éventail des vulnérabilités et des coûts est large :

► **Les événements extrêmes nuisent à la santé mentale.**

Dans les Territoires du Nord-Ouest, les feux incontrôlés de 2012 et de 2013 ont accentué la solitude, la peur, le stress et l'incertitude, notamment au sein des populations autochtones (Dodd, Scott et coll., 2018). On a aussi constaté une aggravation des symptômes de maladie mentale après l'incendie de Fort McMurray en 2016, notamment des problèmes de dépression et de dépression majeure modérée, des idées suicidaires et des problèmes de consommation (Brown, 2019).

► **La fumée des feux incontrôlés est nocive pour la santé.**

Santé Canada estime que chaque année, de 620 à 2 700 décès sont attribuables aux émissions de

particules fines produites par les feux incontrôlés ayant fait rage entre 2013 et 2018, en excluant l'incendie de Fort McMurray en 2016 (Matz et coll., 2020).

► **Les enfants s'absentent de l'école à cause des chaleurs extrêmes.**

Seules 128 des 583 écoles du Toronto District School Board sont climatisées, ce qui expose les élèves et les employés à un important stress thermique et a poussé certains parents à garder leurs enfants à la maison (Flanagan, 2018).

► **La chaleur extrême est mortelle.** Il a été démontré qu'en Ontario, chaque hausse de 5 °C de la température quotidienne a entraîné une augmentation de 2,5 % des décès non accidentels (Chen et coll., 2016). Au Québec, la vague de chaleur de l'été 2018 (le plus chaud en 146 ans d'observations météorologiques) a causé 86 décès; 291 décès avaient été recensés pendant la vague de chaleur de 2010. Les familles moins fortunées sont touchées de manière disproportionnée par ces tragédies, puisqu'elles n'ont souvent pas les moyens d'acheter un climatiseur.



Répercussions sur les écosystèmes : des coûts tangibles et intangibles

Les répercussions sur les écosystèmes peuvent aussi se traduire par des pertes de valeur marchande (par exemple, une baisse de la production agricole), mais aussi par des effets moins tangibles, comme la disparition d'éléments culturels ou la transformation des activités récréatives et des possibilités de loisirs. Voici quelques exemples :

- ▶ **Les pêcheries seront touchées.**
L'acidification des océans bordant le Canada ainsi que leur réchauffement et celui des eaux intérieures du pays pourraient nuire à la productivité générale des pêcheries et menacer la sécurité alimentaire et les pratiques culturelles des collectivités autochtones (Campbell et coll., 2014; Weatherdon et coll., 2016). La diminution des populations de poisson peut causer des tensions entre communautés autochtones et non autochtones qui se disputent une ressource de plus en plus rare, tensions qui ont dégénéré en violence par le passé.
- ▶ **Les algues nuisibles envahissent les plages et font obstacle au tourisme.**
Avec le réchauffement du climat, si rien n'est fait pour stopper la prolifération d'algues nuisibles au lac Érié, la valeur des activités récréatives pourrait chuter de 155 millions de dollars par année d'ici 2050, nuisant à l'expérience des pêcheurs sportifs, des plaisanciers et des nageurs. On estime que les répercussions sur le secteur du tourisme seront de 110 millions de dollars par année jusqu'en 2040 (Smith et coll., 2019).
- ▶ **La combinaison de vagues de chaleur précoces et de gel a tué les fleurs de pommiers.**
En mars 2012, une vague de chaleur a frappé l'Ontario et a devancé de plusieurs semaines la floraison des arbres fruitiers, ce qui a rendu ces derniers vulnérables aux gels d'avril qui ont tué 80 % des fleurs de pommiers. La récolte ainsi perdue a été estimée à 100 millions de dollars (Gouvernement du Canada, 2015).
- ▶ **La prévention des feux incontrôlés fait grimper les coûts de gestion des terres.**
Dans le secteur forestier, les coûts directs de protection contre les feux incontrôlés ont augmenté d'environ 120 millions de dollars par décennie depuis les années 1970, et dépassent régulièrement 1 milliard de dollars par année (RNCAN, 2017; 2019). Cela inclut les coûts des mesures d'adaptation, comme le brûlage dirigé, pour éviter les dommages futurs.
- ▶ **Le bois récoltable est ravagé par les organismes nuisibles.**
Les infestations de dendroctone du pin ponderosa en Colombie-Britannique entre 2003 et 2005, qui ont été associées au réchauffement du climat, ont réduit de plus de moitié la quantité de pin récoltable, pour une perte estimée à une valeur actuelle de 60 milliards de dollars (Corbett et coll., 2015).



Des ressources gouvernementales encore insuffisantes

Tous les ordres de gouvernement du Canada doivent dépenser davantage pour s'adapter aux changements climatiques, intervenir lors de catastrophes et faire face aux pressions exercées sur le système de santé. Ces dépenses coûtent cher en occasions manquées, puisque ces fonds pourraient contribuer à l'obtention d'autres avantages ou à la réalisation d'autres priorités. Voici quelques exemples de coûts typiques :

- ▶ **Hausse des dépenses en immobilisations** liée à l'accélération de la dépréciation des actifs et à l'entretien des infrastructures de transport, des édifices publics, des servitudes foncières, des infrastructures souterraines et des installations de traitement d'eau.
- ▶ **Hausse des coûts d'exploitation et d'entretien**, à cause de la demande croissante de soins de santé, de la fréquence accrue des interventions en cas de catastrophe, de la hausse des provisions pour auto-assurance et des primes d'assurances des gouvernements et d'une hausse potentielle des paiements de transfert entre les différentes instances de pouvoirs publics pour constituer un filet de sécurité.

Voici quelques exemples précis d'augmentation des dépenses publiques s'expliquant en partie par les effets des changements climatiques :

- ▶ **Davantage de dépenses sont nécessaires pour faire face aux catastrophes.** En 2016, le directeur parlementaire du budget a indiqué que les dépenses fédérales de reprise après sinistre dans les provinces et les territoires étaient en hausse et atteindraient des proportions inédites. Au cours des prochaines années, les Accords d'aide financière en cas de catastrophe devraient coûter en moyenne 673 millions de dollars par année pour les inondations et 902 millions de dollars

pour les autres catastrophes naturelles. C'est bien au-dessus des projections de 100 millions de dollars par année pour ces Accords (DPB, 2016).

- ▶ **Les dépenses gouvernementales de gestion des incendies sont en hausse.** D'ici la fin du siècle, on prévoit que la moyenne des coûts totaux nationaux pour la gestion des incendies devrait atteindre près de 1 milliard de dollars par année (soit une augmentation de 60 % par rapport à la période de 1980 à 2009), si l'on réduit les émissions de gaz à effet de serre, et 1,4 milliard de dollars par année (soit une augmentation de 119 % par rapport à la période de référence) si les émissions demeurent élevées (Hope et coll., 2016).

- ▶ **Les dommages aux infrastructures communautaires augmentent.** Par exemple, la Commission de la capitale nationale a estimé que les inondations printanières de 2019 entraîneraient des frais de 6 à 10 millions de dollars pour réparer les infrastructures endommagées, ce qui représente 20 % des dépenses annuelles prévues pour l'exploitation. Ces frais s'ajoutent aux frais de réparation de 2 millions de dollars engendrés par les inondations de 2017 (CBC, 2019).

Nous nous pencherons dans la section suivante sur le rôle de l'adaptation aux changements climatiques pour réduire ces coûts.





ADAPTATION ET RENFORCEMENT DE LA RÉSILIENCE : DES MESURES QUI S'IMPOSENT

Les répercussions et les coûts des changements climatiques qui guettent le Canada ne sont ni inévitables ni entièrement hors de notre contrôle. Ultimement, c'est notre réaction qui décidera des coûts des changements climatiques au pays.

À long terme, la réduction globale des émissions de gaz à effet de serre est essentielle pour limiter les perturbations qui affecteront le Canada. Les émissions actuelles de gaz à effet de serre ont toutefois déjà provoqué d'importants changements climatiques qui ne peuvent plus être évités. On peut échapper au pire en réduisant les émissions dès maintenant, mais même selon le meilleur des scénarios, le Canada sera confronté à un climat changeant et instable pour les décennies, voire les siècles à venir.

Pour réduire les conséquences et les coûts, il faut donc se préparer à affronter les inéluctables risques climatiques croissants. En s'adaptant et en renforçant leur résilience, les collectivités, les entreprises et la population peuvent atténuer la sévérité des répercussions des changements climatiques

aujourd'hui et à l'avenir, et accélérer le rétablissement lorsque les contrecoups ne peuvent être évités.

