Bâtir un Canada résilient

Le comité d'experts sur la résilience aux catastrophes face aux changements climatiques

CCA | CAC

Bâtir un Canada résilient

Le comité d'experts sur la résilience aux catastrophes face aux changements climatiques

CCA | CAC

Conseil des académies canadiennes
180, rue Elgin, bureau 1401, Ottawa (Ontario) Canada K2P 2K3

Le projet sur lequel porte ce rapport a été entrepris avec l'approbation du conseil d'administration du Conseil des académies canadiennes (CAC). Les membres du conseil d'administration sont issus de la Société royale du Canada (SRC), de l'Académie canadienne du génie (ACG) et de l'Académie canadienne des sciences de la santé (ACSS), ainsi que du grand public. Les membres du comité d'experts responsables du rapport ont été choisis par le CAC en raison de leurs compétences particulières et dans le but d'obtenir un éventail équilibré de points de vue.

Ce rapport a été préparé à la demande de Sécurité publique Canada (SP). Les opinions, les constatations et les conclusions exprimées dans cette publication sont celles des auteurs, le comité d'experts sur la résilience aux catastrophes face aux changements climatiques, et ne représentent pas nécessairement les opinions de leurs organisations d'affiliation ou d'emploi, ou de l'organisation commanditaire, la SP.

Bibliothèque et Archives Canada

ISBN: 978-1-990592-08-9 (livre)
978-1-990592-09-6 (livre électronique)

Ce rapport devrait être cité comme suit :

Conseil des académies canadiennes, 2022. *Bâtir un Canada résilient*, Ottawa, ON, le comité d'experts sur la résilience aux catastrophes face aux changements climatiques, Conseil des académies canadiennes.

Image couverture

Un coupe-feu créé au Yukon, courtoisie du gouvernement du Yukon.

Avis de non-responsabilité

Au meilleur de la connaissance du CAC, les données et les informations tirées d'Internet qui figurent dans ce rapport étaient exactes à la date de publication du rapport. En raison de la nature dynamique d'Internet, des ressources gratuites et accessibles au public peuvent subséquemment faire l'objet de restrictions ou de frais d'accès, et l'emplacement des éléments d'information peut changer lorsque les menus et les pages Web sont modifiés.

CCA | CAC

© 2022 Conseil des académies canadiennes
Imprimé à Ottawa, Canada

Canada

Ce projet a été rendu possible grâce au soutien du gouvernement du Canada

Le comité d'experts sur la résilience aux catastrophes face aux changements climatiques aimerait remercier les Inuits, les Métis et les Premières Nations d'avoir assuré l'intendance du territoire qu'on appelle aujourd'hui le Canada. Pendant des générations, les peuples autochtones ont accumulé du savoir et développé des pratiques qui encouragent la résilience de leurs communautés dans un environnement changeant.

Le Conseil des académies canadiennes (CAC) reconnaît que ses bureaux d'Ottawa sont situés sur le territoire ancestral non cédé et non abandonné de la Nation algonquine Anishinaabe, qui a toujours veillé à la terre, à l'eau et à l'air de ce territoire et continue à le faire aujourd'hui. Bien que les bureaux du CAC se trouvent à cet endroit, ses travaux en faveur de la prise de décision éclairée par des données probantes peuvent avoir des bienfaits plus étendus et contribuer, on l'espère, à l'action collective contre les iniquités et les injustices de longue date dont sont victimes les peuples autochtones. Nous sommes déterminés à tirer parti d'un éventail de connaissances et d'expériences afin de guider les politiques qui bâtiront une société plus forte, plus équitable et plus juste.

Le Conseil des académies canadiennes

Le Conseil des académies canadiennes (CAC) est un organisme indépendant à but non lucratif qui réalise des évaluations spécialisées indépendantes, étayées scientifiquement et faisant autorité, dans le but d'éclairer l'élaboration de politiques publiques au Canada. Dirigé par un conseil d'administration et conseillé par un comité consultatif scientifique, le CAC a pour champ d'action la science au sens large, ce qui englobe les sciences naturelles, les sciences humaines et sociales, les sciences de la santé, le génie et les lettres. Les évaluations du CAC sont effectuées par des comités pluridisciplinaires indépendants d'experts provenant du Canada et de l'étranger. Ces évaluations visent à cerner des problèmes nouveaux, des lacunes de nos connaissances, les atouts du Canada, ainsi que les tendances et les pratiques internationales. Ces études fournissent aux décideurs gouvernementaux, aux universitaires et aux parties prenantes l'information de grande qualité dont ils ont besoin pour élaborer des politiques publiques éclairées et innovatrices.

Tous les rapports d'évaluation du CAC sont soumis à un examen formel. Ils sont publiés et mis à la disposition du public sans frais. Des fondations, des organisations non gouvernementales, le secteur privé et tout ordre de gouvernement peuvent soumettre au CAC des questions susceptibles de faire l'objet d'une évaluation.

www.rapports-cac.ca

@cca_reports

Les Académies

Le CAC est soutenu par ses trois académies fondatrices :

La Société royale du Canada (SRC)

Fondée en 1882, la SRC comprend l'Académie des arts, des lettres et des sciences, ainsi que le tout premier organisme canadien de reconnaissance multidisciplinaire destiné à la nouvelle génération d'intellectuels canadiens : le Collège de nouveaux chercheurs et créateurs en art et en science. Sa mission consiste à reconnaître les plus éminents intellectuels, chercheurs et créateurs, à conseiller les gouvernements et les organisations, et à favoriser l'avancement du savoir et de l'innovation au Canada avec d'autres académies nationales partout dans le monde.

L'Académie canadienne du génie (ACG)

L'ACG est l'organisme national par l'entremise duquel les ingénieurs les plus chevronnés et émérites du Canada offrent des conseils stratégiques sur des enjeux d'importance primordiale pour le pays. L'ACG est un organisme indépendant, autonome et à but non lucratif qui a été fondé en 1987. Les Fellows de l'ACG sont nommés et élus par leurs pairs, en fonction de leurs réalisations exceptionnelles et de leurs longs états de service au sein de la profession d'ingénieur. Les Fellows de l'ACG s'engagent à faire en sorte que l'expertise du Canada en ingénierie soit mise à contribution pour le plus grand bien de tous les Canadiens et de toutes les Canadiennes.

L'Académie canadienne des sciences de la santé (ACSS)

L'ACSS reconnaît l'excellence dans les sciences de la santé en nommant ses membres en fonction de leurs réalisations exceptionnelles dans les disciplines universitaires des sciences de la santé au Canada et de leur volonté de servir le public canadien. L'ACSS fournit des évaluations opportunes, factuelles et impartiales sur des sujets qui touchent la santé de la population canadienne, et recommande des solutions stratégiques et réalisables. Fondée en 2004, l'ACSS nomme de nouveaux membres sur une base annuelle. L'ACSS est dirigée par un conseil d'administration constitué de volontaires et par un comité de direction.

Comité d'experts sur la résilience aux catastrophes face aux changements climatiques

Guidé par son comité consultatif scientifique, son conseil d'administration et ses académies fondatrices, le CAC a constitué le comité d'experts sur la résilience aux catastrophes face aux changements climatiques pour mener à bien ce projet. Chacun des membres de ce comité a été choisi pour son expertise, son expérience et son leadership éprouvé dans des domaines pertinents pour le projet.

Scott Vaughan (président), membre principal, Institut international du développement durable; ancien commissaire fédéral de l'environnement et du développement durable (Ottawa, Ont.)

Alain Bourque, directeur général, Ouranos (Montréal, Qc.)

Elliott Cappell, ancien directeur, Changements climatiques, WSP Canada (Toronto, Ont.)

Stephanie E. Chang, professeure, School of Community and Regional Planning (SCARP) et Institute for Resources, Environment and Sustainability (IRES), Université de la Colombie-Britannique (Vancouver, C.-B.)

Jimena Eyzaguirre, directrice de l'équipe internationale et spécialiste principale en adaptation aux changements climatiques, ESSA Technologies Ltd. (Ottawa, Ont.)

Mike Flannigan, titulaire de la Chaire de la C.-B. en recherche sur l'innovation en services prédictifs, Gestion des urgences et science des incendies, Faculté des sciences, Université Thompson Rivers (Kamloops, C.-B.)

Kathryn Hyland, ancienne vice-présidente principale, Gestion des risques, Swiss Re (Toronto, Ont.)

Tara McGee, doyenne associée (Mobilisation et Équité, diversité et inclusivité), Faculté des sciences, et professeure, Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère, Université de l'Alberta (Edmonton, Alb.)

Kevin Quigley, professeur, École d'administration publique, et directeur érudit, Institut MacEachen de politique publique et de gouvernance, Université Dalhousie (Halifax, N.-É.)

Roger Rempel, chef des services techniques adaptés aux changements climatiques, Dillon Consulting (Winnipeg, Man.)

Sarah Sargent, vice-présidente, Programmes de réduction des risques, Croix-Rouge canadienne (Ottawa, Ont.)

Message du président-directeur général

Comme beaucoup de pays dans le monde, le Canada est témoin des répercussions des inondations, des feux de forêt et des vagues de chaleur récents, qui rappellent de façon spectaculaire à quel point les conditions météorologiques extrêmes peuvent être diverses et dommageables. L'augmentation de la fréquence et de la gravité de ces aléas met à l'épreuve la résilience des individus, des collectivités et de l'infrastructure. Les approches actuelles de gestion des risques, souvent pensées pour des événements uniques, sont parfois insuffisantes pour se préparer aux futurs aléas découlant, notamment, de ces événements, en particulier quand les aléas se chevauchent.

Bien qu'on parle alors souvent de catastrophes *naturelles*, le terme est de plus en plus abandonné. En effet, les aléas peuvent se transformer en catastrophe quand les personnes et les biens sont menacés sans qu'ils bénéficient d'un renfort ou d'une protection appropriés. Réduire les risques de catastrophe nécessitera une approche multidimensionnelle qui améliorera la résilience des gens et des systèmes. Les interventions intégrées sont plus efficientes et efficaces et permettent de mieux exploiter les ressources limitées. C'est dans ce contexte que Sécurité publique Canada a demandé au CAC d'examiner les possibilités de mieux intégrer les mesures d'adaptation aux changements climatiques et de réduction des risques de catastrophe pour accroître la résilience. Celui-ci a donc constitué un comité d'experts du développement durable, de l'assurance, de l'aménagement, des politiques et de la résilience.

Bâtir un Canada résilient recense les mesures essentielles pour réduire la vulnérabilité et l'exposition aux aléas naturels grâce à l'intégration de l'adaptation aux changements climatiques et de la réduction des risques de catastrophe. Ce rapport présente des exemples utiles aux gouvernements, aux entreprises, aux individus et aux autres parties prenantes. Il vient s'ajouter à la collection croissante de rapports du CAC sur le climat et sur l'environnement, notamment à celui qui évalue les données probantes pour promouvoir des méthodes intégrées de gestion des ressources naturelles et à celui examinant les principaux risques des changements climatiques pour le Canada.

Le comité d'experts, présidé par Scott Vaughan, a eu à relever le défi supplémentaire de devoir effectuer ses travaux entièrement de façon virtuelle et je remercie chacun de ses membres pour sa disponibilité et son dévouement au projet. Merci également au conseil d'administration et au comité consultatif scientifique du CAC, ainsi qu'à ses trois académies fondatrices — soit la Société royale du Canada, l'Académie canadienne du génie et l'Académie canadienne des sciences de la santé — pour leurs conseils et leur supervision tout au long de l'évaluation.

Eric M. Meslin, Ph. D, MSRC, MACSS
Président-directeur général, Conseil des académies canadiennes

Message du président

Les événements météorologiques extrêmes touchent des milliers de familles canadiennes, mettent à mal les capacités des premiers répondants, augmentent les coûts assurés et les coûts économiques au sens large des catastrophes et font la une des médias. Les répercussions de ces événements n'ont jamais été aussi graves que durant l'été et l'automne 2021. Plus d'une douzaine de records de température ont été fracassés au Canada, Squamish, en Colombie-Britannique, ayant atteint plus de 40 °C. Le bureau du coroner de la province a enregistré une hausse de 300 % des décès inattendus durant la semaine du 25 juin, laquelle a été attribuée aux vagues de chaleur qui ont touché durant plusieurs jours l'ouest du Canada et des États-Unis. Durant l'été, la chaleur extrême a alimenté des milliers de feux de forêt, qui ont notamment provoqué la destruction de Lytton et d'immenses dommages à Monte Lake, deux villes de la Colombie-Britannique. En novembre 2021, la même région a été frappée par des inondations sans précédent. Des précipitations inégalées ont déclenché des glissements de terrain dans des zones où la végétation avait disparu pendant l'été, illustrant les effets tragiques, dangereux et coûteux des aléas en cascade.

En plus des coûts économiques, ces événements ont eu des conséquences psychologiques et sur le bien-être des personnes et des familles déplacées et à risque, qui perdureront probablement longtemps. Les fermiers, de la région du Lower Mainland en Colombie-Britannique jusqu'au nord-ouest de l'Ontario, en passant par les Prairies, ont fait face à une sécheresse extrême et exceptionnelle tout au long de 2021, qui a compromis la qualité de l'eau, les cultures et la santé du bétail. Il y a 50 ans, le musicien Paul Simon écrivait « I get the news I need on the weather report » (Tout ce que j'ai besoin de savoir, je l'ai par le bulletin météo). En 2021, ça s'est avéré exact.

Les anciennes pratiques traitaient nombre de ces événements météorologiques comme des anomalies — des événements exceptionnels qui ne se produisent que tous les 100 ans. Mais avec la hausse de 1,7 °C des températures moyennes au Canada — bien plus que la moyenne mondiale — l'augmentation des événements météorologiques extrêmes constitue la nouvelle normalité, une normalité plus hostile. De plus, le sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, publié en 2021, relève que de nombreux impacts climatiques sont à présent irréversibles.