Bien qu'on assiste à une prise de conscience quant à la nécessité des mesures d'adaptation aux changements climatiques au Canada et que de plus en plus de gens et d'organisations tiennent compte des nouveaux risques dans leurs activités quotidiennes, les actions concrètes ne sont pas encore suffisantes pour réduire considérablement notre vulnérabilité. Il existe bon nombre d'exemples de mesures d'adaptation prometteuses, mais les progrès varient selon les régions, les collectivités, les secteurs économiques et les gouvernements. Entre-temps, les coûts économiques, sociaux et environnementaux continuent de grimper en flèche.

La voie à suivre est peut-être nébuleuse, mais l'inaction n'est pas une option. Les experts et les décideurs ne connaissent pas encore pleinement les conséquences potentielles des changements climatiques, et encore moins les meilleures solutions pour les atténuer. Toutefois, les travaux de l'Institut sur les coûts des changements climatiques confirment les conclusions



Pour en réduire les conséquences et les coûts, il faut se préparer à affronter les inéluctables risques climatiques croissants.

des gouvernements et des chercheurs du pays entier : les répercussions et les coûts des changements climatiques seront colossaux, à tel point que les gouvernements, les entreprises et les collectivités doivent rapidement exploiter les outils et les connaissances disponibles pour concrétiser les mesures d'adaptation.

Les multiples facettes de l'adaptation

L'adaptation aux changements climatiques comprend une série de mesures visant à réduire les effets négatifs de ces changements et à protéger la population, les collectivités et les économies. Ces mesures peuvent aussi permettre de profiter des perturbations pour changer les façons de faire, favoriser la prospérité et améliorer la qualité de vie (GIEC, 2014; Smithers et Smit, 1997). Certaines mesures d'adaptation sont déjà en place et se poursuivront, puisque la population, les gouvernements, les entreprises et les écosystèmes doivent agir pour contrer les changements climatiques auxquels ils font face. Toutefois, les changements climatiques sont un problème si généralisé que nous ne pouvons nous fier à ces seules actions ponctuelles pour protéger notre bien-être et notre prospérité. L'adaptation aux changements climatiques requiert aussi que les personnes, les familles, les collectivités, les entreprises et les gouvernements fassent des choix délibérés et proactifs pour intégrer les risques

et les occasions inhérents aux changements climatiques (ainsi qu'à un avenir imprévisible) à leur mode de vie et à leurs façons de travailler.

L'adaptation peut prendre plusieurs formes. En modernisant les infrastructures physiques, comme les routes et les égouts pluviaux, on peut s'assurer qu'elles fonctionneront même si le climat est plus rude et sauront nous protéger. L'évolution des pratiques peut nous préparer à la nouvelle réalité climatique; par exemple, on peut accroître la résilience des exploitations agricoles à la chaleur et aux sécheresses, et modifier l'horaire des employés travaillant à l'extérieur, exposés à des vagues de chaleur de plus en plus nombreuses. Les politiques gouvernementales peuvent favoriser la réduction des risques, par exemple en modifiant l'aménagement du territoire pour éviter le développement dans les zones à risque croissant d'inondations, ou en actualisant les normes de construction pour tenir compte des conditions climatiques à venir. De plus, la capacité de réaction des gouvernements et des collectivités aux changements climatiques et aux catastrophes météorologiques peut être améliorée par des investissements dans les systèmes d'alerte rapide et d'intervention d'urgence.

L'adaptation est aussi essentielle pour renforcer les capacités des communautés rendues vulnérables à cause de politiques oppressives et pour protéger ces communautés, composées par exemple de personnes de couleur ou à faible revenu, d'autres effets dispropor-

tionnés (Ford, Pearce et McDowell, 2015; Kates, Travis et Wilbanks, 2012). La résilience intrinsèque que bien des communautés marginalisées tirent de leur cohésion sociale peut être renforcée et consolidée grâce à des investissements dans les réseaux locaux et dans les ressources des groupes communautaires.

Des investissements ciblés pour lutter contre la pauvreté et assurer un accès équitable au logement, aux soins de santé, à l'éducation et aux débouchés économiques pourraient aussi réduire la vulnérabilité et renforcer la résilience. Ces investissements peuvent limiter les répercussions des changements climatiques et d'autres bouleversements, réduisant les coûts à long terme des interventions d'urgence et de l'aide sociale pour les gouvernements et les collectivités (Cutter, 1996; Ribot, 2014; Adger et coll., 2014).

Le gouvernement du Canada s'est engagé à une véritable réconciliation avec les peuples autochtones par le renouvellement des relations de nation à nation, de gouvernement à gouvernement et entre les Inuits et la Couronne; l'adaptation requerra donc une réflexion approfondie sur le droit de ces peuples à la préservation et à la protection de leur environnement et de la capacité de production de leurs terres ou territoires et de leurs ressources (Article 29, DNUDPA). On permettra ainsi aux peuples autochtones de définir leurs priorités en matière d'adaptation et d'établir des stratégies adaptées aux besoins de leurs communautés (Article 32, DNUDPA).

Les avantages de l'adaptation, au-delà de la réduction des coûts

Tout comme les coûts des changements climatiques, les avantages de l'adaptation peuvent prendre plusieurs formes. Il faut s'assurer de bien les comprendre pour prendre des décisions éclairées en la matière.

Le plus évident de ces avantages est l'atténuation des dommages et des coûts résultant des conséquences futures des changements climatiques. Dans bien

des cas, cette atténuation peut être immédiate, avant même l'apparition de changements majeurs, puisque les collectivités, les résidences, les entreprises et les infrastructures sont déjà menacées par le contexte climatique actuel. De ce point de vue, il ne s'agit pas seulement de se protéger des perturbations climatiques à venir, mais aussi d'élargir la réflexion sur les conséquences du climat et des conditions météorologiques sur nos vies, et de planifier en fonction de fluctuations inévitables.

Les analyses démontrent amplement que chaque dollar consacré à des mesures d'adaptation appropriées peut rapporter bien davantage en coûts et en bouleversements socio-économiques évités. Mesures de protection des résidences et des collectivités contre les feux incontrôlés (Abt et coll., 2015), protection des côtes contre les inondations et l'érosion (Boyer-Villemaire et coll. 2016), systèmes d'annonce de crue (Pappenberger et coll., 2015) et relocalisation de quartiers situés dans les zones inondables (Godschalk, 2009; Förster, 2011) : voilà des exemples de mesure d'adaptation aux risques climatiques majeurs qui pèsent sur le Canada; pour chacune de ces mesures, les avantages économiques générés sont largement supérieurs aux investissements requis.

Les avantages de l'adaptation vont toutefois bien au-delà de l'évitement des coûts des répercussions climatiques, particulièrement lorsqu'elle s'attaque aux causes des risques climatiques plutôt que de se limiter à leurs symptômes. Bien souvent, les perturbations météorologiques et climatiques surviennent parce que sous de nombreux aspects, notre société (villes, économies, industries et programmes sociaux) est conçue pour fonctionner efficacement, mais dans des conditions très particulières. Lorsque les changements, les chocs et les pressions entraînent ces conditions de fonctionnement à l'extérieur de certaines limites, la catastrophe guette. Les changements climatiques modifient maintenant les conditions de fonctionnement de la société canadienne de manière parfois imprévisible; il faut donc concevoir les systèmes pour renforcer leur résilience



Une grande partie des infrastructures physiques du pays, publiques et privées, est menacée par les changements climatiques actuels et futurs, mais peu de plans ont été mis sur pied pour contrer cette menace.

dans diverses circonstances. En plus de réduire les risques climatiques, cela permet à la population de bénéficier d'une société stable, fonctionnelle et prospère malgré les changements de toute sorte. Collectivement, si nous jouons bien nos cartes, nous profiterons de multiples avantages sociaux, environnementaux et économiques.

Prenons pour exemple les eaux de ruissellement résultant des tempêtes de pluie. Dans les villes canadiennes, ces eaux sont généralement transportées par des réseaux complexes de canaux d'égouts et de drainage. L'intensité croissante des tempêtes de pluie en raison des changements climatiques pourrait excéder la capacité de ces canaux, multipliant ainsi les inondations sur les propriétés et dans les sous-sols. Toutefois, même dans des conditions normales, les villes sont confrontées à des problèmes d'inondation et de qualité de l'eau parce que les systèmes de drainage ne contribuent guère à réduire la vitesse, le volume et la saleté des eaux de ruissellement provenant des surfaces en asphalte ou en béton.

Les mesures d'adaptation qui allient la modernisation des systèmes de drainage pluvial conventionnels aux infrastructures naturelles, comme les toits verts, les milieux humides et le reboisement en milieu urbain, aident à traiter et à réduire les eaux de ruissellement et à contrôler les inondations et la pollution de l'eau, dans l'immédiat, mais aussi au fur et à mesure que les changements climatiques aggraveront la situa-

tion. Les avantages ne s'arrêtent toutefois pas là : ces mesures renforcent aussi la résilience à la fréquence accrue des chaleurs extrêmes en rafraîchissant les demeures et les quartiers et en réduisant la consommation d'énergie des bâtiments, augmentant par le fait même l'attrait des environnements urbains et la valeur des propriétés (IntelliProspérité, 2015).

Le déficit d'adaptation croissant du Canada

Même s'il existe des preuves indéniables des risques croissants que représentent les changements climatiques et des possibles économies et avantages immédiats et durables, le Canada accuse du retard en matière d'adaptation (Ford et coll., 2015; Paterson et coll., 2012). Une grande partie des infrastructures physiques du pays (publiques et privées) est menacée par les changements climatiques actuels et futurs, mais peu de plans ont été mis sur pied pour contrer cette menace. La plupart des nouveaux investissements dans les infrastructures, la promotion immobilière et l'expansion industrielle ne tiennent pas compte des risques d'un climat changeant (CAC, 2019; Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, 2011); le cadre d'évaluation Optique des changements climatiques d'Infrastructure Canada vise toutefois à remédier à cette lacune pour certains projets (Infrastructure Canada, 2020).

Les risques pour la santé découlant de la chaleur, de la pollution atmosphérique et des maladies infectieuses causés par les changements climatiques sont aussi de plus en plus évidents, mais les mesures d'adaptation sur ce plan ne s'imposent que lentement dans l'ensemble du pays et varient d'un endroit à l'autre (Austin et coll., 2015). Les régions et les collectivités nordiques subissent plus durement les contrecoups des changements climatiques que le reste du Canada, et bien souvent ne disposent pas des ressources nécessaires pour réagir en conséquence (Ford et coll., 2015; Healey, 2015; ITK, 2016). Et il faut encore remédier aux anciennes politiques qui ont perpétué les pénuries de logements, le manque de soins de santé et le délabrement des infrastructures, ainsi qu'une précarité constante quant à l'eau et aux aliments dans les collectivités autochtones (éléments qui augmentent tous la vulnérabilité aux changements climatiques) (Groupe d'experts sur les résultats de l'adaptation et de la résilience aux changements climatiques, 2018; ITK, 2016; Parlee et Furgal, 2012).

Pourquoi n'agissons-nous pas plus vite? La raison la plus évidente est que les gouvernements, les collectivités, les entreprises et la population ne comprennent pas assez bien les risques et les coûts associés aux changements climatiques pour orienter les interventions. Le Bureau du vérificateur général du Canada a souligné que le gouvernement du Canada et les gouvernements provinciaux accusent un sérieux retard dans la caractérisation des risques climatiques nécessaire pour faciliter l'adaptation (Gouvernement du Canada, 2018). Les grands noms du secteur financier canadien ont signalé que le manque de données cohérentes et fiables sur les risques physiques et les coûts des changements climatiques limite leur capacité à estimer le prix de ces risques (IntelliProspérité, 2020). En l'absence de renseignements pertinents sur les risques et

les coûts et de processus pour intégrer ces renseignements aux prises de décision, il n'existe pas de mécanisme clair pour détourner les gouvernements, les entreprises et la population des risques climatiques et les guider vers les solutions favorisant la résilience et l'adaptation.

Pourtant, dans certains domaines, nous comprenons parfaitement les conséquences – y compris les coûts – des changements climatiques pour le Canada, mais nous ne passons tout de même pas à l'action. Le secteur de l'assurance canadien attire par exemple depuis plus d'une décennie l'attention sur les conséquences et les coûts des catastrophes climatiques comme les inondations et les feux incontrôlés. Il a su démontrer (comme nous l'évoquions plus haut) que ces événements sont de plus en plus graves, fréquents et coûteux (BAC, 2018). Le Canada tarde toutefois à mettre en place des mesures d'adaptation qui réduiraient les risques et les coûts, même pour les mesures relativement peu dispendieuses et d'une grande efficacité. À l'instar de bien des pays, le Canada peine à agir pour contrer les risques climatiques connus et déployer des mesures d'adaptation à grande échelle. Cela démontre que la compréhension des risques et des coûts n'est qu'un point de départ; il reste beaucoup de pain sur la planche pour mettre en place les politiques, les structures de gouvernance, l'expertise et les mécanismes financiers nécessaires à une adaptation réussie.

S'attaquer au déficit d'adaptation du Canada est un défi de taille qui ne sera pas relevé du jour au lendemain, mais nous n'avons plus de temps à perdre. Nous devons aller de l'avant malgré le manque fréquent d'information. Nous devons aussi faire de l'adaptation une priorité pour les dirigeants, les décideurs et tous les Canadiens, afin de bénéficier de l'intérêt, des ressources et des efforts de coordination nécessaires.



RISQUES D'INONDATION AU CANADA

Les inondations sont depuis longtemps les catastrophes naturelles les plus destructrices et coûteuses au Canada, représentant par exemple 37 % du total des coûts en la matière depuis 1970 selon la Base de données canadienne sur les catastrophes (voir la figure 5 à la page 9). Les inondations prennent des formes diverses au Canada. Les inondations côtières, qui se produisent le long du littoral maritime et sur les berges des lacs intérieurs, sont causées par une hausse des niveaux d'eau résultant d'une combinaison de marées hautes, de vents violents et d'ondes de tempête. Les inondations riveraines, elles, se produisent lorsque les rivières et les fleuves sortent de leur lit à cause de précipitations abondantes, d'une fonte des neiges rapide, d'embâcles, ou d'une combinaison de tous ces facteurs. Quant aux inondations pluviales, elles affectent surtout les zones urbaines, lorsque de grosses averses excèdent la capacité des égouts pluviaux et causent des débordements et des refoulements dans les sous-sols et les résidences. Toutes catégories confondues, ce sont environ 10 % (plus d'un million) de résidences canadiennes qui présenteraient un risque élevé d'inondation (DPB, 2016). L'étalement urbain et la densification dans les zones inondables d'un bout à l'autre du pays ont aussi grandement contribué à augmenter les dommages et les coûts au fil du temps (Water Canada, 2017).

Les inondations peuvent entraîner une note salée. On estime que les inondations riveraines de 2013 à Calgary et dans le sud de l'Alberta ont coûté plus de 5 milliards de dollars aux gouvernements, aux entreprises, aux propriétaires de bâtiments et aux assureurs (MNP, 2015). La même année, des inondations pluviales dans certains quartiers de Toronto ont coûté près de 1 milliard de dollars, ce qui représente à ce jour l'événement météorologique assuré le plus coûteux en Ontario (BAC, 2017b; BAC, 2018). Les assureurs privés canadiens versent en moyenne des dizaines, voire des centaines de millions de dollars par année en indemnités pour des inondations; en 2013, année particulièrement difficile, les versements ont totalisé plus de 3 milliard de dollars. Les gouvernements assument une grande partie des coûts restants : les Accords d'aide financière en cas de catastrophe du gouvernement fédéral nécessitent un budget d'environ 700 millions de dollars par année en frais d'intervention et de rétablissement, avec une contribution presque équivalente des gouvernements provinciaux (DPB, 2018). Il existe d'autres coûts importants pour le secteur public, par exemple les dizaines de millions de dollars dépensés annuellement pour évacuer les collectivités autochtones qui ont été relocalisées, souvent contre leur gré, dans des zones régulièrement inondées (CBC, 2016).



On prévoit qu'au Canada, les changements climatiques influenceront sur la fréquence et l'ampleur des inondations de toutes catégories. La hausse du niveau des mers et les ondes causées par des tempêtes violentes augmenteront considérablement le nombre de résidences, de propriétés et d'entreprises vulnérables aux inondations côtières, particulièrement dans les basses-terres continentales de la Colombie-Britannique (Conseil du bassin du Fraser, 2016). La fréquence des pluies abondantes, qui devrait augmenter dans la plupart des régions du pays, entraînera fort probablement une hausse du nombre d'inondations pluviales. Cela pourrait également jouer sur les risques d'inondations riveraines, mais il est difficile de le déterminer avec certitude puisque les inondations riveraines sont causées par plusieurs facteurs qui seront touchés différemment par les changements climatiques (ex. : Teufel et coll., 2017)

Sur l'iceberg des coûts climatiques, les inondations sont l'une des conséquences bien visibles au-dessus de la surface. Nous savons que le Canada est déjà exposé aux inondations, et que les changements climatiques risquent d'aggraver la situation. Toutefois, même si ces risques sont manifestes, la voie à suivre n'est pas parfaitement claire. Tout d'abord, nous ne savons pas exactement quelles régions sont menacées et ne connaissons pas la valeur totale des propriétés en danger, puisque les cartes des zones inondables du Canada sont incomplètes, peu récentes et manquent d'uniformité (Henstra et coll., 2019). Sans ces données de base, il est difficile de prévoir l'évolution des risques

d'inondations et des coûts dans le contexte des changements climatiques, mais aussi de choisir les régions où investir en priorité et les mesures d'adaptation les plus appropriées.