Notre rapport définit des façons de renforcer l'aptitude des foyers, des collectivités, des secteurs économiques et des institutions canadiens à anticiper, atténuer et prévenir les dommages de ces événements météorologiques extrêmes, et à s'y préparer. Le comité d'experts a principalement cherché à déterminer les

moyens d'intégrer la réduction des risques de catastrophe et l'adaptation climatique. Il a assumé avec plaisir son mandat de déterminer des cheminements efficaces pour parvenir à cette intégration afin de promouvoir la sécurité de la population canadienne.

Parmi les opportunités recensées dans ce rapport, l'accès à des données complètes, accessibles et solides sur les événements météorologiques extrêmes est primordiale à l'échelle pancanadienne. Ces données peuvent appuyer les interventions sur les risques de catastrophe et la planification et le déploiement de l'adaptation climatique de la même façon que les données de Statistique Canada appuient la gestion et la planification économiques. Le comité d'experts souligne le rôle important joué par les spécialistes pour relayer et fournir les données afin qu'elles puissent servir à l'échelle de la collectivité, de la région, du foyer et des entreprises. Le comité s'est également penché sur les avancées des travaux entrepris dans les secteurs de la finance publique et privée, de l'assurance et de la réassurance pour mieux préparer les Canadiens à davantage d'événements météorologiques extrêmes. Il a par exemple relevé la réduction des primes d'assurance pour les maisons équipées de clapets antiretour, le soutien à de meilleurs codes du bâtiment et pratiques d'ingénierie pour rendre les édifices à l'épreuve des changements climatiques et la dissuasion des propriétaires de construire ou reconstruire dans des plaines inondables.

Le troisième élément sur lequel ce rapport se concentre est la nécessité d'aider la prise de décision à l'échelon *adéquat* : si les plans nationaux et les budgets fédéraux et provinciaux permettent d'améliorer la résilience climatique, les collectivités locales sont les mieux placées pour prévoir et réduire les risques et les aléas, et même les empêcher de se transformer en catastrophes naturelles. Mais le plus urgent est d'aider les communautés autochtones dans la préparation et la résilience aux catastrophes, notamment en faisant appel au savoir autochtone et local.

Étant donné les défis qui nous attendent, j'espère que notre rapport aidera à s'attaquer aux risques connus et à venir par une harmonisation plus étroite des milieux de la réduction des risques de catastrophe et de l'adaptation climatique. J'aimerais remercier Sécurité publique Canada de nous avoir confié ce mandat considérable. Je tiens également à exprimer ma sincère gratitude au personnel du secrétariat du CAC qui a été formidable tout au long du processus. Et enfin, merci énormément aux membres du comité d'experts pour leur immense expertise et pour leur capacité d'écoute et leur désir de travailler et d'apprendre ensemble.

Scott Vaughan
Président, comité d'experts sur la résilience aux catastrophes face aux changements climatiques

Personnel du projet du Conseil des académies canadiennes

Équipe d'évaluation :	**Jérôme Marty**, directeur de projet
	Suzanne Loney, associée de recherche principale
	Dane Berry, associé de recherche
	Vasa Lukich, associée de recherche
	Meagan Siemaszkiewicz, chercheure
	Weronika Zych, coordinatrice de projet principale
	Tijs Creutzberg, Directeur des évaluations

Avec la participation de :

Conception	gordongroup
Révision	Lisa Muirhead / Firefly Communications
Traduction, En-Fr	François Abraham, traducteur agréé, Communications Léon inc.

Examen du rapport

La version préliminaire de ce rapport a été revue par des examinateurs choisis par le CAC pour la diversité de leurs points de vue et de leurs domaines d'expertise. Ces examinateurs ont évalué l'objectivité et la qualité du rapport. Le comité a étudié intégralement leurs observations confidentielles et a intégré bon nombre de leurs suggestions. Le CAC ne leur a pas demandé de cautionner les conclusions du rapport et ils n'ont pas vu la version finale avant publication. La responsabilité du contenu final de ce rapport incombe entièrement au comité qui l'a rédigé et au CAC.

Le CAC tient à remercier les personnes suivantes pour leur examen du présent rapport :

Maureen J. Chapman, chef et conseillère principale, Première Nation Stó:lo et Skawahlook (Agassiz, C.-B.)

Robin S. Cox, professeure et directrice, laboratoire ResilienceByDesign, Université Royal Roads (Victoria, C.-B.)

Mark Crosweller, fondateur et directeur, Ethical Intelligence (New South Wales, Australie)

Blair Feltmate, chef, Centre Intact d'adaptation au climat, Université de Waterloo (Waterloo, Ont.)

Robert Glasser, chef, Australian Centre for Climate and Security, Australian Strategic Policy Institute (Canberra, Australie)

Ilan Kelman, professeur en catastrophes et santé, University College London (London, Royaume-Uni); professeur II, Université d'Agder (Kristiansand, Norvège)

Anne Kendrick, consultante indépendante; ancienne conseillère principale en politiques, Inuit Tapiriit Kanatami (Ottawa, Ont.)

Ian Mauro, directeur général, Prairie Climate Centre; et professeur associé, Département de géographie, Université de Winnipeg (Winnipeg, Man.)

Tamsin Mills, conseillère en résilience, spécialiste principale en développement durable, Ville de Vancouver (Vancouver, C.-B.)

Alyson Slater, directrice principale, Finances durables, Global Risk Institute in Financial Services (Toronto, Ont.)

Francis Zwiers, directeur, Pacific Climate Impacts Consortium, Université de Victoria (Victoria, C.-B.)

L'examen par les pairs a été supervisé au nom du conseil d'administration et du comité consultatif scientifique du CAC par **Jackie Dawson**, titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur l'environnement, la société et les politiques, et professeure titulaire, Département de géographie, Université d'Ottawa. Son rôle était de veiller à ce que le comité d'experts prenne en considération de façon entière et équitable les avis des examinateurs. Le conseil d'administration du CAC n'autorise la publication du rapport d'un comité d'experts qu'une fois que la personne chargée de superviser l'examen du rapport confirme que le rapport satisfait bien aux exigences du CAC. Le CAC remercie la professeure Dawson d'avoir supervisé consciencieusement l'examen du rapport.

Remerciements

Le comité d'experts et le CAC aimeraient exprimer leur sincère gratitude aux personnes suivantes qui ont effectué de précieuses recherches originales pour ce projet :

Amy Cardinal Christianson, chercheure scientifique en aspect social des feux de forêt, Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada (Edmonton, Alb.)

Tom De Groeve, sous-chef de l'Unité de gestion des risques de catastrophe, Centre commun de recherche de la Commission européenne (Ispra, Italie)

David Diabo, conseiller spécial, Services d'urgence, Assemblée des Premières Nations (Ottawa, Ont.)

Anne Hammill, directrice principale, Résilience, Institut international du développement durable (Toronto, Ont.)

David Murchison, vice-président, International, Institut sur la gouvernance (Ottawa, Ont.)

Brenda Murphy, ancienne coprésidente, groupe de travail sur la résilience autochtone, Plate-forme du Canada pour la réduction des risques de catastrophe; et professeure et présidente, Justice sociale et environnementale (premier cycle) et Justice sociale et mobilisation communautaire (cycles supérieurs), Université Wilfrid Laurier (Brantford, Ont.)

Erin Myers, conseiller en environnement et en changements climatiques, Ralliement national des Métis (Ottawa, Ont.)

Madeleine Redfern, résidente, Ajungi Arctic Consulting (Iqaluit, Nun.)

Sommaire

Chaque année apporte de nouvelles preuves que la population canadienne est de plus en plus exposée aux aléas en raison des changements climatiques. En 2020, si la pandémie mondiale a fait la manchette, les catastrophes climatiques ont causé 2,4 milliards de dollars de dommages. En 2021, l'ouest du pays a souffert d'une vague de chaleur sans précédent, qui a causé des centaines de morts et de nombreux feux de forêt. Avec la hausse de la fréquence et de la gravité des événements météorologiques extrêmes, les pertes assurées dues à ces événements atteignent des milliards de dollars chaque année. Cependant, ces chiffres sous-estiment grandement les répercussions en raison (i) du fait qu'une vaste proportion de ces pertes ne sont pas assurées et (ii) du potentiel de ces événements d'entraîner des décès, la destruction d'habitats naturels et autres préjudices. La probabilité de catastrophes simultanées multiples augmente également à mesure que les changements climatiques s'intensifient, tout comme les possibilités d'événements en cascade et de non-linéarité, en vertu de laquelle une faible augmentation de la gravité d'un aléa produit des conséquences démesurées. La plupart des systèmes actuels de gestion des risques n'évoluent pas assez rapidement pour suivre le rythme des changements environnementaux, ce qui produit une atmosphère croissante de crise. En novembre 2021, un peu plus de 2 000 gouvernements dans 37 pays, et notamment la Chambre des communes au Canada et 517 administrations locales, ont déclaré l'urgence climatique. Cette décision prouve que les collectivités sont de plus en plus à risque et que l'action actuelle est insuffisante face aux défis que posent les changements climatiques.

Comme les aléas climatiques s'éloignent de plus en plus des normes historiques, afin de minimiser l'exposition et la vulnérabilité à ces menaces, il faut tirer pleinement profit de l'éventail de connaissances et de ressources disponibles — quel que soit la discipline ou le ministère d'où elles proviennent. Les silos disciplinaires et bureaucratiques conduisent souvent à une utilisation inefficace des ressources et à l'absence de coordination et d'harmonisation. L'adaptation aux changements climatiques (ici appelée simplement « adaptation ») et la réduction des risques de catastrophe (RRC) se sont développées séparément et principalement en parallèle en ce qui concerne la recherche, les politiques et les pratiques. Des différences de terminologie, d'institutions, de culture, de valeurs et d'intérêts limitent l'intégration efficace de ces deux domaines, ce qui empêche souvent de progresser sur le chemin de l'amélioration de la résilience.

Devant ce problème et face aux perturbations et aux dommages provoqués par les catastrophes et les aléas dus aux changements climatiques, Sécurité publique Canada (SP) a demandé au conseil des académies canadiennes (CAC) de constituer comité d'experts afin de répondre à la question suivante :

Quelles sont les principales possibilités d'améliorer la résilience aux catastrophes naturelles au Canada par une meilleure intégration de la recherche et des pratiques en matière de réduction des risques de catastrophe et d'adaptation aux changements climatiques?

Le CAC a donc formé un comité d'experts interdisciplinaires en adaptation et en RRC, qui s'est réuni virtuellement en 2020 et en 2021 pour évaluer les données probantes et discuter de son mandat.

Constatations du rapport

Les gouvernements, les entreprises, les collectivités et les foyers s'adaptent aux changements climatiques. Le comité d'experts a analysé une vaste gamme de données probantes et d'exemples provenant des gouvernements et d'autres acteurs qui cherchent à améliorer la résilience aux aléas climatiques par une meilleure intégration de l'adaptation et de la RRC. Que ce soit les villes qui obligent à végétaliser les toits pour réduire les effets des vagues de chaleur et les inondations urbaines, les investisseurs qui réclament une meilleure communication des risques climatiques ou les programmes d'aide publique après une catastrophe qui encouragent à reconstruire de façon à mieux supporter les futurs aléas, il existe de nombreuses manières d'intégrer plus efficacement l'adaptation et la RRC pour réduire les risques. Au Canada, les gouvernements et les collectivités peuvent tirer des leçons des initiatives menées à l'étranger, bien qu'en raison des différences de contexte, il soit nécessaire d'adapter les politiques, les pratiques ou les programmes à la situation locale. Les constatations qui suivent résument l'examen de l'ensemble des données probantes effectué par le comité d'experts et les points de vue de ses membres.

Constatation 1 : L'incapacité constante à entièrement intégrer l'adaptation aux changements climatiques dans les activités, les politiques et les outils de RRC nuit à l'efficacité et à l'effet des investissements publics dans la résilience aux catastrophes, et laisse les collectivités canadiennes exposées aux risques.

Dans toute société, les ressources dont on dispose pour améliorer la résilience aux catastrophes sont limitées; maximiser leurs avantages nécessite d'y investir de façon à profiter des synergies et du renforcement mutuel tout en évitant les dédoublements. Toutefois, les structures et les approches actuelles de RRC ne permettent souvent pas le déploiement optimal de ces ressources. Au niveau le plus élémentaire, la plupart des gouvernements sous-investissent constamment dans l'atténuation, ce qui se traduit par des interventions et un rétablissement insuffisants. Les analyses actuelles indiquent que les coûts de la préparation et de l'atténuation sont bien moindres que les économies que ces mesures permettent de réaliser. Par exemple, les dépenses en atténuation des inondations sont un investissement particulièrement judicieux : une analyse canadienne a révélé que chaque dollar dépensé dans la réduction des risques d'inondation des sous-sols résidentiels permettait d'économiser 11 $ et a constaté que la mise en œuvre des outils et des lignes directrices de l'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base du gouvernement du Canada pourrait engendrer des bénéfices annuels de 4,7 milliards de dollars. Une étude effectuée aux États-Unis a estimé le ratio bénéfices-coûts moyen d'adopter des codes du bâtiment modèles dernier cri à 6:1 pour les aléas d'inondation fluviale et à 10:1 pour les aléas éoliens. Il existe d'ailleurs une abondance de données probantes bien documentées qui indiquent que les investissements proactifs soigneusement pensés dans la résilience aux catastrophes permettent de réaliser des économies financières à long terme. Enfin, l'ampleur des demandes d'aide financière pour l'intervention et le rétablissement déposées en vertu des Accords d'aide financière en cas de catastrophe souligne encore la nécessité d'accorder la priorité aux investissements qui réduisent les impacts des catastrophes avant qu'elles surviennent.