Dans certains cas, les propriétaires peuvent recourir à des mesures d'adaptation simples et peu coûteuses pour prévenir les effets des inondations (Centre Intact, 2019). Mais il peut être nécessaire de construire des infrastructures de plusieurs millions de dollars, comme des barrages, des réservoirs et des systèmes de drainage souterrain, pour limiter les risques présents et futurs. Il peut même parfois être plus rentable de relocaliser des résidences ou des quartiers entiers bâtis en zone à risque élevé. Toutefois, il est difficile de mener une action concertée sans un portrait juste des risques d'inondation actuels et futurs au Canada et des enjeux qui touchent différents endroits.

Nos recherches sur les coûts des changements climatiques préciseront donc ces risques en décrivant la portée des inondations et les coûts qui y sont associés. À défaut d'une cartographie nationale des zones inondables, nous utilisons des cartes des risques établies pour le secteur de l'assurance afin de repérer les propriétés et les actifs menacés par les inondations côtières, riveraines et pluviales dans l'ensemble du pays. Nous faisons aussi appel aux projections climatiques pour estimer l'effet d'un climat changeant sur les répercussions et les coûts des inondations, et nous nous penchons sur la pertinence des mesures d'adaptation pour limiter ou réduire ces coûts croissants.



RECOMMANDATIONS

Déjà astronomiques, les coûts des changements climatiques ne font qu'augmenter. Même si on manque encore d'information, on peut constater que le bien-être et la prospérité de la population canadienne sont en péril. Et cela ne s'arrête pas à la prospérité économique : bien qu'il soit impossible de chiffrer leur incidence sur les richesses culturelles ou écologiques, les changements climatiques s'attaquent aux fondements mêmes de notre société et à ce qui nous définit. Ce sont tous les secteurs économiques, toutes les collectivités et tous les ménages qui sont directement ou indirectement menacés.

Même si nous ne voyons actuellement que la pointe de l'iceberg des coûts liés aux changements climatiques, cela devrait suffire pour entraîner un changement de cap. Les sinistres assurés, les interventions d'urgence et les mesures de rétablissement après une catastrophe naturelle engendrent des coûts importants et croissants, qui témoignent des effets négatifs qu'ont déjà les changements climatiques sur notre société et notre

économie. Et à l'avenir, les coûts des catastrophes, mais aussi des nombreux autres effets des changements climatiques au Canada, pourraient s'avérer bien plus élevés et généralisés que ce que nous avons connu jusqu'à maintenant.

Mais il n'est pas trop tard pour se préparer et s'adapter aux effets de ces changements. Des investissements immédiats pourraient réduire les coûts économiques et humains des futures répercussions climatiques, tout en présentant bien souvent d'autres avantages. Voilà pour la bonne nouvelle.

La mauvaise, c'est que le Canada accuse un sérieux retard en matière d'adaptation aux changements climatiques. Les progrès sont lents, entravés en partie par une mauvaise connaissance des risques et des coûts qu'entraîneront ces changements. Cette incertitude complique le choix des domaines où concentrer les ressources, qui sont limitées.

Toutefois, même lorsque les répercussions sont bien connues, les mesures prises ne suffisent pas pour permettre l'adaptation et tracer la voie d'un avenir résilient. Il ne fait aucun doute que nous avons besoin de meilleures données, mais nous avons aussi besoin d'actions efficaces fondées sur nos connaissances actuelles. Il est temps pour les gouvernements, les entreprises et les collectivités de passer à l'action et de mettre en place des politiques et des pratiques favorisant l'adaptation, tout en cernant mieux les risques matériels et sociaux qui menacent le bien-être et la prospérité. Ces recommandations stratégiques servent de point de départ :

1 Le manque d'information sur les risques climatiques ne devrait pas faire obstacle aux investissements en matière d'adaptation.

Faire face aux risques liés au climat et renforcer la résilience nécessite l'apport d'une grande partie, si ce n'est la plupart, des initiatives et des programmes gouvernementaux. Le succès des mesures d'adaptation nécessite donc non seulement des ressources gouvernementales spécialisées en adaptation, mais aussi des mécanismes pour financer ces mesures et les intégrer aux programmes et aux investissements gouvernementaux existants, notamment en matière d'infrastructures, de soins de santé, d'affaires autochtones, de programmes pour le Nord, de développement économique, d'énergie, de sécurité publique, de gestion des ressources naturelles et de protection de l'environnement. Pour y arriver, il faut évaluer de manière transparente les effets des programmes et des investissements gouvernementaux sur les risques climatiques actuels et futurs, ainsi que les coûts et les avantages des mesures d'adaptation et de résilience. Comme le montre notre analyse, certains obstacles entravent la mise en œuvre des mesures d'adaptation, mais ces dernières portent leurs fruits.

2 Le gouvernement fédéral devrait convier les autorités provinciales, territoriales, autochtones et municipales à élaborer ensemble une approche concertée pour gérer les politiques d'adaptation.

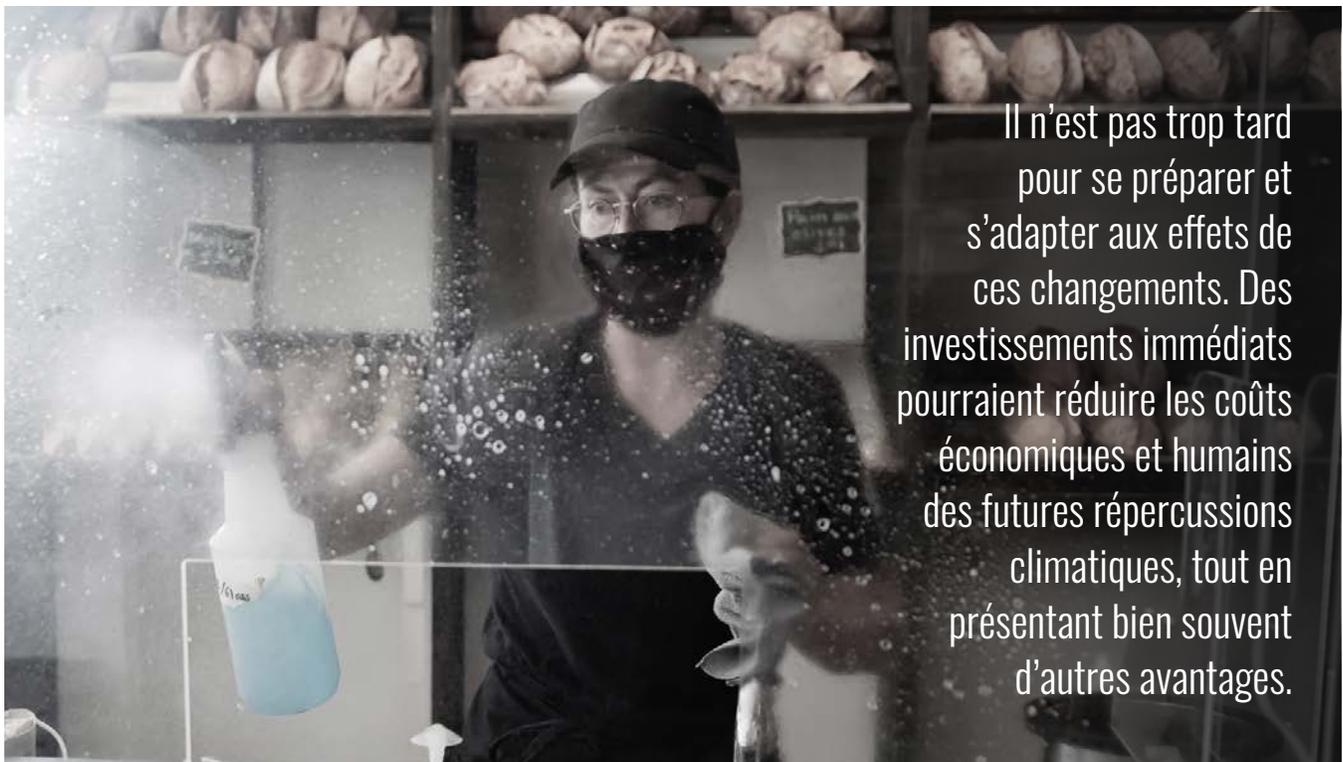
La nécessité de déployer rapidement des mesures d'adaptation à grande échelle dans tout le pays transcende les frontières administratives, géographiques et sectorielles. Ces mesures doivent être adaptées et mises en œuvre localement pour tenir compte du contexte environnant. La concertation permet toutefois de limiter les recoupements, les incohérences et les lacunes. Une approche coordonnée et collaborative permettrait d'établir des priorités, des objectifs et des indicateurs de progrès, de déterminer les rôles et les responsabilités, de cerner les politiques essentielles pour favoriser l'adaptation à petite, à moyenne et à grande échelle, et d'organiser le financement pour en tirer le meilleur parti.