Dans un climat changeant, les normes historiques utilisées jusqu'ici pour éclairer ces investissements ne constituent plus un guide fiable. Ce constat est bien connu en théorie, mais bien trop souvent, peu d'efforts sont faits pour adapter la prise de décision en conséquence. Les codes, les normes et les cartes des inondations reposant en partie sur les données climatiques historiques en sont un bon exemple. Les évaluations des risques bénéficient également d'une approche intégrée. Les analyses tous risques complètes qui établissent et prennent en considération l'ensemble du portrait des risques — qu'ils soient dus aux aléas climatiques ou autre — indiquent l'endroit exact où les ressources sont les plus nécessaires, permettent de déterminer les solutions qui s'attaquent à plusieurs

risques et améliorent la connaissance des liens entre ces risques. Toutefois, il n'existe pas d'évaluation tous risques intégrée et publique au Canada; il est donc difficile de comparer les risques et de déployer stratégiquement les ressources là où elles seraient les plus avantageuses. S'appuyer sur les évaluations des risques pour guider l'aménagement du territoire peut entraîner la réduction ou l'élimination complète de ces risques ou du repli. Et lorsqu'il n'est pas possible de prévenir les aléas, élaborer et mettre en application des codes et des normes qui exploitent les données sur les changements climatiques permet de mieux préparer les structures physiques afin qu'elles supportent les effets de ces aléas. Si ces mesures ne sont pas prises, les collectivités et les individus se prépareront pour les catastrophes d'hier et non pour celles de demain.

Constatation 2 : La réussite de l'intégration de l'adaptation et de la RRC exige de surmonter des obstacles tels que les silos disciplinaires et ministériels, les différences conceptuelles et terminologiques et la non-concordance des compétences, tout en tenant compte des perceptions et des biais cognitifs qui influencent la prise de décision.

Il est peu probable que les efforts pour stimuler une intégration accrue entre l'adaptation et la RRC réussissent s'ils ne prévoient pas les entraves courantes aux progrès. Certains obstacles viennent du fait que ces domaines fonctionnent dans des cadres et des échelles différents, souvent dans des ministères distincts et selon une terminologie distincte. Le fait que la RRC se concentre en permanence sur la réponse aux urgences n'offre pas les moyens adéquats d'effectuer une préparation, une prévention et une atténuation plus générales, encore moins d'inclure l'adaptation. L'intégration peut être favorisée par le partage de connaissances et la collaboration, ainsi que par la coordination interorganismes et l'adaptation des mandats institutionnels quand l'adaptation, la préparation et l'intervention sont confiées à différents organismes.

Le manque d'harmonisation des responsabilités et des ressources entre les différents ordres de gouvernement (ou entre les ministères et organismes d'un même gouvernement) nuit également aux progrès. Les gouvernements autochtones et les administrations municipales sont souvent les mieux placés pour gérer les risques croissants de catastrophe en raison de leur meilleure connaissance des conditions locales et des capacités de la collectivité, mais ils n'ont pas les ressources ou les pouvoirs pour prendre des mesures efficaces. En effet, les pouvoirs des municipalités leur sont octroyés par les provinces, et de nombreux investissements ou mesures de réduction des risques doivent être approuvés par le gouvernement provincial. De plus, les municipalités dépendent des taxes foncières pour leurs revenus, ce qui met les flux de recettes en contradiction avec les mesures d'aménagement qui pourraient réduire l'exposition des populations et de l'infrastructure aux aléas connus. D'autres défis se dressent

encore devant les petites municipalités et les collectivités éloignées, où les ressources sont rares et les services essentiels sont déjà submergés ou inexistants. L'intégration efficace entre l'adaptation et la RRC exige fréquemment la mise sur pied de structures et de plateformes collaboratives. Cette collaboration permet de surmonter les incohérences grâce à la reconnaissance explicite des rôles et des responsabilités et jette les bases d'un partage efficace des ressources et des connaissances.

Les deux domaines partagent d'autres obstacles à l'amélioration de la résilience. Le fait que les individus décident ou non de prendre des mesures de protection et la façon dont ils les prennent dépendent de leur traitement des renseignements sur les risques qu'ils reçoivent, de leur évaluation de la menace et de leur jugement quant à la probabilité qu'une ou plusieurs interventions soient réalisables et efficaces. La perception du risque est façonnée par de nombreux facteurs, comme l'expérience et le contexte social. De plus, des biais cognitifs communs contribuent à la réflexion à court terme, à l'inertie et à l'optimisme quant aux risques. Ces biais contrecarrent les efforts de renforcement de la résilience aux catastrophes de la même façon qu'ils freinent les efforts d'adaptation proactive aux changements climatiques. La recherche sur les facteurs décrits ci-dessus éclaire sur la façon de mieux concevoir les programmes — et en particulier le matériel de communication — pour motiver les investissements dans la résilience face à ces obstacles.

Constatation 3 : L'intégration de l'adaptation et de la RRC nécessite une combinaison de i) systèmes d'information adaptés aux besoins des décideurs et ii) d'un financement et de mécanismes d'assurance souples qui favorisent l'investissement proactif.

L'amélioration des connaissances est souvent la première étape de l'intégration de l'adaptation dans la RRC. Cependant, le comité a recensé plusieurs lacunes en ce qui concerne les renseignements au Canada, notamment le manque de qualité et de disponibilité des données sur les événements météorologiques extrêmes (en particulier dans les endroits éloignés) et l'insuffisance des données sur les catastrophes et des analyses économiques des coûts et des avantages de l'adaptation. Il est essentiel de disposer de données comparables et complètes, produites rapidement, pour surveiller et mesurer l'évolution des risques dans le temps, mais la Base de données canadienne sur les catastrophes ne répond pour l'instant pas à ce besoin. Il est également nécessaire d'approfondir la recherche sur les solutions fondées sur la nature. L'intérêt pour ce type de solution et pour les possibilités qu'elles offrent de réduire les risques climatiques sont croissants, mais un manque de données probantes sur leur efficacité lorsqu'elles sont mises en œuvre sur une grande échelle géographique (et sur de longues périodes) fait qu'il est difficile d'évaluer leur potentiel réel. De plus, une documentation plus

étoffée sur les meilleures pratiques et des lignes directrices techniques les concernant pourraient faciliter un plus grand déploiement de ces stratégies. De plus, des données sur les coûts et les économies relatifs des investissements dans la résilience aux catastrophes permettraient de cerner les domaines prioritaires et de clarifier les analyses de rentabilité. Enfin, le fait que l'on continue à peu recourir au savoir autochtone et local et à sous-utiliser l'expertise des catastrophes acquise par les organisations autochtones et dans les communautés autochtones nuit à la résilience aux catastrophes au pays.

Malgré tout, le comité d'experts a recensé de nombreuses approches prometteuses. Grâce à des investissements axés sur l'expansion des données climatiques de forte résolution et sur les renseignements concernant les événements météorologiques extrêmes, les décideurs seront mieux outillés pour établir des stratégies de RRC efficaces à l'échelon local. Utiliser le savoir autochtone et local pour intégrer la RRC et l'adaptation peut aussi améliorer la connaissance des risques et des mesures à prendre, ce qui pourrait accroître la résilience tout en produisant une multitude d'autres avantages, comme l'autonomisation des communautés et la gestion durable des ressources. De même, les évaluations tous risques qui incluent les projections climatiques constituent pour les décideurs et les praticiens l'un des moyens d'intégration les plus utiles. S'assurer que les renseignements obtenus par ce type d'évaluation sont entièrement accessibles au public (c.-à-d. à la fois disponibles et facilement compréhensibles sans connaissances spécialisées ou expertise) améliorera encore leur utilité et leur valeur. Enfin, par une communication efficace des risques, on peut répondre aux besoins des collectivités de façon rapide et exhaustive, et les intermédiaires du savoir sont un instrument essentiel de cette communication. Agissant comme médiateurs entre les chercheurs et les utilisateurs d'enseignement, ils facilitent le dialogue et une prise de décision efficace, même dans l'incertitude.

Les polices d'assurance, le financement public et l'investissement privé jouent également un rôle dans le soutien de l'action, de nombreuses façons. Les polices d'assurance habitation peuvent sensibiliser aux risques de catastrophe, récompenser les activités d'atténuation des risques (voire les exiger) et garantir la stabilité financière en cas de préjudice. Les partenariats public-privé constituent un moyen d'accroître la couverture d'assurance lorsque les risques sont élevés et que l'abordabilité est problématique; ils peuvent être extrêmement utiles face aux changements climatiques, alors que la concentration de personnes et de biens dans les régions exposées aux aléas s'accroît. Les programmes d'aide publique en cas de catastrophe peuvent être ajustés pour encourager les décideurs à prendre d'autres mesures de protection et à rebâtir différemment — et même, ailleurs — lorsqu'une catastrophe se produit. L'amélioration de la communication des risques physiques des changements climatiques par les entreprises fait en sorte que les

investisseurs disposent de meilleures connaissances, stimule l'allocation de capital et encourage l'atténuation des risques. Les investissements publics dans l'infrastructure aident également à accroître la résilience, surtout lorsque les projets sont évalués selon une optique climatique, qui accroît leur valeur et leur longévité.

Constatation 4 : La collaboration pansociétale ainsi que les mandats gouvernementaux sont nécessaires pour opérationnaliser l'intégration.

La complexité des risques de catastrophe — que ce soit en ce qui concerne la variété des aléas, l'étendue géographique et l'échelle de compétences concernées, l'interconnectivité des systèmes actuels et les possibilités d'impact en cascade et la multitude de facteurs qui influencent l'exposition et la vulnérabilité — justifie une réponse complexe. Aucune autorité ne possède à elle seule les connaissances, la capacité et le pouvoir d'agir sur tous les fronts. Les stratégies complètes de renforcement de la résilience aux catastrophes nécessitent plutôt la collaboration des gouvernements, de la société civile, du secteur privé et des foyers. Tirer profit des connaissances et des capacités des collectivités locales est essentiel pour que les activités et les politiques de RRC et d'adaptation parviennent à accroître cette résilience, et cela favorise l'acceptation des décisions. En outre, si les politiques, les règlements, les codes et les normes stimulent les avancées locales, les mandats doivent aller de pair avec des ressources financières adéquates et des renseignements pertinents à l'échelon de la collectivité. Les gouvernements centraux peuvent fournir un financement et des renseignements essentiels, tout en assumant un rôle vital de coordination afin de garantir une délimitation claire des responsabilités entre les acteurs et une orientation régionale complémentaire. Enfin, un processus décisionnel plus transparent grâce à la collaboration dans l'ensemble de la société ou à des audits publics après une catastrophe peut stimuler la participation de la population et la reddition de comptes. Cependant, toutes ces interventions reposent sur des valeurs : les risques reconnus par une société dépendent des valeurs, et ces valeurs éclairent ensuite les choix que la société fera quant à la gestion des risques.

L'efficacité de la RRC et de l'adaptation repose sur des renseignements disponibles, accessibles et applicables à un ensemble de contextes décisionnels, ainsi que sur un financement, des investissements et des programmes et des polices d'assurance qui incitent à l'action appropriée. Les structures de gouvernance adéquates servent ensuite à intégrer la RRC et l'adaptation, notamment par la combinaison de processus pansociétaux ascendants et de mandats gouvernementaux descendants. Tous ces éléments s'unissent pour déclencher l'action à l'échelle de l'individu, du quartier, de la ville et de la région afin de diminuer les aléas, la vulnérabilité et l'exposition face aux changements climatiques (figure 1). Il existe aussi des moyens limités de modérer les aléas,

comme le verdissement urbain qui abaisse la température et la gestion du combustible qui prévient les incendies. Cependant, l'éventail de stratégies de réduction de l'exposition est plus vaste, par exemple l'aménagement du territoire pour prévenir la construction dans les secteurs exposés, le repli planifié et l'infrastructure de protection. De même, il est possible de réduire la vulnérabilité physique à l'aide de codes et de normes ainsi que de mesures d'entretien des collectivités et des résidences, tandis que la vulnérabilité sociale peut être atténuée par des mécanismes communautaires tels que la conception de centres de rafraîchissement et l'établissement de redondances dans les systèmes d'infrastructure les chaînes d'approvisionnement.

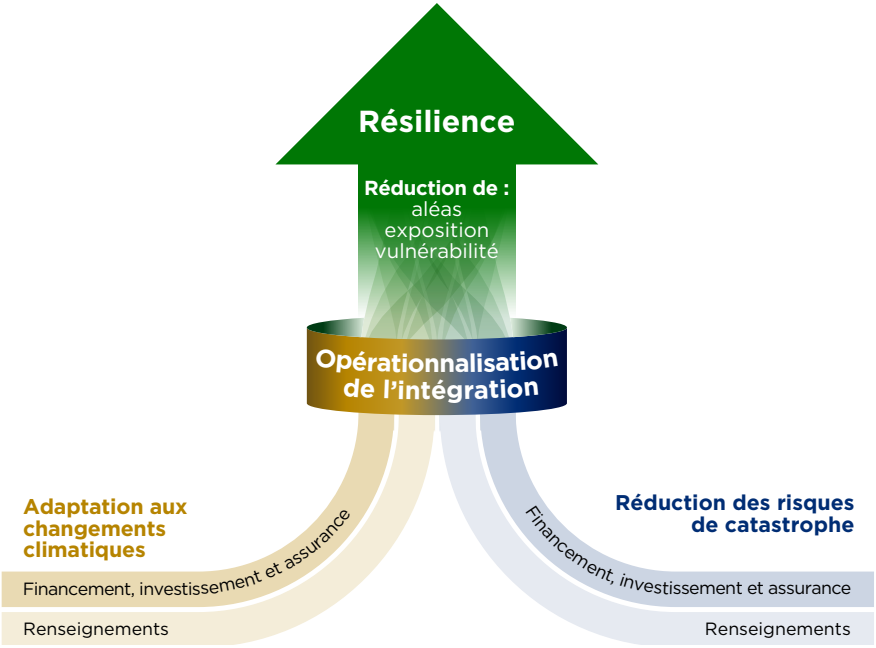


Figure 1 Cadre conceptuel d'amélioration de la résilience aux catastrophes par l'intégration de la RRC et de l'adaptation

Il est possible d'améliorer la résilience aux catastrophes par l'intégration de la RRC et de l'adaptation. En particulier, les sources d'information, les programmes de financement, les choix d'investissement et des offres d'assurance qui tiennent compte des changements climatiques ainsi que d'autres facteurs de la RRC contribueront à une prise de décision plus efficace. L'intégration exige que les systèmes opérationnalisent ces outils et interventions grâce à la participation de l'ensemble de la société, au leadership local et à une législation convenablement mise en application.

Vers un futur plus résilient

Les catastrophes climatiques ne sont ni naturelles ni inévitables. Elles découlent d'interactions entre des collectivités et des aléas qui se matérialisent naturellement et sont les conséquences de choix humains à l'échelle individuelle comme sociétale. Il est essentiel d'admettre l'existence du choix pour créer la reddition de comptes et motiver l'action afin de gérer les risques de catastrophe face aux changements climatiques, mais il est également essentiel de reconnaître que de nombreux acteurs — surtout les groupes vulnérables — se heurtent à diverses contraintes qui limitent ce choix. L'intégration de l'adaptation et de la RRC n'est qu'une des facettes de l'amélioration de la résilience. Cette amélioration peut aussi s'effectuer en s'attaquant aux causes profondes de la vulnérabilité de la société, ce qui requiert de répondre à d'autres besoins sociaux, comme le soutien des populations vulnérables, la réduction des inégalités des revenus et l'allègement de la pauvreté. De même, les progrès en matière de conciliation et d'autonomie gouvernementale autochtone renforceront la résilience en accroissant l'autodétermination et en améliorant les relations intergouvernementales. Enfin, la résilience des collectivités est liée à la résilience des écosystèmes dont elles dépendent; pour qu'une méthode d'évaluation et d'entretien de la résilience globale soit exhaustive, elle doit inclure de faire de plus gros efforts pour comprendre et améliorer la résilience des systèmes naturels face aux aléas que produisent les changements climatiques. Dans tous les domaines, comme pour l'atténuation des changements climatiques en général, les choix que nous faisons collectivement aujourd'hui détermineront le degré auquel nos collectivités demeureront vulnérables et exposées aux aléas climatiques dans les décennies à venir.

Abréviations

ETR	évaluation tous risques
BDC	Base de données canadienne sur les catastrophes
RRC	réduction des risques de catastrophe
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
PAGU	Programme d'aide à la gestion des urgences
PIB	produit intérieur brut
GES	gaz à effet de serre
IDF	intensité-durée-fréquence
SAL	savoir autochtone et local
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
ONG	organisation non gouvernementale
CVIIP	Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques
SP	Sécurité publique Canada
TCFD	Groupe de travail sur la divulgation de l'information financière relative aux changements climatiques

Table des matières

1 Introduction 1

1.1 Mandat du comité d'experts 4

1.2 Méthode du comité d'experts 5

1.3 Impacts et conséquences de la COVID-19 14

1.4 Structure du rapport. 16

2 Contexte et motivation. 17

2.1 Réduction des risques de catastrophe 18

2.2 Adaptation aux changements climatiques 28

2.3 Intégration de la réduction des risques de catastrophe et de l'adaptation aux changements climatiques 33

2.4 Conclusion 42

3 Principales interventions permettant de renforcer la résilience aux catastrophes 43

3.1 Réduction des aléas 45

3.2 Réduction de l'exposition aux aléas 49

3.3 Réduction de la vulnérabilité aux aléas 58

3.4 Conclusion 65

4 Connaissances permettant de renforcer la résilience aux catastrophes 67

4.1 Obstacles et incitations actuels 69

4.2 Approches prometteuses 77

4.3 Capacités 92

4.4 Principales occasions d'intégration 93

5 Assurance, financement et investissement dans la résilience aux catastrophes 95

5.1 Obstacles et incitations actuels 97

5.2 Approches prometteuses 105

5.3 Capacités 115

5.4 Principales occasions d'intégration 117

6 Opérationnalisation de l'intégration de la RRC et de l'adaptation 118

6.1 Former des coalitions efficaces pour améliorer la résilience aux catastrophes 120

6.2 Action forcée pour améliorer la résilience aux catastrophes 137

6.3 Principales occasions d'opérationnaliser l'intégration . . . 142

7 Vers un futur plus résilient 143

7.1 Choisir la résilience. 144

7.2 Réflexions du comité d'experts. 145

Références 148

1

Introduction

1.1 Mandat du comité d'experts
1.2 Méthode du comité d'experts
1.3 Impacts et conséquences de la COVID-19
1.4 Structure du rapport

Une ville canadienne de taille moyenne est frappée par une inondation majeure et un vieux réseau de digues et de talus conçu pour une inondation tous les 50 ans se rompt. L'état d'urgence est déclaré : des gens périssent et sont blessés et de nombreuses maisons et entreprises sont endommagées. On savait que certains des bâtiments touchés étaient construits sur une plaine inondable, mais l'administration locale avait autorisé la construction extensive pour répondre à la pression démographique croissante et pour engranger les taxes foncières nécessaires au financement de projets municipaux. En revanche, l'inondation d'autres édifices est une surprise totale parce que les cartes des zones inondables dont on disposait étaient périmées et ne tenaient pas compte des changements climatiques. Par la suite, de nombreux propriétaires découvrent que leur assurance ne couvre pas les dommages causés par les inondations. Ceux qui sont assurés doivent reconstruire selon les mêmes codes du bâtiment et normes que ceux utilisés à l'origine. Parce qu'ils n'ont justement pas d'assurance et peu d'économies, ce sont les citoyens à faibles revenus qui supportent le plus lourd du fardeau de la catastrophe, et ils doivent compter sur l'aide publique en cas de catastrophe naturelle pour pouvoir reconstruire au mieux. Tous les résidents font face à des perturbations de leur quotidien. Certains doivent déposer une demande d'assurance-emploi, car plusieurs entreprises sont temporairement fermées, et le stress fait énormément de victimes dans la plupart des foyers. La collectivité se rebâtit, mais la table est de nouveau mise pour la prochaine catastrophe.

Dans un autre futur, cette même ville subit la même inondation, mais les conséquences sont extrêmement différentes. Peu de bâtiments sont endommagés et il n'y a pas de blessés graves. La majeure partie de la plaine inondable est inhabitée, hormis quelques propriétés historiques, en raison du programme de reprise des propriétés financé par le gouvernement. Des investissements relativement peu coûteux dans les défenses contre les inondations naturelles sur les terres publiques ont permis de réaliser d'importantes économies, car les terres humides absorbent la majeure partie de l'eau. Les propriétaires des maisons et des entreprises qui n'ont pas subi d'inondation étaient conscients des risques grâce à des cartes des zones inondables à jour et à un travail proactif de la collectivité sur les risques d'inondation; de plus, ils avaient été incités à investir dans des mesures efficaces d'atténuation de ces risques. Les dommages produits étaient couverts par les assurances, et les polices encouragent une reconstruction judicieuse qui améliore la résilience en cas de future inondation. Le même événement météorologique est survenu, mais aucune catastrophe ne s'en est suivi.

Ce récit simplifié ne reflète pas toute la complexité et l'étendue de la résilience aux catastrophes naturelles; par exemple, il n'explique pas que les conséquences les plus dommageables d'une telle catastrophe sur une communauté autochtone

peuvent résulter des effets sur la santé mentale d'évacuations ne répondant pas aux besoins et aux valeurs de la communauté (Chambre des communes, 2018). Néanmoins, les éléments soulignés ici démontrent la position précaire dans laquelle le Canada se trouve. Les décisions relatives à l'utilisation des sols, la croissance démographique et le développement économique rapide ont grandement accru l'exposition des populations, et haussé le coût des pertes ces dernières décennies. Les changements climatiques modifient la fréquence, la gravité et la répartition des risques naturels, ce qui amplifie les risques.

En 2020, les catastrophes naturelles ont causé 2,4 milliards de dollars de dommages assurés au Canada, dont 1,3 milliard seulement pour les tempêtes de grêle qui se sont abattues sur Calgary (BAC, 2021). Le *Global Risks Report 2021*, publié par le Forum Économique Mondial, a constaté que l'inaction face aux événements météorologiques et climatiques extrêmes constitue l'un des plus gros risques qui pèsent sur les sociétés dans le monde (WEF, 2021). On ressent aujourd'hui les répercussions des changements climatiques et selon les projections, elles seront plus fréquentes et intenses dans le futur, ce qui souligne la nécessité d'une action immédiate pour réduire les risques de futures catastrophes (Zhang *et al.*, 2019). Même avec de fortes mesures mondiales de réduction des gaz à effets de serre (GES), le réchauffement que nous subissons actuellement et celui qui se produira avant que les émissions anthropiques nettes soient complètement éliminées vont perdurer (Flato *et al.*, 2019). Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) observe que « nombre des changements dus aux émissions de gaz à effet de serre passées et futures sont irréversibles pour des siècles ou des millénaires, notamment les modifications subies par les océans, les calottes glaciaires et le niveau de la mer à l'échelle mondiale » (GIEC, 2021). Selon la Commission mondiale sur l'adaptation (GCA, 2019), « choisir entre l'adaptation et l'atténuation [des changements climatiques] est un faux choix — nous devons faire les deux » [traduction libre].

Face au pressant besoin de composer avec des risques climatiques croissants, la Chambre des communes a déclaré l'urgence climatique nationale en 2019 pour presser le Canada d'atteindre ses cibles de réduction des émissions et inciter à d'autre réduction des GES (Chambre des communes, 2019; Jackson, 2019). Cette déclaration s'inscrit dans une tendance mondiale; en novembre 2021, un peu plus de 2 000 gouvernements dans 37 pays, et notamment 517 administrations locales au Canada, avaient déclaré l'urgence climatique (CED, 2021). Même pendant la pandémie de COVID-19, nombreux sont ceux qui affirment que les changements climatiques sont une menace encore plus grande, qui exige une attention immédiate à l'échelle planétaire (Chapagain et Steer, 2020; Fuentes *et al.*, 2020; FMI, 2021).

Ce rapport répertorie un ensemble de pratiques actuelles et de nouvelles mesures visant à réduire la vulnérabilité et l'exposition aux aléas naturels grâce à l'intégration de l'adaptation aux changements climatiques (appelée « adaptation » dans le présent rapport) et de la réduction des risques de catastrophe (RRC). Ces mesures sont diverses, et englobent des interventions structurales (p. ex. levées, ouvrages longitudinaux) et non structurales (p. ex. repli planifié, assurance); cependant, elles reposent sur des fondements communs, soit des renseignements accessibles et à jour, un financement et des incitations d'assurance suffisants et une gouvernance coordonnée et collaborative. Elles coïncident avec l'appel de la Commission mondiale sur l'adaptation à révolutionner notre connaissance des risques climatiques, à financer les actions requises et à planifier (GCA, 2019). Améliorer la résilience des personnes, des collectivités et de l'environnement bâti est un processus crucial, qui nécessite une approche multidimensionnelle.

1.1 Mandat du comité d'experts

Face à la fréquence et à la gravité croissantes de nombreux aléas dans un climat changeant et à l'ampleur des perturbations et des dommages provoqués par les récentes catastrophes naturelles au Canada, Sécurité publique Canada (SP, le commanditaire) a demandé au Conseil des académies canadiennes (CAC) de former un comité d'experts pour répondre à la question et aux sous-questions suivantes :

Quelles sont les principales possibilités d'améliorer la résilience aux catastrophes naturelles au Canada par une meilleure intégration de la recherche et des pratiques en matière de réduction des risques de catastrophe et d'adaptation aux changements climatiques?

- Quels obstacles, incitations et contre-incitations institutionnels empêchent l'intégration efficace de l'adaptation aux changements climatiques et de la gestion des risques de catastrophe au Canada?
- Quels outils, sources de données, méthodes et cadres climatiques sont sous-utilisés dans les efforts actuels de réduction des risques de catastrophe au Canada? Quels outils, sources de données, méthodes et cadres de réduction des risques de catastrophe sont sous-utilisés dans les initiatives et pratiques d'adaptation climatique?
- Quelles sont les capacités d'adaptation et de réduction des risques de catastrophe requises pour améliorer la résilience aux catastrophes naturelles d'origine climatique à l'avenir?

Le CAC a constitué un comité d'experts interdisciplinaires connaissant l'adaptation et la RRC et provenant d'horizons différents, notamment du développement durable, de l'assurance, de l'aménagement, des politiques et de la résilience. Le comité d'experts sur la résilience aux catastrophes face aux changements climatiques avait pour mandat de déterminer les obstacles actuels à l'intégration de l'adaptation et de la RRC, ainsi que les approches prometteuses pour améliorer la résilience aux catastrophes par une meilleure intégration. Il s'est réuni virtuellement en 2020 et en 2021 pour évaluer les données probantes et débattre de son mandat.