3 Les gouvernements et les organismes de réglementation financière devraient systématiquement miser sur la transparence et communiquer les répercussions économiques et sociales des risques climatiques dans les secteurs public et privé.

Comme l'ont souligné le Groupe de travail sur l'information financière relative aux changements climatiques et le Groupe d'experts sur la finance durable du Canada, il est essentiel de faire preuve de transparence quant aux risques liés aux changements climatiques et aux mesures prises pour s'en protéger afin de rediriger les investissements vers les mesures de résilience plutôt que dans les secteurs à risque. On devrait encourager les initiatives de divulgation mises sur pied dans le secteur financier et intégrées à la réglementation des sociétés ouvertes, et créer des mécanismes favorisant la divulgation

des risques climatiques du côté des gouvernements et des fournisseurs de services publics et essentiels. Qu'ils soient intégrés à la cote de crédit du gouvernement ou aux inspections de bâtiments résidentiels, les renseignements communiqués aideront les gouvernements, les entreprises et la population à mieux se préparer aux changements climatiques. Ils permettront aussi d'orienter les investissements vers les solutions favorisant la résilience et d'encourager l'adoption de diverses mesures d'adaptation.providers of public and critical services.

Pour donner suite à ces recommandations, il faudra de meilleures données et prévisions sur les risques climatiques et les coûts associés, ainsi que sur les mesures d'adaptation possibles et leurs coûts et avantages. Cela stimulera la demande de renseignements de qualité pour combler le manque de connaissances actuel du Canada. Les études que publiera l'Institut canadien pour des choix climatiques au cours des deux prochaines années alimenteront la somme de connaissances fiables. En cours de route, nous ferons appel à différents intervenants pour mieux comprendre les coûts des changements climatiques et le type de renseignements requis pour passer à l'action en matière d'adaptation. Nous encouragerons aussi les échanges sur les choix stratégiques et les investissements qui feraient passer les mesures d'adaptation de la théorie à la pratique, partout au pays.



Il n'est pas trop tard pour se préparer et s'adapter aux effets de ces changements. Des investissements immédiats pourraient réduire les coûts économiques et humains des futures répercussions climatiques, tout en présentant bien souvent d'autres avantages.

GLOSSAIRE

Les définitions présentées dans cette section reflètent le sens donné aux termes dans le présent document, ainsi que dans le domaine de l'adaptation aux changements climatiques. Nombre de ces termes ont d'autres acceptions ou emplois dans d'autres contextes.

Adaptation Ensemble des moyens employés par les humains et les systèmes naturels pour amoindrir les effets négatifs des changements climatiques et profiter de leurs avantages.

Attribution Évaluation de la contribution de différents facteurs à un changement ou à un événement observé, comme une inondation ou une tempête.

Capacité d'adaptation Combinaison des forces, des caractéristiques et des ressources d'une personne, d'une collectivité, d'une société ou d'une organisation, qui lui permettent de se préparer et de prendre des mesures afin de limiter les conséquences négatives des changements climatiques, d'en atténuer les dommages ou de tirer parti des occasions avantageuses qui en découlent.

Catastrophe Perturbation importante du fonctionnement normal d'une collectivité ou d'une société en raison de l'interaction d'un phénomène physique dangereux et de vulnérabilités sociales, qui entraîne des répercussions négatives étendues sur la population, les infrastructures, l'économie ou l'environnement. Ces répercussions requièrent une intervention d'urgence immédiate pour répondre aux besoins de base, parfois assortie d'une aide externe au rétablissement. Le risque de catastrophe est la probabilité qu'une catastrophe se produise pour une période donnée.

Changements climatiques Transformation du climat habituel de la Terre, principalement causée par l'utilisation de combustibles fossiles qui émettent des gaz emprisonnant la chaleur dans l'atmosphère terrestre. La principale manifestation en est un réchauffement global de la température, mais on observe aussi une hausse du niveau des mers, la fonte de neige et de glace autrefois pérennes et l'accentuation des conditions météorologiques extrêmes.

Climat Conditions météorologiques moyennes dans un endroit donné sur une longue période, généralement au moins plusieurs décennies.

| | |
|--|---|
| Danger | Événement physique potentiel d'origine naturelle ou humaine qui pourrait entraîner des décès, des blessures ou des problèmes de santé, ainsi que des pertes ou des dommages touchant les biens matériels, les infrastructures, les moyens de subsistance, la prestation de services et les ressources environnementales. |
| Exposition | Présence d'humains, de moyens de subsistance, de ressources et de services environnementaux, d'infrastructures ou d'actifs économiques, sociaux ou culturels dans des endroits qui pourraient subir les conséquences négatives des changements climatiques. |
| Extrême climatique (phénomène météorologique ou climatique extrême) | Variable météorologique ou climatique (comme la température) se situant à l'extérieur des limites inférieure ou supérieure observées pour cette variable. Par souci de simplicité, on regroupe les phénomènes météorologiques extrêmes et les phénomènes climatiques extrêmes sous le terme « extrêmes climatiques ». |
| Modèle climatique | Représentation statistique du système climatique basée sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques de ses composantes et sur leurs processus d'interaction et de rétroaction, et qui tient compte de la totalité ou d'une partie de ses propriétés connues. Les modèles climatiques sont des outils de recherche utilisés pour l'étude et la simulation du climat ainsi qu'à des fins opérationnelles, notamment pour les prévisions climatiques mensuelles, saisonnières et interannuelles. |
| Onde de tempête | Hausse temporaire du niveau de la mer en raison de conditions météorologiques extrêmes, notamment une pression atmosphérique basse ou des vents violents. L'onde de tempête excède les variations attendues des marées à un moment et dans un lieu donné. |
| Pergélisol | Sol (terre, roche, glace et matières organiques) gelé, généralement dans les régions polaires ou quasi polaires, qui demeure à une température égale ou inférieure à 0 °C pendant au moins deux années consécutives. |
| Point de référence | État servant de repère pour mesurer le changement. Un « point de référence actuel » correspond à des conditions observables actuelles, alors qu'un « point de référence futur » est un ensemble de conditions projetées excluant le facteur étudié. Différentes interprétations des conditions de référence peuvent donner lieu à différents points de référence. |
| Probabilité | Estimation des chances qu'un événement ou un résultat survienne (par exemple, un paramètre climatique, une tendance observée ou un changement prévu à l'intérieur d'une fourchette donnée). La probabilité peut être fondée sur l'analyse statistique, la modélisation, l'évaluation d'experts ou d'autres analyses quantitatives. |

Projections climatiques

Estimation de l'incidence sur le climat terrestre de divers cheminements, scénarios ou objectifs plausibles, qui révèle les liens entre décisions humaines, émissions, concentrations et évolution de la température. Les projections climatiques se distinguent des prévisions climatiques, car elles comportent une forte part d'incertitude; il n'est donc généralement pas possible de déterminer qu'une projection est plus probable qu'une autre.

Répercussions

Effets sur les systèmes naturels et humains. Dans le présent document, le terme « répercussions » désigne les effets sur les systèmes naturels et humains des événements physiques, des catastrophes ou des changements climatiques.

Résilience

Capacité d'un système et de ses composants à anticiper ou à absorber les effets d'un événement dangereux, à s'y adapter ou à s'en remettre de manière rapide et efficace, notamment en assurant la préservation, la restauration ou l'amélioration de sa structure et de ses fonctions de base.

Risque

Possibilité que des conséquences surviennent lorsqu'un élément important est en jeu et que le résultat est incertain. On représente souvent le risque comme une combinaison de la probabilité d'une tendance ou d'un événement dangereux et des répercussions de cette tendance ou de cet événement. Le risque découle de l'interaction entre vulnérabilité, exposition et danger. Dans le présent document, le terme « risque » est surtout utilisé pour désigner les risques associés aux effets des changements climatiques.

Sécheresse

Baisse marquée des précipitations pendant une période assez longue pour entraîner une pénurie importante d'eau pour les écosystèmes naturels, l'agriculture et la consommation humaine.

Sensibilité

Mesure dans laquelle une personne, un actif, un ménage, une collectivité, une entreprise ou un écosystème est touché, négativement ou positivement, par la variabilité ou les changements du climat.

Sinistre catastrophique assuré :

Un événement responsable d'une perte assurée importante. Au Canada, il est défini par une pertes de 25 milliards de dollars et plus.

Vague de chaleur

Hausse marquée des températures par rapport à la norme pendant une certaine période, qui peut aller de quelques jours à plusieurs semaines.

Vulnérabilité

Mesure dans laquelle un système est sujet aux effets négatifs des changements climatiques, y compris les variations du climat et les extrêmes climatiques, ou incapable de s'y adapter.

RÉFÉRENCES

Abt, Karen L., David T. Butry, Jeffrey P. Prestemon, et Samuel Scranton. "Effect of fire prevention programs on accidental et incendiary wildfires on tribal lands in the United States". *International Journal of Wildland Fire* 24(6): 749-762.

Adger, W. Neil, Juan M. Pulhin, Jon Barnett, Geoffrey D. Dabelko, Grete K. Hovelsrud, Marc Levy, Úrsula Oswald Spring, et Coleen H. Vogel. 2014. Human security. Dans *Changements climatiques 2014 : Incidences, adaptation et vulnérabilité. Partie A : Aspects globaux et sectoriels.*, eds. C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastretta, T. E. Bilir, et al.. Contribution du Groupe de travail II au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. (755-791). Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis: Cambridge University Press.

Alam, Rafat, Shahidul Islam, Eric Mosely, Sean Thomas, et Virginia Dowdell. 2017. *Rapid Impact Assessment of Fort McMurray Wildfire*. Université MacEwan et Institut de prévention des sinistres catastrophiques. http://0361572.netsol-host.com/images/AlamIslam_QuickResponseSummary-ICLR.pdf.

Allard, Michel, Mickaël Lemay, Carl Barrette, Emmanuel L'Hérault, Denis Sarrazin, T. Bell, et G. Doré. 2012. Permafrost and climate change in Nunavik et Nunatsiavut: Importance for municipal et transportation infrastructures. Nunavik and Nunatsiavut: From Science to Policy. An Integrated Regional Impact Study (IRIS) of Climate Change et Modernization, 171-197.

Antunes, Pedro. The Economic Impact of the Fort McMurray Fires (webinaire). Conference Board du Canada, 29 Novembre, 2016. <https://www.conferenceboard.ca/e-library/abstract.aspx?did=8432&AspxAutoDetectCookieSupport=1>

Araos, Malcolm, Lea Berrang-Ford, James D. Ford, Stephanie E. Austin, Robbert Biesbroek, et Alexetra Lesnikowski. 2016. "Climate change adaptation planning in large cities: A systematic global assessment". *Environmental Science & Policy* 66:375-382.

Association des collectivités des Territoires du Nord-Ouest. 2015. *The Technical Opportunities et Economic Implications of Permafrost Decay on Public Infrastructure*. Yellowknife, TNO. <https://climatechange.toolkitnwtac.com/wp-content/uploads/sites/21/2018/02/reports-section.pdf>.

Atlas climatique du Canada. 2020. Agriculture. <https://atlasclimatique.ca/agriculture>

Austin, Stephanie E., James D. Ford, Lea Berrang-Ford, Malcolm Araos, Stephen Parker, et Manon D. Fleury. 2015. "Public health adaptation to climate change in Canadian jurisdictions". *International Journal of Environmental Research et Public Health* 12(1): 623-651.

BAC (Bureau d'assurance du Canada). 2017. Toronto Flood Causes over \$80 Million in Insured Damage. <http://www.abc.ca/on/resources/media-centre/media-releases/toronto-flood-causes-over-80-million-in-insured-damage#:~:text=The%20most%20costly%20insured%20severe,almost%20%24%20billion%20in%20damage>.

BAC (Bureau d'assurance du Canada). 2018. Combatting Canada's Rising Flood Costs: Natural infrastructure is an underutilized option. <http://assets.abc.ca/Documents/Resources/IBC-Natural-Infrastructure-Report-2018.pdf>

BAC (Bureau d'assurance du Canada). 2019. Les conditions météorologiques extrêmes ont causé pour 1,9 milliard \$ de dommages assurés en 2018. <http://www.abc.ca/on/resources/media-centre/media-releases/severe-weather-causes-190-million-in-insured-damage-in-2018>.

BAC (Bureau d'assurance du Canada). 2020. Assurance de dommages au Canada. http://assets.abc.ca/Documents/Facts%20Book/Facts_Book/2020/IBC-2020-Facts.pdf

Bauer, Anja, Judith Feichtinger, et Reinhard Steurer. 2012. "The governance of climate change adaptation in 10 OECD countries: challenges et approaches". *Journal of Environmental Policy & Planning* 14(3): 279-304.

Birkmann, Joern, Susan L. Cutter, Dale S. Rothman, Torsten Welle, Matthias Garschagen, Bas Van Ruijven, Brian O'Neill et al. 2015. "Scenarios for vulnerability: opportunities et constraints in the context of climate change et disaster risk" *Climate Change* 133(1): 53-68.

Boyer-Villemaire, Ursule, Manon Circé, Laurent Da Silva, Claude Desjarlais, et François Morneau. 2016. Analyse coût-avantages des options d'adaptation en zone côtière au Québec et dans les provinces atlantiques : rapport synthèse. Ouranos, Montreal, QC. <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/Synthesis-Report-Atl-Qc.pdf>.

Brown, Matthew R.G., Vincent Agyapong, Etrew J. Greenshaw, Ivor Cribben, Pamela Brett-MacLean, Julie Drolet, Caroline McDonald-Harker et al. 2019. "After Fort McMurray wildfire there are significant increases in mental health symptoms in grade 7-12 students compared to controls. BMC psychiatry 19(1):18.

Burn, C. R. 2018. Evidence on climate change effects et their management et investigation in the western Arctic. Ottawa, ON. https://sencanada.ca/content/sen/committee/421/ARCT/Briefs/2018-03-19_Brief_CBurn_e.pdf

CAC, Conseil des académies canadiennes. 2019. Les principaux risques des changements climatiques pour le Canada. Comité d'experts sur les risques posés par les changements climatiques et les possibilités d'adaptation. Ottawa, ON. <https://rapports-cac.ca/wp-content/uploads/2019/07/Rapport-Les-principaux-risques-des-changements-climatiques-pour-le-Canada.pdf>

Campbell, Ian D., Dolores G. Durant, Karen L. Hunter, et Kim D. Hyatt. 2014. La production alimentaire ; changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation, (ed.) F.J. Warren et D.S. Lemmen; Government of Canada, Ottawa, ON. 99-134.

Carbon Brief. 2020. Mapped: How Climate Change Affects Extreme Weather Around the World. <https://www.carbonbrief.org/mapped-how-climate-change-affects-extreme-weather-around-the-world>

CBC (Canadian Broadcasting Corporation). May 25, 2016. "Frequent Kashechewan evacuations cost taxpayers millions". <https://www.cbc.ca/news/canada/sudbury/kashechewan-rebuilding-relocation-funding-1.3597511>

Centre Intact d'adaptation au Climat. 2019. L'eau monte : protéger les maisons contre la menace croissante d'inondations au Canada. https://www.centreintactadaptationclimat.ca/wp-content/uploads/2019/06/Ontario_HFPP_Report_French_V4-compressed-min-2.pdf

Centre Intact d'adaptation au Climat. 2020. Prendre en compte les risques climatiques dans l'évaluation financière. Sur Internet : <https://www.centreintactadaptationclimat.ca/>

Chen, Hong, Jun Wang, Qionsi Li, Abderrahmane Yagouti, Eric Lavigne, Richard Foty, Richard T. Burnett, Paul J. Villeneuve, Sabit Cakmak, et Ray Copes. 2016. "Assessment of the effect of cold et hot temperatures on mortality in Ontario, Canada: a population-based study" *CMAJ open*, 4(1), E48.

Ciscar, Juan-Carlos, Dolores Ibarreta, Antonio Soria, Alessetro Dosio et al. 2018. *Climate impacts in Europe: Final report of the JRC PESETA III project. Union européenne. Luxembourg.* <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC55391/jrc55391.pdf>.

Commissaire à l'environnement et au développement durable. 2016. Printemps 2016 — Rapports de la commissaire à l'environnement et au développement durable, Rapport 2 — L'atténuation des effets du temps violent. Bureau du vérificateur général du Canada. Ottawa (Ontario). Sur Internet : https://www.oag-bvg.gc.ca/internet/Francais/parl_ces-d_201605_02_f_41381.html

Conseil du bassin du Fraser. 2016. *Lower Mainlet Flood Management Strategy – Phase 1 Report*. Vancouver, BC. https://www.fraserbasin.bc.ca/Library/Water_Flood_Strategy/FBC_LMFMS_Phase_1_Report_Web_May_2016.pdf.

Corbett, L. J., Patrick Withey, Van Lantz, et Thomas Ochuodho. 2016. "The economic impact of the mountain pine beetle infestation in British Columbia: provincial estimates from a CGE analysis". *Forestry: An International Journal of Forest Research* 89(1): 100-105.

Couture, R., S. Smith, S. Robinson et al. 2003. On the hazards to infrastructure in the Canadian North associated with thawing permafrost. *Proceedings of Geohazards*. 97-104.

Cutter, Susan L. 1996. "Vulnerability to environmental hazards". *Progress in Human Geography* 20: 529-539.