1.2 Méthode du comité d'experts

1.2.1 Terminologie

Il est fréquent que les milieux de la RRC et de l'adaptation définissent les termes essentiels et interprètent des concepts identiques de façon différente (Birkmann *et al.*, 2009). À la lumière de ce constat, le comité d'experts s'est attaché à établir des définitions claires et convenues et à bien comprendre la terminologie pour éviter la confusion et permettre une communication efficace à un vaste éventail de publics. L'encadré 1.1 présente les définitions adoptées pour les principaux termes utilisés dans ce rapport.

Encadré 1.1 Définition des termes principaux

Adaptation : « Pour les systèmes humains, démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu ainsi qu'à ses conséquences, de manière à en atténuer les effets préjudiciables et en exploiter les effets bénéfiques. Pour les systèmes naturels [...] l'intervention humaine peut faciliter l'adaptation au climat attendu et à ses conséquences » (GIEC, 2018).

Catastrophe : « Perturbation grave du fonctionnement d'une communauté ou d'une société à n'importe quel niveau par suite d'événements dangereux, dont les répercussions dépendent des conditions d'exposition, de la vulnérabilité et des capacités de la communauté ou de la société concernée, et qui peuvent provoquer des pertes humaines ou matérielles ou avoir des conséquences sur les plans économique et environnemental » [traduction libre] (UNDRR, 2016).

(Continue)

(a continué)

Réduction des risques de catastrophe : « Concept et pratiques visant à réduire les risques de catastrophe par l'analyse et la gestion systématiques des divers facteurs à l'origine des catastrophes, notamment par la mise en place de mesures permettant de prévenir ou d'atténuer l'exposition aux aléas, de réduire les vulnérabilités des personnes et de la société, de gérer de façon stratégique le territoire et l'environnement, d'améliorer la préparation aux catastrophes, d'établir des plans et des interventions concertées ainsi que des mesures de rétablissement s'inscrivant dans une perspective de développement durable » (MREM, 2017).

Gestion des urgences (catastrophes) : « Organisation, planification et application des mesures visant à se préparer aux catastrophes, à intervenir quand elles se produisent et à se rétablir par la suite » [traduction libre] (UNDRR, 2016).

Exposition : « Présence de personnes, de moyens de subsistance, d'espèces ou d'écosystèmes, de fonctions, ressources ou services environnementaux, d'éléments d'infrastructure ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans le lieu ou dans un cadre susceptible de subir des dommages » (GIEC, 2018).

Aléa : « Processus, phénomène ou activité humain susceptible d'entraîner des pertes de vies humaines, des blessures ou d'autres effets sur la santé, des dégâts touchant les biens, des perturbations socioéconomiques ou une dégradation de l'environnement » [traduction libre] (UNDRR, 2016).

Mesure d'atténuation : Le comité d'experts a suivi l'usage que le milieu de la RRC fait de ce terme, et défini une mesure d'atténuation comme « la réduction ou la limitation de l'impact négatif des aléas et des catastrophes » (UNDRR, 2016). Il faut toutefois noter que la communauté de l'adaptation dans son ensemble, GIEC compris, utilise ce terme pour faire référence aux « interventions humaines visant à réduire les émissions ou à renforcer les puits de gaz à effet de serre » (GIEC, 2018). Le report utilise donc ce terme dans le premier sens (tout comme les spécialistes des risques de catastrophe).

Risque : « Conséquences éventuelles et incertaines d'un événement sur quelque chose ayant une valeur, compte dûment tenu de la diversité des valeurs. Le risque est souvent représenté comme la probabilité d'occurrence de tendances ou d'événements dangereux que viennent amplifier les conséquences de tels phénomènes ou tendances lorsqu'ils

(Continue)

(a continué)

se produisent. Le risque découle des interactions de la vulnérabilité, de l'exposition et des aléas » (GIEC, 2014).

Résilience : « La capacité d'un système, d'une communauté ou d'une société exposée aux aléas d'y résister et de les absorber, de s'adapter à leurs effets et de s'en relever rapidement et efficacement, notamment en préservant et en rétablissant ses structures et fonctions essentielles par la gestion du risque » [traduction libre] (UNDRR, 2016).

Vulnérabilité : « Conditions déterminées par des facteurs ou processus physiques, sociaux, économiques et environnementaux qui accentuent sensibilité d'une personne, d'une communauté, de biens ou de systèmes ou les effets des aléas » [traduction libre] (UNDRR, 2016).

L'*adaptation* a pour objectif de limiter les préjudices susceptibles de résulter des changements climatiques ou de tirer profit des nouvelles possibilités créées par les changements climatiques (GIEC, 2018). Les catastrophes sont clairement une des sources possibles de ces préjudices; l'adaptation inclut donc les mesures prises pour éviter ou réduire leurs effets négatifs. Le concept de réduction des risques de catastrophe regroupe l'ensemble des mesures visant à « se préparer aux catastrophes, à intervenir quand elles se produisent et à se rétablir par la suite » [traduction libre] (UNDRR, 2016).

Au Canada, le terme *gestion des urgences* est traditionnellement employé pour décrire les activités de préparation et d'intervention. Cependant, à la suite de la signature par le Canada du cadre de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe 2015–2030 de l'ONU (le cadre de Sendai), la Stratégie de sécurité civile pour le Canada, élaborée par les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux, a élargi la définition de cette expression pour qu'elle inclue des éléments de la RRC (MREM, 2017). Toutefois, dans un souci de cohérence avec les définitions internationales, le comité d'experts a décidé de s'appuyer sur une signification étroite et plus couramment utilisée, soit le regroupement des mesures et des acteurs qui interviennent dans les domaines traditionnels de la préparation et de l'intervention. La seule exception à cette règle concerne les renvois à des documents tels que la Stratégie de sécurité civile pour le Canada et les débats sur le titre des ministères, des ministres ou des spécialistes dont le rôle peut dépasser la préparation et l'intervention.

Le concept de risque est primordial en ce qui concerne l'adaptation et la RRC. Dans le contexte des catastrophes et des changements climatiques, le risque est souvent décrit comme découlant des aléas, de l'exposition et de la vulnérabilité

(GIEC, 2012)[1]. Les *aléas* sont des processus ou des phénomènes susceptibles de causer des dommages ou des préjudices aux gens ou à l'environnement bâti. Les températures extrêmes, les fortes précipitations, les inondations, les forts vents et les feux de forêt sont des exemples d'aléas. Cependant, la capacité des aléas à causer des préjudices dépend de l'exposition et de la vulnérabilité. L'*exposition* correspond au degré auquel l'endroit où se trouvent les gens, les biens ou les collectivités est propice aux aléas (p. ex. présence d'habitations ou de bâtiments dans une plaine inondable ou collectivité située dans une zone où les tornades sont fréquentes). La *vulnérabilité* traduit la susceptibilité des gens ou des collectivités à subir des préjudices, compte tenu de leurs caractéristiques et de leur capacité d'adaptation. Pour les gens ou les collectivités, par exemple, la vulnérabilité est fonction, notamment, de l'état et la qualité de l'infrastructure physique, des caractéristiques socioéconomiques, du capital social et de l'interdépendance, de l'état de santé et de l'âge et de la préparation des institutions (GIEC, 2012; UNDRR, 2016).

Le comité d'experts souligne que les aléas tels que les inondations et les feux de forêt sont parfois inévitables, mais que « les catastrophes sont souvent la conséquence de décisions d'aménagement qui mettent en danger les gens et les biens » [traduction libre] (Bogdan *et al.*, 2020). Après que Fort McMurray a été gravement touchée par des feux de forêt et par une inondation, des quartiers comme Waterways ont été rebâtis dans la plaine inondable, malgré qu'on en connaissait les risques (Bogdan *et al.*, 2020). En mai 2020, la ville a été de nouveau inondée, provoquant l'évacuation de 13 000 personnes et entraînant un décès et des dommages estimés à 100 millions de dollars (Antoneshyn, 2020; Bogdan *et al.*, 2020). Dans la mesure où une catastrophe est une conséquence de décisions prises par les gouvernements, des institutions et des individus, le comité d'experts fait remarquer que qualifier des catastrophes de *naturelles* peut être trompeur; le rapport évite donc d'utiliser le terme *catastrophe naturelle* pour lui préférer tout simplement *catastrophe* lorsqu'il est fait référence aux conséquences des événements météorologiques qui y sont abordés. Dans les cas où des données particulières sont présentées, le terme *catastrophe climatique* est utilisé par souci de précision.

1 Dans certaines publications, le risque est uniquement fonction des aléas et de la vulnérabilité, l'exposition constituant un élément de la vulnérabilité (Kelman, 2018).

1.2.2 Décisions concernant la portée

La RRC et l'adaptation ne sont que deux éléments de la multitude d'axes d'intervention essentiels au renforcement de la résilience aux catastrophes. De nombreuses analyses de cette résilience ont relevé ses déterminants sous-jacents, soulignant des facteurs tels que le capital social, la santé publique, le développement économique et la capacité institutionnelle (U.S. National Research Council, 2012; Rockefeller Foundation et ARUP, 2014; Hill et Martinez-Diaz, 2020). Le comité d'experts reconnaît que réaliser des progrès dans ces autres domaines aidera également les efforts d'amélioration de l'adaptation et de la RRC et contribuera à accroître la résilience. Cependant, l'étude détaillée de ces domaines complémentaires dépasse la portée de ce rapport; ce dernier est plutôt axé sur les champs pour lesquels l'intégration de la RRC et de l'adaptation est la plus justifiée, ainsi que sur les actions devant être entreprises, le soutien en matière de renseignements, de financement, d'investissement et d'assurance requis et les processus de gouvernance les mieux à même de permettre ces progrès. La figure 1.1 situe le domaine d'étude dans le contexte général de la résilience aux catastrophes.

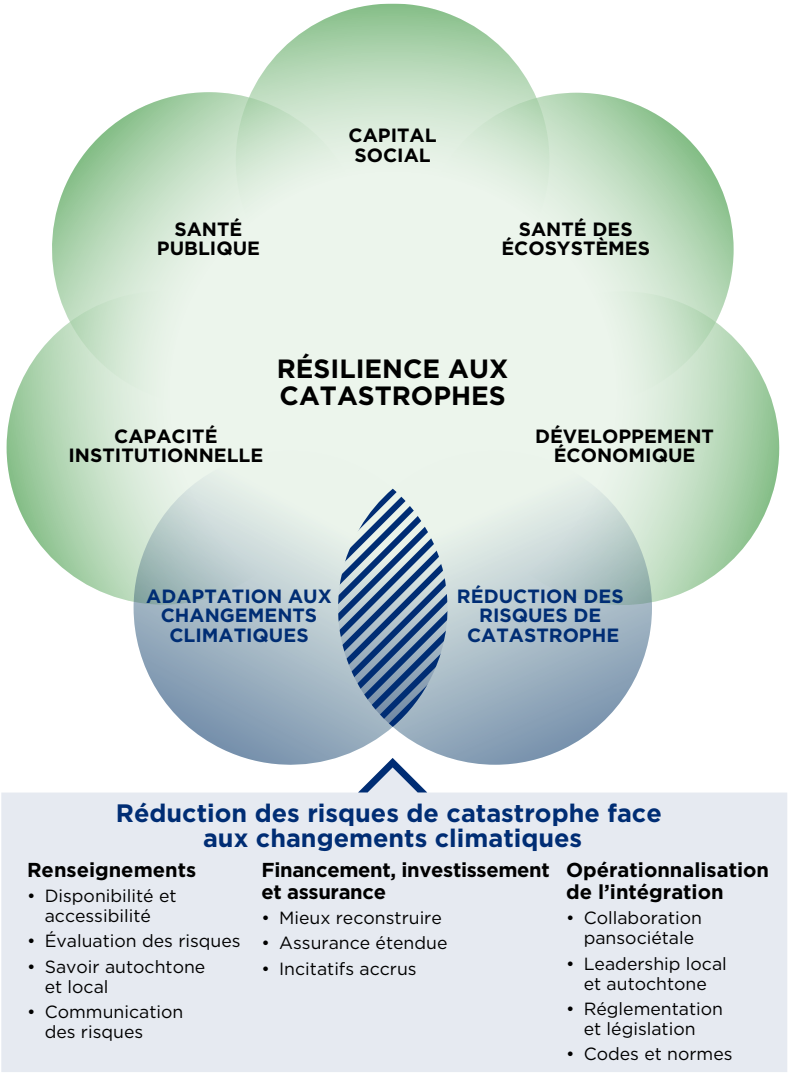


Figure 1.1 Portée du rapport

Renforcer la résilience exige plus que la simple intégration de l'adaptation aux changements climatiques et de la RRC. Bien que la capacité institutionnelle, la santé publique, le capital social, la santé des écosystèmes et le développement économique soient cruciaux pour accroître la résilience globale, cette évaluation se concentre sur le chevauchement entre la RRC et l'adaptation et sur certaines des principales possibilités d'intégration. Pour profiter de ces possibilités, d'importantes activités dans le domaine de l'information, du financement, de l'investissement et de l'assurance doivent être exécutées et opérationnalisées grâce à la collaboration pansociétale, au leadership local et à une législation convenablement mise en application.

Dans ce rapport, l'analyse du comité d'experts se focalise sur les catastrophes dues à des événements météorologiques soudains (forts orages, extrêmes de température, tornades, tempêtes de glace, tempêtes hivernales et inondations) et à des feux de forêt lorsque les conditions climatiques et météorologiques peuvent être des facteurs contributifs. Bien qu'importante pour la réduction à long terme des risques, l'atténuation des changements climatiques (c.-à-d. les politiques et les mesures de réduction des émissions de GES) ne fait pas l'objet du rapport.

Le comité d'experts reconnaît également que de nombreux éléments de la RRC et de l'adaptation ne demandent pas d'intégration. L'adaptation comprend des mesures prises pour s'ajuster à des changements graduels ou permanents du climat qui peuvent ne pas mener à des événements susceptibles d'être qualifiés de catastrophes. Aider la migration des espèces d'arbres vers le nord et vers le haut des pentes, où les conditions climatiques sont plus favorables, et cultiver d'autres cultures agricoles qui seront plus fructueuses dans les nouvelles conditions climatiques et dans celles de demain sont deux exemples d'activités d'adaptation qui dépassent le cadre de ce rapport. Dans la RRC, les activités entreprises pendant ou immédiatement après une catastrophe (p. ex. les services paramédicaux, la lutte contre les incendies ou l'évacuation) n'offrent pas autant de possibilités d'intégration que celles qui conduisent à une catastrophe ou qui sont exécutées en vue du rétablissement. Par conséquent, le rapport met l'accent sur les interventions en amont d'un événement et plus loin en aval, plutôt que sur la réponse immédiate.

1.2.3 Planification axée sur les capacités

La planification axée sur les capacités a été adoptée par les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux pour coordonner les efforts d'amélioration de la résilience aux catastrophes (GC, s.d.). Ce concept d'origine militaire est défini comme « la planification, dans l'incertitude, visant à procurer les capacités adaptées à un vaste éventail de difficultés lorsque l'on travaille dans un cadre économique qui nécessite l'établissement de priorités et des choix » [traduction libre] (Davis, 2002). Il prend en considération et gère l'incertitude, et met l'accent sur la dépendance à des capacités transférables qui forment les fondations pouvant être reconfigurées selon les besoins particuliers de chaque situation (Davis, 2002; U.S. National Research Council, 2005).

Au sein du gouvernement du Canada, les capacités sont définies comme « des catégories ou des regroupements logiques de fonctions visant l'atteinte d'effets communs en matière de gestion des mesures d'urgence » [traduction libre] (GC, s.d.). Sa capacité peut être évaluée sous l'angle de la *compétence* (c.-à-d. possédons-nous les compétences ou les connaissances?) et de la *capacité* (c.-à-d. que pouvons-nous produire?) (GC, s.d.). Pour maximiser l'efficacité des investissements dans la RRC, il faut tout d'abord prioriser les capacités qui sont communes à tous les types

de catastrophes, puis les compléter par des capacités propres à chaque aléa (MREM, 2017). Le gouvernement du Canada, les provinces et les territoires ont déterminé 37 capacités fondamentales correspondant aux 5 priorités d'amélioration de la résilience canadienne d'ici à 2030, par le biais de leurs ministres de la sécurité civile respectifs (tableau 1.1).

Tableau 1.1 Liste des capacités fondamentales pour le Canada

Améliorer la collaboration et la gouvernance pansociétales pour renforcer la résilience	• Interopérabilité pansociétale • Gouvernance pansociétale • Collaboration pansociétale • Collaboration des peuples autochtones
Améliorer la connaissance des risques de catastrophe dans tous les secteurs de la société	• Évaluation des risques • Partage des renseignements • Surveillance des aléas et alerte rapide • Information et sensibilisation de la population
Davantage se concentrer sur les mesures de prévention et d'atténuation des catastrophes dans l'ensemble de la société	• Résilience de l'infrastructure critique • Résilience des biens • Planification de la gestion des urgences • Sécurité et interdiction • Mesures de réduction des risques structuraux • Mesures de réduction des risques non structuraux • Mesures de réduction des risques pour l'environnement naturel
Améliorer la capacité d'intervention en cas de catastrophe et de coordination et favoriser la création de nouvelles capacités	• Alerte de la population en cas d'urgence • Évacuation et transport d'urgence • Sécurité opérationnelle • Ressources d'intervention spécialisées — recherche et sauvetage en cas de catastrophe • Ressources d'intervention spécialisée — matières dangereuses et chimiques, biologiques, radiologiques, nucléaires ou explosives (CBRNE) • Ressources d'intervention spécialisée — inondations • Ressources d'intervention spécialisée — feux de forêt en zone périurbaine • Santé publique et services médicaux d'urgence • Coordination opérationnelle • Communications opérationnelles • Conseil juridique et financier d'urgence • Logistique d'urgence • Services sociaux d'urgence • Service de gestion des victimes décédées • Formation et éducation • Exercices

(Continue)

(a continué)

Renforcer les efforts de rétablissement en reconstruisant mieux pour minimiser les conséquences des futures catastrophes	• Rétablissement de l'infrastructure critique • Santé psychosociale • Redressement environnemental • Redressement culturel • Reprise économique • Rétablissement des biens

Source : GC (s.d.)

Les ministres fédéral, provinciaux et territoriaux de la sécurité civile ont dressé une liste de capacités fondamentales applicables à une large gamme de catastrophes. Ces capacités sont des groupes fonctionnels créés pour établir une terminologie commune afin de présenter les aspects fondamentaux de la gestion des urgences. Ils décrivent les tâches ayant des effets communs dans tout le système de gestion des urgences.

Selon le comité d'experts, en raison de l'insuffisance des documents d'aide à la mise en œuvre et de communication décrivant ces capacités et leurs possibilités d'application dans le cadre de la planification, l'utilité de ces capacités est limitée. Il est peu probable que les décideurs en dehors des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux en bénéficient sous leur forme actuelle. On ne sait pas bien non plus comment ces gouvernements utilisent la planification axée sur les capacités pour mener à bien leurs entreprises. Le comité constate que ce cadre semble principalement reposer sur les capacités techniques nécessaires juste après une catastrophe. Les efforts cherchant à étendre ce cadre à la prévention et à l'atténuation des catastrophes et au rétablissement semblent relativement superficiels et n'indiquent pas de domaine tangible d'expertise. Par exemple, il n'est pas clair comment *l'interopérabilité pansociétale* pourrait être mise en pratique pour accroître la résilience. De même, l'inclusion de capacités vagues comme la *gouvernance pansociétale* est problématique. Des capacités telles que la *résilience de l'infrastructure critique* ou les *mesures de réduction des risques structuraux* englobent un vaste éventail d'approches, de connaissances et de compétences sous-jacentes; par conséquent, il est difficile d'être spécifique. Le comité d'experts observe également que cette approche ne tient pas adéquatement compte des capacités relatives à l'adaptation. En raison de ces lacunes, plutôt que de travailler à l'intérieur de ce cadre, il s'est concentré sur les champs d'expertise et la formation techniques plus étroits qui peuvent contribuer à améliorer la RRC dans un climat changeant. Ceux-ci sont soulignés tout au long de rapport.

1.2.4 Sources de données probantes

Le comité d'experts a pris en considération plusieurs sources de données probantes. Le processus de recherche a été précédé d'examens préliminaires des publications universitaires portant sur les catastrophes au Canada, sur la RRC, sur l'adaptation et sur le savoir autochtone et local (SAL). Ces études structurées ont permis de répertorier les domaines majeurs de la recherche, qui ont servi à établir les bases du travail du comité. Elles ont été complétées par une recherche continue et par les suggestions du comité d'experts à mesure de la rédaction du rapport.

Étant donné le rôle important joué par les politiques gouvernementales pour guider les pratiques favorisant la résilience, les publications parallèles documentant les mesures et les programmes élaborés par les gouvernements au Canada et à l'étranger ont été cruciales pour ce rapport. Les rapports de synthèse du GIEC (GIEC, 2012) et les rapports du U.S. Global Change Research Program (USGCRP, 2018) et du Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophe (UNDRR, 2019) ont éclairé l'analyse effectuée par le comité d'experts et ont fourni une riche bibliographie, qui a ensuite été utilisée pour déterminer d'autres données probantes.

Aucune nouvelle recherche n'a été commandée pour ce rapport; cependant, plusieurs experts en dehors du comité ont été invités à faire connaître leurs expériences et leurs connaissances. Les renseignements obtenus grâce à leur apport ont servi à combler les lacunes dans les données probantes publiées, à faire avancer la recherche et à approfondir la compréhension, les réflexions et les délibérations du comité d'experts.

1.3 Impacts et conséquences de la COVID-19

Les risques posés par les aléas naturels n'ont pas diminué durant la COVID-19, et les interventions d'urgence ont dû continuer, malgré des capacités et des ressources déjà mises à mal (Phillips *et al.*, 2020). Ces catastrophes concurrentes ont accru la vulnérabilité et ont créé des problèmes en cascade, comme ceux observés durant les feux de forêt de 2020 en Californie (Stern, 2020). Des ordres de confinement et d'évacuation ont été donnés simultanément dans les régions propices aux incendies, ce qui a amplifié la confusion chez les populations vulnérables (Stern, 2020). La fumée provenant de ces incendies a contribué à la dégradation de la qualité de l'air dans des villes canadiennes comme Vancouver, où s'abriter à l'intérieur n'a pas suffi à filtrer les particules (Miljure, 2020). La fumée des feux de forêt contribue considérablement à la pollution de l'air, qui nuit au fonctionnement des poumons plusieurs années après l'exposition (Orr *et al.*, 2020). On s'inquiète que cette pollution puisse aggraver les problèmes de santé des personnes infectées par le virus (Fahys, 2020; BCLA, 2021).

L'adaptation et la RRC ont également été explicitement prises en compte dans l'établissement du fonds de relance après la COVID-19 afin d'améliorer la résilience aux futures catastrophes. En août 2020, le gouvernement fédéral a annoncé un nouveau volet de financement Résilience à la COVID-19 rattaché au Programme d'infrastructure Investir dans le Canada, qui permet transférer jusqu'à 3,3 milliards de dollars provenant d'autres volets du programme (INFC, 2020a). Ces fonds peuvent être utilisés pour les « projets d'atténuation et d'adaptation, y compris l'infrastructure naturelle, l'atténuation des inondations et des incendies, la plantation d'arbres » (INFC, 2020a). Dans son rapport final et ses recommandations, le Groupe de travail pour une reprise économique résiliente insiste également sur la résilience climatique dans le rétablissement après la pandémie (TFRR, 2020). Ce rapport recommande d'effectuer d'importants investissements dans l'infrastructure naturelle, dans l'infrastructure durable régie par les peuples autochtones et dans des codes et des normes adaptés aux changements climatiques pour promouvoir la résilience aux événements météorologiques extrêmes.

1.4 Structure du rapport

Le rapport est structuré de la façon suivante :

Le **chapitre 2** situe le rapport dans le contexte des tendances actuelles en matière de catastrophes et de climat, définit les rôles et responsabilités des gouvernements et plaide en faveur de l'intégration entre la RRC et l'adaptation.

Le **chapitre 3** étudie les principales activités permettant d'influencer les aléas et de réduire l'exposition et la vulnérabilité par l'intégration de la RRC et de l'adaptation.

Le **chapitre 4** se penche sur le rôle des systèmes intégrés d'information pour améliorer la résilience.

Le **chapitre 5** traite de l'importance de l'intégration dans le financement public, dans les marchés publics et dans l'assurance.

Le **chapitre 6** aborde les possibilités d'opérationnalisation de l'intégration pour améliorer la résilience aux catastrophes.

Le **chapitre 7** présente les réflexions finales du comité d'experts en lien avec son mandat.

2

Contexte et motivation

2.1 Réduction des risques de catastrophe

2.2 Adaptation aux changements climatiques

2.3 Intégration de la réduction des risques de catastrophe et de l'adaptation aux changements climatiques

2.4 Conclusion

Constatations du chapitre

- Les catastrophes d'origine climatique sont en augmentation au Canada, tout comme les coûts qui leur sont associés. Les changements climatiques contribuent au phénomène, en augmentant la fréquence et la gravité des aléas naturels.
- En raison de l'important chevauchement entre la RRC et l'adaptation, les méthodes intégrées d'exécution des programmes procurent de l'efficience tout accroissant l'efficacité. Cependant, à cause des structures et des processus organisationnels actuels, cette intégration est difficile à réaliser.
- Les facteurs de motivation et les biais cognitifs communs à la fois à la RRC et à l'adaptation mettent en évidence l'intérêt d'une même approche de l'amélioration de la résilience à l'avenir.

Traditionnellement, la RRC et l'adaptation s'effectuaient par l'entremise d'initiatives distinctes de groupes séparés, mais on admet de plus en plus que ces axes d'intervention sont interconnectés. Ce chapitre situe les travaux du comité d'experts dans le contexte des tendances observées en ce qui concerne les catastrophes et le climat, décrit les rôles et responsabilités du secteur public contemporain dans la RRC et l'adaptation et présente la motivation générale à améliorer l'intégration entre ces deux domaines.

2.1 Réduction des risques de catastrophe

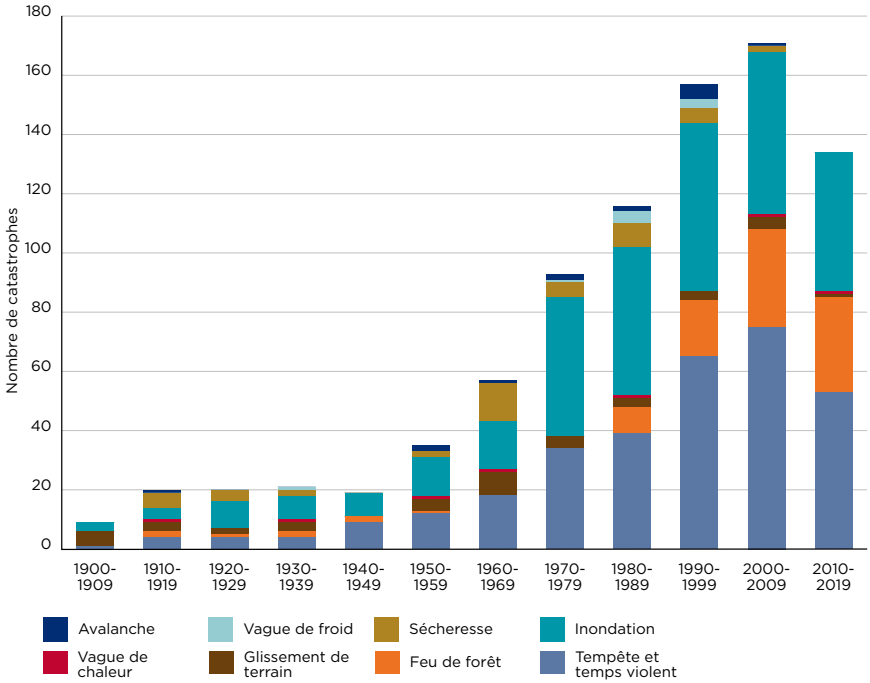
La nature et l'ampleur des risques de catastrophe évoluent sous l'effet de facteurs tels que les modèles d'implantation humaine, l'accumulation de richesse et les changements climatiques. Cette section décrit cette tendance, ses impacts économiques et les répercussions possibles des changements climatiques sur les risques de catastrophe future. Elle explique également la répartition des rôles et responsabilités concernant la RRC au Canada.