Dodd, Warren, Patrick Scott, Courtney Howard, Craig Scott, Caren Rose, Ashlee Cunsolo, et James Orbinski. "Lived experience of a record wildfire season in the Northwest Territories, Canada". *Canadian Journal of Public Health* 190(3): 327-337.

DPB (Bureau du directeur parlementaire du budget). 2016. Estimation du coût annuel moyen des Accords d'aide financière en cas de catastrophe causée par un événement météorologique. Ottawa (Ontario). https://www.pbo-dpb.gc.ca/web/default/files/Documents/Reports/2016/DFAA/DFAA_FR.pdf.

EnviroEconomics et Tetra Tech. 2018. *The Economic Implications of Permafrost Decay on Public Infrastructure in NWT Communities*. Document de travail.

Flanagan, Ryan. 2018. "Toronto beats temperature record as students swelter in schools without AC". CTV News. <https://www.ctvnews.ca/canada/toronto-beats-temperature-record-as-students-swelter-in-schools-without-ac-1.4081007#:~:text=Toronto%20beats%2073%2Dyear%2Dold,schools%20without%20AC%20%7C%20CTV%20News.>

Ford, James D., Tristan Pearce, et Graham McDowell. 2015. "The adaptation challenge in the Arctic". *Nature Climate Change* 5(12): 1046-1053.

Ford, James D., Ashlee Cunsolo, Susan Chatwood, Chris Furgal, Sherilee Harper, Ian Mauro, & Tristan Pearce. 2014. "Adapting to the Effects of Climate Change on Inuit Health." *American Journal of Public Health* 104:E9-E17.

Förster, Johannes, et Lucas De Muelenaere. 2011. *Managed realignment of sea walls can enhance coastal protection provided by natural habitats et save costs*. <http://www.teebweb.org/wp-content/uploads/2013/01/TEEBcase-Managed-realignment-for-coastal-protection-UK.pdf>.

GCA (Global Commission on Adaptation). 2019. *Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience*. https://cdn.gca.org/assets/2019-09/GlobalCommission_Report_FINAL.pdf

GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). 2014. Changements climatiques 2014 : Incidences, adaptation et vulnérabilité. Partie B : Aspect régionaux. Contribution du Groupe de travail II au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Barros, V. R., C. B. Field, D. J. Dokken et M. D. Mastrandre. Cambridge, Royaume-Uni et New York, États-Unis. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartB_FINAL.pdf.

Godschalk, David R., Adam Rose, Elliott Mittler, Keith Porter, et Carol Taylor West. 2009. "Estimating the value of foresight: aggregate analysis of natural hazard mitigation benefits et costs". *Journal of Environmental Planning et Management* 52(6): 739-756

Gouvernement de l'Alberta. 2015. *Impact of southern Alberta flooding on hours worked et GDP*. Edmonton, AB. <https://open.alberta.ca/dataset/impact-of-southern-alberta-flooding-on-hours-worked-et-gdp/resource/ab6bcb2-5382-40d8-87f5-37c2166f2525>.

Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest. 2014. *Détermination des dangers et évaluation des risques*. Yellowknife, TNO. <https://www.maca.gov.nt.ca/sites/maca/files/resources/nwt-hira-final.pdf>.

Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest. 2020. Main Budget Estimates 2020-2021. Yellowknife, TNO. https://www.fin.gov.nt.ca/sites/fin/files/resources/main_estimates_2020-2021_.pdf

Gouvernement du Nunavut. 2014. Nunavut Airports 20 Year Infrastructure Needs Assessment 2014 - 2034. Iqaluit, Nunavut: Government of Nunavut. <https://assembly.nu.ca/nunavut-airports-20-year-infrastructure-needs-assessment-2014-2034>.

Gouvernement du Yukon. (2020). 2020-21 Main estimates Highways et Public Works. Whitehorse, YT.

Groupe d'experts sur les résultats de l'adaptation et de la résilience aux changements climatiques. 2018. Mesure des progrès en matière d'adaptation et de résilience climatique : recommandations à l'intention du gouvernement du Canada. Gouvernement du Canada, Ottawa, On. http://publications.gc.ca/collections/collection_2018/eccc/En4-329-2018-eng.pdf

Healey, Gwen. 2015. *Exploring Health-Related Indicators of Climate Change in Nunavut*. Iqaluit, Nunavut: Centre de recherche sur la santé Qaujigiartiit.

Henstra, Daniel, Etea Minano, et Jason Thistlethwaite. 2019. "Communicating disaster risk? An evaluation of the availability et quality of flood maps". *Natural Hazards Earth System Science* 19: 313-323.

Hjort, Jan., Olli Karjalainen, Juha Aalto, Sebastian Westermann, Vladimir E. Romanovsky, Frederick E. Nelson, Bernd Etzelmüller, et Miska Luoto. 2018. Degrading permafrost puts Arctic infrastructure at risk by mid-century. *Nature Communications* 9(1): 5147.

Hope, Emily S., Daniel W. McKenney, John H. Pedlar, Brian J. Stocks, et Sylvie Gauthier. 2016. "Wildfire suppression costs for Canada under a changing climate". *PLoS one* 11(8)

- Infrastructure Canada. 2020. *Optique des changements climatiques – Lignes directrices générales, Ottawa (Ontario)*. <https://www.infrastructure.gc.ca/pub/other-autre/cl-occ-fra.html>.
- Insitut pour l'IntelliProspérité. 2015. *Nouvelles solutions durables pour la gestion des eaux de ruissellement au Canada*. <https://institute.smartprosperity.ca/sites/default/files/stormwaterreport.pdf>.
- Institut pour l'IntelliProspérité. 2020. *Bridging the Transparency Gap in Sustainable Finance*. <https://institute.smartprosperity.ca/bridging-transparency-gap>
- ITK (Inuit Tapiriit Kanatami). 2016. *Priorités inuites relatives à la stratégie canadienne de lutte contre les changements climatiques : la vision des Inuits canadiens sur leur avenir commun dans leur patrie*. Ottawa, ON. https://www.itk.ca/wp-content/uploads/2016/09/ITK_Climate-Change-Report_English.pdf.
- Kabore, Philippe & Nicholas Rivers. 2020. *Manufacturing Output et Extreme Temperature: Evidence from Canada*. <https://ruor.uottawa.ca/bitstream/10393/41184/1/2006E.pdf>.
- Kates, Robert W., William R. Travis, et Thomas J. Wilbanks. 2012. "Transformational adaptation when incremental adaptations to climate change are insufficient". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(19): 7156–7161.
- Kirchmeier-Young, Megan C., Francis W. Zwiers, Nathan P. Gillett, et Alex J. Cannon. 2017. "Attributing extreme fire risk in Western Canada to human emissions". *Climatic Change* 144, 365–379. À
- Larrivée, C., C. Desjarlais, R. Roy et N. Audet. 2016. *Étude économique régionale des impacts potentiels des bas niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent dus aux changements climatiques et des options d'adaptation*. Montréal, QC. https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/ACA-GLSL_synthesis_english_final.pdf.
- Larsen, Peter H., Scott Goldsmith, Orson Smith, Meghan L. Wilson, Ken Strzepek, Paul Chinowsky, et Ben Saylor. (2008). Estimating future costs for Alaska public infrastructure at risk from climate change. *Global Environmental Change*, 18(3), 442–457.
- Martinich, Jeremy, & Allison Crimmins. 2019. "Climate damages et adaptation potential across diverse sectors of the United States". *Nature Climate Change* 9: 397–404.
- Matz, Carlyn J., Marika Egyed, Guoliang Xi, Jacinthe Racine, Radenko Pavlovic, Robyn Rittmaster, Sarah B. Henderson, et David M. Stieb. 2020. "Health impact analysis of PM2. 5 from wildfire smoke in Canada (2013–2015, 2017–2018)". *Science of The Total Environment* 725, 138506.
- Melvin, April M., Peter Larsen, Brent Boehlert, James E. Neumann, Paul Chinowsky, Xavier Espinet, Jeremy Martinich et al. . 2017. Climate change damages to Alaska public infrastructure et the economics of proactive adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(2), E122–E131.
- Ministry of Environment et Climate Change Strategy. 2019. Preliminary Strategic Climate Risk Assessment for British Columbia. Gouvernement de la Colombie-Britannique. Victoria, BC. <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/climate-change/adaptation/riskassessment>.
- MNP LLP. 2015. *Review et Analysis of the Government of Alberta's Response to et Recovery from 2013 Floods*. <http://www.aema.alberta.ca/documents/2013-flood-response-report.pdf>
- National Oceanic et Atmospheric Administration (NOAA). 2016. *Climate connections to Fort McMurray fire*. <https://www.climate.gov/news-features/event-tracker/climate-connections-fort-mcmurray-fire>
- BVG (Bureau du vérificateur général du Canada). 2017. *Les infrastructures de l'aviation civile dans le Nord - rapports du printemps 2017 du vérificateur général du Canada au Parlement du Canada*. Ottawa, On. Gouvernement du Canada. https://www.oag-bvg.gc.ca/internet/Francais/parl_oag_201705_06_f_42228.html
- BVG (Bureau du vérificateur général du Canada). 2018. *Perspectives sur l'action contre les changements climatiques au Canada — Rapport collaboratif de vérificateurs généraux*. Ottawa, ON. Gouvernement du Canada. https://www.oag-bvg.gc.ca/internet/Francais/osh_20180327_f_42964.html
- Palko, Kathy G. et Donald S. Lemmen, 2017. *Risques climatiques et pratiques en matière d'adaptation pour le secteur canadien des transports 2016*. Ottawa, ON: Gouvernement du Canada. <https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2016/ClimatRisk-E-ACCESSIBLE.pdf>
- Pappenberger, Florian, Hannah L. Cloke, Dennis J. Parker, Fredrik Wetterhall, David S. Richardson, et Jutta Thielen. 2015. "The monetary benefit of early flood warnings in Europe". *Environmental Science & Policy* 51: 278–291.

- Parlee, Brenda, & Chris Furgal. 2012. "Well-being et environmental change in the arctic: a synthesis of selected research from Canada's International Polar Year program". *Climatic Change* 115(1): 13–34.
- Partenariat panterritorial pour l'adaptation. 2014. *Pan-Territorial Permafrost Workshop Summary Report*. Gouvernement du Yukon, Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, Gouvernement du Nunavut. Yellowknife, TNO. https://www.northernadaptation.ca/sites/default/files/pan-territorial_permafrost_workshop_report_0.pdf.
- Paterson, Jaclyn A., James D. Ford, Lea Berrang Ford, Alexetra Lesnikowski, Peter Berry, Jim Henderson, et Jody Heymann. 2012. "Adaptation to climate change in the Ontario public health sector". *BMC Public Health* 12(1): 452.
- Pembina Institute. 2020. *Climate resilience et deep retrofits: A Reframed Tech Series primer*. <https://www.pembina.org/pub/climate-resilient-retrofits>.
- Porter, Kate. 2019. "Flood repairs to cost NCC up to \$10M". *Canadian Broadcasting Corporation*. Jun 20, 2019. <https://www.cbc.ca/news/canada/ottawa/ncc-2019-flood-costs-estimate-1.5182794#:~:text=Repairing%20the%20capital's%20bridges%2C%20pathways,million%2C%20its%20board%20heard%20Thursday>.
- Ribot, Jesse. 2014. "Cause et response: vulnerability et climate in the Anthropocene". *Journal of Peasant Studies* 41(5): 667–705.
- RNCan (Ressources naturelles Canada). 2019. « Coûts de la protection contre les feux de forêt », Ottawa (Ontario). <https://www.rnca.gc.ca/changements-climatiques/impacts-adaptation/changements-climatiques/indicateurs-des-changements-fore/couts-protection-contre-feux-foret/17784>.
- RNCan (Ressources naturelles Canada), Service canadien des forêts. 2017. *L'État des forêts au Canada*. Rapport annuel 2017. Ottawa (Ontario). https://cfs.rnca.gc.ca/publications?id=38872&lang=fr_CA.
- Sénat du Canada. 2019. Le Grand Nord : un appel à l'action pour l'avenir du Canada. Ottawa, ON. https://senCanada.ca/content/sen/committee/421/ARCT/reports/ARCTFINALREPORT_E.pdf.
- Smith, Robert B., Brad Bass, David Sawyer, David Depew, et Susan B. Watson. 2019. "Estimating the economic costs of algal blooms in the Canadian Lake Erie Basin". *Harmful Algae* 87:101624.
- Smithers, John, & Barry Smit. 1997. "Human adaptation to climatic variability et change". *Global Environmental Change* 7(2): 129–146.
- Statistique Canada. 2019. *Répercussions des inondations printanières sur les entreprises dans des régions clés du Canada*. Le Quotidien. Ottawa, ON. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/190524/dq190524b-fra.html>
- Steininger, Karl W., Martin König, Birgit Bednar-Friedl, Lukas Kranzl, Wolfgang Loibl, et Franz Prettenhaler. 2016. *Economic evaluation of climate change impacts*. Springer International PU.
- Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie. 2011. *Prospérité climatique, Le prix à payer : répercussions économiques du changement climatique pour le Canada*. Ottawa, ON. <http://nrt-trn.ca/wp-content/uploads/2011/09/paying-the-price.pdf>.
- Teufel, B., G.T. Diro, K. Whan et al. 2016. "Investigation of the 2013 Alberta flood from weather et climate perspectives". *Clim Dyn* 48, 2881–2899.
- Trudeau, Mary. 2017. "Urbanization Effect on Hydrology". *Water Canada*. <https://www.watercanada.net/feature/urbanization-effect-on-hydrology/>
- UNDRIP (United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples). 2008. Organisation des nations unies. https://www.un.org/development/desa/indigenouspeoples/wp-content/uploads/sites/19/2018/11/UNDRIP_E_web.pdf
- Warren, F. J. et D. S. Lemmen. 2014. *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*. Gouvernement du Canada. Ottawa, ON, ON, 286p. https://www.rnca.gc.ca/sites/www.rnca.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Rapport-complet_Fra.pdf.
- Weatherdon, Lauren V., Yoshitaka Ota, Mireta C. Jones, David A. Close, et William WL Cheung. 2016. "Projected scenarios for coastal First Nations' fisheries catch potential under climate change: management challenges et opportunities". *PLoS one* 11 (1), e0145285.
- Withey, Patrick, Van Lantz, et Thomas Ochuodho. 2015. "Economic costs et impacts of climate-induced sea-level rise et storm surge in Canadian coastal provinces: a CGE approach". *Applied Economics*, 48(1): 59-71.

REMERCIEMENTS

AUTEURS DU PERSONNEL

Dave Sawyer, Économiste principal, Institut canadien pour des choix climatiques

Ryan Ness, Directeur Adaptation, Institut canadien pour des choix climatiques

Dylan Clark, Associé de recherche principal, Institut canadien pour des choix climatiques

MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL DU COMITÉ ADAPTATION

Christina Chan, Co-Directrice de la 'Global Commission on Adaptation' et Directrice du 'Climate Resilience Practice', le World Resources Institute

Bev Dahlby, Membre distingué et directeur de recherche, l'école de politiques publiques de l'Université de Calgary (ret.)

Jimena Eyzaguirre, Directrice de l'équipe internationale et spécialiste principale de l'adaptation aux changements climatiques, ESSA Technologies Ltd.

Glen Hodgson, économiste, consultant financier, attaché supérieur de recherche, C.D. Howe Institute, et membre du Forum des politiques publiques

Roger Street, Chercheur associé à l'Institut du changement environnemental, l'université d'Oxford

RÉVISEURS EXTERNES

Caroline Larrivée, Chef d'équipe du groupe Vulnérabilités, impacts et adaptation, Ouranos Inc.

Cheyenne Martin, Partenaire et économiste, Prism Economics and Analysis

Paul Watkiss, Directeur, Paul Watkiss Associates et Associé de recherche principal invité à l'Institut du changement environnemental de l'Université d'Oxford

RÉVISIONS ADDITIONNELLES ET CONSEILS

Sara Brown, directrice générale, NWT Association of Communities

Jason Dion, Directeur Atténuation, Institut canadien pour des choix climatiques

Blair Feltmate, directeur, Centre Intact d'adaptation au climat de l'Université de Waterloo et président du conseil

d'experts en adaptation de l'Institut canadien pour des choix climatiques

Maria Shallard, Conseiller principal, engagement et recherche autochtones, Institut canadien pour des choix climatiques

PRODUCTION SUPPORT

Conception et mise en page | Laurie Barnett, Designer graphique

Révision | Julie Stauffer, Cadmium Red Communications (anglais); Edith Sans Cartier (français)

Traduction | Edgar

Page couverture | Argyle PR

Avis de non-responsabilité : Ce rapport est un document consensuel représentant le point de vue de l'Institut canadien pour des choix climatiques. Il ne reflète pas nécessairement les points de vue des organisations auxquelles l'Institut est affiliée. Toute erreur éventuelle dans ce rapport est imputable à l'Institut.

Citation recommandée:

Sawyer, D., R. Ness, D. Clark, et D. Beugin. 2020. La pointe de l'iceberg: composer avec les coûts connus et inconnus des changements climatiques au Canada. Institut canadien pour des choix climatiques.

Copyright ©2020 Institut canadien pour des choix climatiques

Tous droits réservés.

Il est permis de reproduire tout ou partie de cette publication à des fins non commerciales, pour autant que la source soit citée.

Ce projet a été réalisé avec le soutien financier de:



Environment and
Climate Change Canada

Environnement et
Changement climatique Canada

choixclimatiques.ca