2.1.1 Tendances en matière de catastrophes

La fréquence des catastrophes d'origine climatique enregistrées au Canada est en hausse

L'énorme superficie du Canada et sa grande variabilité climatique et géographique en font un pays propice à un vaste éventail d'aléas climatiques, comme les

températures chaudes et froides extrêmes, les inondations, les sécheresses, les feux de forêt, les tempêtes hivernales, la pluie verglaçante, la grêle, les tornades, les avalanches et les glissements de terrain. Mais les aléas ne se transforment en catastrophe que lorsqu'ils causent des dommages aux gens ou aux biens. La Base de données canadienne sur les catastrophes (BDC) définit une catastrophe entre autres comme un événement dans lequel 10 personnes ou plus ont été tuées ou 100 personnes ou plus ont été blessées, infectées, évacuées ou se sont trouvées sans logement (SP, 2019a). À partir de renseignements issus de la BDC, la figure 2.1 illustre les tendances à long terme dans la fréquence de ces types de catastrophes par décennie, depuis le début des années 1900 (SP, 2019a). Jusqu'aux années 1960, le Canada subissait en moyenne moins de 30 catastrophes d'origine climatique par décennie. Cependant, à partir du milieu du siècle, il a connu une augmentation de cette fréquence et dernièrement, plus de 100 catastrophes par décennie se sont abattues sur lui. Toutefois, le comité d'experts a constaté que la BDC n'était mise à jour que périodiquement et que les données les plus récentes disponibles correspondaient à 2019; la faiblesse des données canadiennes sur les catastrophes est examinée à la section 4.1.1. De plus, les tendances à long terme concernant la fréquence et les répercussions des catastrophes devraient être interprétées avec prudence parce que le recueil de données n'est pas normalisé (SP, 2019a).



Source des données : SP (2019a)

Figure 2.1 Fréquence des catastrophes d'origine climatique au Canada

La figure représente toutes les catastrophes d'origine climatique enregistrées dans la BDC (ces catastrophes sont principalement déclarées comme Naturel — Météorologique - hydrologique) entre 1902 et 2019 (SP, 2019a). La catégorie des orages et événements météorologiques graves comprend les catastrophes classées comme Ouragan / ouragan / tempête tropicale, Onde de tempête, Orages et orages graves, Tornade, Tempête hivernale et Tempête-non précisée/autre. Les renseignements pour la décennie la plus récente sont peut-être incomplets à cause des retards de saisie des données.

La majeure partie de la hausse graduelle des coûts des catastrophes peut être attribuée à la hausse de l'exposition. Depuis 1960, la population canadienne a plus que doublé et l'économie du pays a été multipliée par plus de six (Banque mondiale, 2020). La croissance de la population et des biens a mené à une augmentation consécutive de l'exposition aux aléas naturels. Les changements dans l'utilisation des sols ont également contribué à la hausse de l'exposition, par exemple en raison de l'expansion de l'implantation humaine et des activités industrielles dans des régions plus boisées et présentant donc un plus grand risque de feux de forêt (Peter et Wang, 2006). De même, en raison de l'imperméabilité de leurs surfaces, les zones urbaines ont généralement une plus faible capacité à absorber les eaux pluviales, ce qui produit un important ruissellement (ECO, 2018).

Les inondations et les feux de forêt sont parmi les catastrophes les plus courantes au Canada, les inondations représentant 37 % des catastrophes d'origine climatique enregistrée dans la BDC (SP, 2019a). Depuis les années 1990, le Canada a subi, en moyenne, 5 inondations catastrophiques par année (SP, 2019a). Environ 8 000 feux de forêt se produisent annuellement au Canada, brûlant en moyenne environ 2,5 millions d'hectares (RNCan, 2019). Selon la BDC, entre 1900 et 2016, 101 catastrophes dues à des feux de forêt sont survenues au Canada, entraînant collectivement 372 décès, l'évacuation de plus de 400 000 personnes et des dommages dépassant 5,8 milliards de dollars (SP, 2019a). La fréquence de ce dernier type de catastrophe a également augmenté au cours des dernières décennies. Avant 2000, ces événements ne se produisaient en moyenne qu'environ 3 fois tous les 10 ans. Mais depuis 2000, la moyenne est passée à 3 fois par an, approximativement. Si les épisodes de chaleur sont relativement rares, ils sont la cause d'un grand nombre des décès, 548 depuis 2000 (SP, 2019a).

Aerialphotographs.ca / Greg Marshall

Figure 2.2 Crue de la rivière des Outaouais à la limite entre l'Ontario et le Québec, printemps 2019

Le comité d'experts souligne qu'au Canada, les catastrophes sont définies et enregistrées en fonction d'un seuil (p. ex. nombre de personnes touchées ou de vies perdues, ampleur des pertes économiques). Une des conséquences est que les catastrophes officiellement définies ne se produisent pas dans les zones dans

lesquels aucun intérêt humain n'est en jeu (UNHRC, 2014). Cela signifie qu'une région canadienne à faible densité de population et de biens de grande valeur a moins de probabilité de subir une catastrophe, au sens officiel, qu'une zone plus peuplée, même si l'événement déclencheur est aussi dangereux (TRNEE, 2009). Les peuples autochtones ont plus de propension à vivre dans des régions rurales que les autres habitants du Canada (OCDE, 2020b) et leurs communautés sont touchées de façon disproportionnée par les aléas. Selon l'analyse des données d'évacuation à la suite de feux de forêt, entre 1980 et 2020, environ 30 % des évacués étaient des membres des Premières Nations, alors que ce groupe représentait en moyenne moins de 3 % de la population du Canada à cette période (StatCan, 1998, 2015, 2019; SCF, 2020). Cependant, la définition d'une *catastrophe* de la BDC occulte cette réalité.

Les impacts sanitaires et sociaux des catastrophes sont également absents de cette définition. Toutefois, les stress psychologiques, comme la dépression, l'anxiété, le deuil et même les troubles de stress post-traumatique, sont des répercussions bien documentées des catastrophes (Padhy *et al.*, 2015; Bubeck *et al.*, 2017). Les impacts sur la santé physique comprennent les blessures ou des effets à long terme comme la maladie causée par de l'eau contaminée ou l'aggravation de conditions chroniques préexistantes (Thieken *et al.*, 2016). Bubeck *et al.* (2017) proposent une typologie des impacts qui fait la distinction entre les effets directs et indirects et les effets tangibles et intangibles. Les effets intangibles ne sont parfois pas quantifiables et souvent, ils ne peuvent pas être évalués monétairement, comme dans le cas des pertes de patrimoine culturel (Wagner et Weitzman, 2015; Bubeck *et al.*, 2017).

Les impacts économiques des catastrophes climatiques sont en hausse au Canada

Les estimations des coûts économiques totaux des catastrophes sont souvent sujettes à une considérable incertitude, et les dommages sont probablement sous-estimés à cause des lacunes de connaissances (p. ex. compréhension de la façon dont des aléas multiples peuvent interagir et dont les dommages peuvent cascader dans l'économie) et de la difficulté de quantifier certains types de pertes (p. ex. écosystèmes, conséquences sur la santé) (Sawyer, 2020). Malgré ces écueils, les données probantes indiquent que ces coûts augmentent graduellement au Canada, même s'il existe peu d'informations sur les coûts économiques des catastrophes avant les années 1950. D'après la BDC, les pertes économiques provoquées par ces événements ont commencé à augmenter constamment dans les années 1970 et ont continué à croître tout au long des années 1980 et 1990, pour atteindre un point

culminant durant la dernière partie de cette décennie avec les dommages étendus provoqués par la tempête de verglas de 1998 dans l'est du Canada (SP, 2019a). Après avoir connu une accalmie au début des années 2000, les coûts se sont remis à augmenter à cause d'événements tels que les inondations de Calgary en 2013 et les feux de forêt de Fort McMurray en 2016.

Les coûts croissants des catastrophes concernent les pertes assurées et les dépenses gouvernementales pour prêter assistance à la suite d'une catastrophe. Les Accords d'aide financière en cas de catastrophe, un programme fédéral, a vu son passif et ses paiements augmenter notablement; son budget annuel est aujourd'hui supérieur aux 100 millions de dollars qui lui sont alloués annuellement (DPB, 2016). En effet, les paiements annuels moyens depuis 2010 ont atteint plus de 330 millions de dollars et le passif fédéral en cours est de 2,6 milliards de dollars (SP, communication personnelle 2021). Le budget fédéral 2021 a admis la nécessité d'augmenter son financement et prévoit 1,9 milliard de dollars sur cinq ans à partir de 2021–2022 (GC, 2021c).

La croissance de la population et du produit intérieur brut (PIB) sont deux contributeurs majeurs de l'augmentation des dommages économiques (Sawyer, 2020; Frank *et al.*, 2021). Si les coûts absolus des catastrophes d'origine climatique dans le monde augmentent avec le temps, les analyses visant à normaliser les coûts des catastrophes planétaires par rapport à la taille de l'économie ont constaté soit l'absence de tendance significative (Barthel et Neumayer, 2012) soit une baisse des coûts en pourcentage du PIB (Pielke, 2019). Il existe cependant des exceptions, comme les États-Unis, où les coûts augmentent avec le PIB (Barthel et Neumayer, 2012). Les données sur les pertes assurées consécutives à des catastrophes indiquent que c'est également le cas du Canada. La figure 2.3 illustre les pertes assurées en pourcentage du PIB canadien entre 1983 et 2019. Si ces pertes varient d'une année sur l'autre, leur tendance est à la hausse.

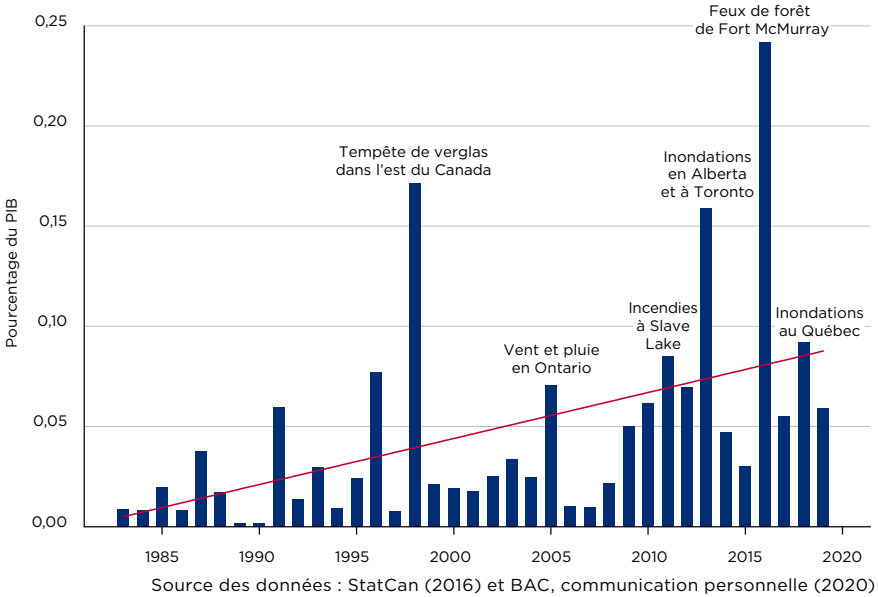


Figure 2.3 Pertes assurées découlant des catastrophes climatiques au Canada, en pourcentage du PIB, 1983-2019

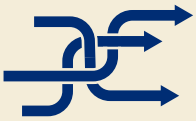
Les pertes assurées consécutives aux catastrophes en pourcentage du PIB augmentent avec le temps. Cette figure représente un éventail de catastrophes météorologiques, dont les feux de forêt, recensées à partir de diverses sources et communiquées par le Bureau d'assurance du Canada. Les données de 1983 à 2007 proviennent du Bureau d'assurance du Canada, de Sécurité publique Canada, de Swiss Re et de Deloitte. Les données de 2008 à 2019 sont fondées sur les données sur les pertes compilées par CatIQ. Les chiffres sur le PIB sont tirés de Statistique Canada. La tendance est statistiquement significative (r^2=0,24; p<0,01).

Les pertes assurées représentent seulement une fraction des coûts économiques totaux des catastrophes. Par exemple, les pertes de revenu, les effets sur la santé mentale et certains sinistres matériels sont généralement exclus des garanties d'assurance (Sawyer, 2020). Si le « défaut d'assurance » (c.-à-d. le pourcentage de pertes non assurées) diminue graduellement, le fournisseur mondial de réassurance Munich Re estime qu'encore moins de la moitié des pertes consécutives à une catastrophe sont assurées dans les pays industrialisés et que la proportion de pertes non assurées dans les économies en développement et émergentes est inférieure à 10 % (Munich Re, 2020). C'est un constat préoccupant d'un point de vue de l'équité, car les personnes qui peuvent le moins se permettre de supporter le fardeau d'une catastrophe sont également celles qui sont les moins susceptibles de s'offrir une assurance. Toutefois, mesurer les pertes en chiffres absolus plutôt qu'en pourcentage de l'actif des foyers néglige l'iniquité des catastrophes. Kelman (2020) souligne que les données agrégées sur les pertes

financières « ne tiennent pas entièrement compte de ce que les gens subissent lors des catastrophes » [traduction libre], et que quand un foyer très aisé perd 25 % de sa richesse, les conséquences sont moins graves que lorsqu'un foyer à faible revenu en perd la même proportion.

Les effets simultanés, en cascade et non linéaires des catastrophes sont de plus en plus de probables dans un climat changeant

Dans un précédent rapport, le comité d'experts sur les risques posés par les changements climatiques et les possibilités d'adaptation du CAC a observé que « [l]a majorité des risques posés par les changements climatiques sont complexes et interdépendants, et les répercussions négatives peuvent se propager dans tous les systèmes naturels et humains d'une manière difficile à prévoir » (CAC, 2019b). La complexité et les conséquences imprévues de certains risques compliquent les choses et méritent qu'on s'y attarde dans les évaluations des risques (Clarke *et al.*, 2018; CAC, 2019b). Ce phénomène peut se manifester de diverses façons (figure 2.4).



Catastrophes simultanées

L'augmentation de la fréquence des catastrophes accroît les possibilités que plusieurs catastrophes surviennent simultanément.

Par exemple, courantes au printemps, les périodes d'inondation sont désormais plus fréquentes et plus longues et s'étendent en été, et viennent chevaucher une saison des feux de forêt elle aussi plus longue et plus intense.

Catastrophes interconnectées et en cascade

De nombreux aléas et répercussions sont interconnectés, ce qui crée un effet d'entraînement et de rétroaction qui accroît l'ampleur des catastrophes.

Par exemple, les feux de forêt peuvent augmenter la probabilité de glissements de terrain.

Catastrophes non linéaires

Une faible augmentation de la gravité d'un aléa conduit à une augmentation disproportionnée de ses conséquences.

Par exemple, une faible augmentation de la gravité d'une tempête peut faire en sorte que celle-ci submerge les défenses côtières et cause une forte augmentation des dommages dus aux inondations.

Figure 2.4 Risques de catastrophes simultanées, en cascade et non linéaires

Dans un climat changeant, il est de plus en plus probable que plusieurs catastrophes surviennent simultanément, s'enchaînent de façon que leurs impacts généraux se cumulent et que de légères augmentations des aléas aient des conséquences de plus en plus étendues.

Tout d'abord, plus la fréquence des catastrophes augmente, plus le potentiel de *catastrophes simultanées* multiples s'accroît (Mora *et al.*, 2018). Au Canada, de tels événements sont bien plus courants au printemps et en été que le reste de l'année, ce qui augmente les possibilités de chevauchement (Clark, 2020). Les inondations sont le type de catastrophe le plus fréquent au printemps et à mesure que l'été approche, il y a de plus en plus de feux de forêt et d'orages (Clark, 2020). Ça a notamment été le cas en 2013, où les grandes inondations qui se sont abattues sur le sud de l'Alberta et dans la région du Grand Toronto ainsi que la catastrophe ferroviaire de lac Mégantic ont entraîné une pénurie d'experts en sinistres pour traiter les demandes de remboursement (Meckbach, 2020). La combinaison de la COVID-19 et des feux de forêt en Californie en 2020 est un autre exemple de situation dans laquelle des catastrophes séparées se sont empirées l'une l'autre (section 1.3).

Ensuite, de nombreux aléas et impacts sont *interreliés* et fréquemment, une défaillance à un endroit peut entraîner une série de défaillances ailleurs, ce qui accroît l'impact général possible d'une catastrophe. Quand cette interrelation est mal comprise, il est probable que les risques soient sous-estimés (CCC, 2016). Un aléa peut accroître la probabilité d'un autre — par exemple, un incendie peut augmenter les probabilités de glissement de terrain ou d'inondation (USGS, s.d.). À l'été 2021, Lytton, en Colombie-Britannique, a battu le record de chaleur enregistrée au Canada durant trois jours consécutifs; la température y a atteint 49,6 °C et a rendu le village très vulnérable aux incendies, qui l'ont balayé et pratiquement détruit (Blaze Baum *et al.*, 2021; Isai, 2021). De nombreux effets en cascade sont également signalés. L'infrastructure critique est un élément pour lequel ces interdépendances peuvent être importantes (MREM, 2017), comme le démontre l'ouragan Harvey, qui a frappé Houston (Texas) en 2007 et entraîné la coupure de l'alimentation électrique de 300 000 clients, arrêté un quart de la production pétrolière dans le golfe du Mexique et mis à rude épreuve le fonctionnement des hôpitaux (ERCOT, 2017; Scheyder et Seba, 2017; THA, s.d.).

Enfin, on dispose de plus en plus d'indices de *non-linéarité*, c'est-à-dire de l'augmentation relativement grande des conséquences pour une faible augmentation de la gravité des aléas (Burke *et al.*, 2015; Hsiang *et al.*, 2017; Coronese *et al.*, 2019). S'appuyant sur des renseignements recueillis à la suite de situations d'urgence survenues dans le monde entre 1960 et 2015, Coronese *et al.* (2019) ont constaté que l'écart entre les catastrophes les plus et les moins dommageables augmente, de solides données probantes indiquant une hausse relativement forte des dommages causés par les événements les plus extrêmes. À l'échelle planétaire, l'augmentation des concentrations de GES peut entraîner « des cycles ou des boucles de rétroaction d'autorenforcement dans le système

climatique, qui peuvent amplifier et accélérer les changements climatiques dus à l'activité humaine » [traduction libre] (Hayhoe *et al.*, 2018). Parmi les exemples d'un tel changement d'état, citons l'effondrement de la calotte polaire Ouest-Antarctique, le blanchiment des coraux et la déstabilisation des forêts amazonienne et boréales (Lenton *et al.*, 2019; Pörtner *et al.*, 2019). Dans sa plus récente évaluation, le GIEC indique que « les conséquences à faible probabilité, comme l'effondrement de la calotte polaire, les changements abrupts à la circulation océanique, certains événements extrêmes combinés et un réchauffement notablement plus élevé que ce que les estimations jugent très probable, ne peuvent pas être écartées et sont à intégrer dans l'évaluation des risques » [traduction libre] (GIEC, 2021).

2.1.2 Rôles et responsabilités

Les orientations politiques en matière de RRC au Canada sont définies conjointement par les ministres fédéral, provinciaux et territoriaux de la sécurité civile dans *Un cadre de sécurité civile pour le Canada*. Ce cadre établit quatre dimensions de la gestion des risques en sécurité civile : prévention et atténuation, préparation, intervention et rétablissement (MREM, 2017). Il suit une *approche tous risques*, selon laquelle nombre des éléments de la RRC sont génériques et non propres à un aléa particulier (MREM, 2017). S'appuyant sur ce cadre, la Stratégie de sécurité civile pour le Canada fixe cinq axes d'intervention prioritaires d'ici à 2030 : améliorer la collaboration et la gouvernance pansociétales, mieux comprendre les risques de catastrophe, mettre davantage l'accent sur la prévention et l'atténuation, améliorer la capacité de la collaboration en matière d'intervention et mieux reconstruire (GC, 2019b). Cette stratégie est harmonisée avec le cadre de Sendai, le principal document politique guidant les efforts internationaux de RRC, dont le Canada est signataire, lequel cadre a été adopté en 2015 et s'étend jusqu'à 2030 (UNISDR, 2015). Les principaux axes pour lesquels le cadre de Sendai et la Stratégie de sécurité civile pour le Canada correspondent sont l'importance accordée aux approches pansociétales et la volonté de mieux reconstruire.

En pratique, les responsabilités concernant la RRC sont majoritairement du ressort municipal. Les municipalités sont les premières intervenantes en cas de catastrophe et également celles qui comprennent le mieux le contexte local (Juillet, 2013), mais les autres ordres de gouvernement peuvent être appelés à intervenir au besoin (MREM, 2017) (le leadership local est examiné à la section 6.1.3).

Les gouvernements des Premières Nations assument également un rôle de premier plan en travaillant à l'échelle communautaire pour tous les aspects de la prévention et du rétablissement (Chambre des communes, 2018). Services aux

Autochtones Canada gère des programmes de financement qui offrent de l'aide aux communautés des Premières Nations (mais pas aux Métis et aux Inuits) en matière de prévention des catastrophes, d'atténuation, d'intervention et de rétablissement (SAC, 2019b). Le ministère veille également à ce qu'une capacité d'intervention d'urgence supplémentaire destinée à ces communautés soit disponible lorsque les catastrophes dépassent les ressources locales; le gouvernement fédéral s'entend généralement avec les gouvernements provinciaux et territoriaux pour fournir ce supplément de capacité (Chambre des communes, 2018). Toutefois, de récentes études ont révélé que dans la pratique, les rôles et responsabilités respectifs sont mal définis, que le financement est inadéquat et que l'expertise des Premières Nations est sous-évaluée (Chambre des communes, 2018; Verhaeghe *et al.*, 2019). La réconciliation — et en particulier l'engagement à travailler à l'adoption de la Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones, qui inclut des dispositions concernant l'autonomie — donne un souffle supplémentaire au changement (GC, 2021a).

Les terres sont gérées conjointement dans l'Inuit Nunangat et les gouvernements territoriaux assument tous des responsabilités en matière de gestion des urgences (Funston, 2014). La législation varie dans les trois territoires, mais elle admet généralement le rôle principal des communautés locales dans la planification des mesures urgence et les interventions. Normalement, les communautés doivent connaître les risques qui pèsent sur elles et disposer de plans d'action appropriés. Dans la réalité, lorsqu'une urgence se déclare, tous les ordres de gouvernement peuvent intervenir de différentes façons, ce qui provoque un manque de clarté des responsabilités (Funston, 2014). Dans ses recherches, le comité d'experts s'est régulièrement heurté à l'insuffisance des renseignements et de l'analyse sur les responsabilités, les besoins, les programmes et les perspectives en matière de gestion des risques de catastrophe dans les communautés métisses et inuites, et les rôles des gouvernements métis et inuits dans la RRC demeurent relativement flous.

2.2 Adaptation aux changements climatiques

Les tendances climatiques observées et les projections quant à l'avenir éclairent sur la nature et l'ampleur de l'influence des changements climatiques sur les risques de catastrophe. Cette section décrit ces tendances et ces projections, résume l'état de la recherche concernant l'attribution des catastrophes et décrit comment les rôles et les responsabilités concernant l'adaptation sont actuellement répartis au Canada.

2.2.1 Tendances et projections climatiques

Les changements climatiques accroîtront la fréquence et la gravité des aléas naturels

Le climat du Canada est en train de changer. Selon Zhang *et al.* (2019), « la température annuelle moyenne du Canada [a] augmenté d'environ 1,7 °C (plage probable de 1,1 °C à 2,3 °C) au cours de la période 1948 à 2016 » et la majeure partie du réchauffement observé est attribuable à l'activité humaine. La température à la surface des océans dans le Pacifique Nord-Est et dans la majeure partie de l'Atlantique Nord-Ouest a également augmenté, ce qui correspond aux changements climatiques dus à l'être humain (Greenan *et al.*, 2019). L'évolution que connaît le Canada continuera à modifier la fréquence et la gravité des aléas naturels d'origine climatique, à mesure que les émissions mondiales de GES s'accroîtront. Les risques de chaleur extrême, de feu de forêt, de sécheresse et d'inondation côtière et à l'intérieur des terres devraient également s'accroître dans les prochaines décennies, avec une hausse encore plus importante vers la fin du siècle selon les scénarios d'émissions élevées (Flato *et al.*, 2019). Même si les émissions mondiales de GES sont rapidement réduites, ces risques continueront à croître au cours des prochaines années, car la hausse des températures se poursuivra sous l'effet des émissions passées (Flato *et al.*, 2019).

Les extrêmes de température sont fortement liés à l'évolution de la température moyenne et à mesure que le Canada se réchauffera, ces extrêmes augmenteront en fréquence et en intensité[2]. Les vagues de chaleur devraient aussi être plus fréquentes et plus graves (Zhang *et al.*, 2019). Selon les prévisions, la longueur de la saison des incendies et l'intensité des conditions météorologiques propices aux feux de forêt augmenteront au Canada à cause des changements climatiques (Wang *et al.*, 2017; Wotton *et al.*, 2017; Zhang *et al.*, 2019). La hausse des températures contribuera également au réchauffement et au dégel du pergélisol (Derksen *et al.*, 2019).

L'incidence des changements climatiques sur les risques d'inondation est complexe. Les modèles climatiques prévoient que les précipitations extrêmes deviendront plus fréquentes dans les scénarios d'émissions faibles et élevées, sous l'effet de la formule de Clausius-Clapeyron, qui établit que les atmosphères plus chaudes sont en mesure de contenir plus d'eau (hausse d'environ 7 % pour une hausse de 1 °C de la température) (Westra *et al.*, 2014; Zhang *et al.*, 2019). L'accentuation de la probabilité d'averse de courte durée et de forte intensité entraînera une augmentation des risques d'inondation dans les zones urbaines, où les surfaces absorbent et canalisent lentement les forts volumes d'eau de pluie

2 Par exemple, dans un scénario d'émissions élevées, la température quotidienne la plus forte actuellement atteinte une fois tous les 10 ans peut être atteinte tous les 2 ans. De plus, les journées chaudes (lorsque la température maximum dépasse 30 °C) seront plus fréquentes (Zhang *et al.*, 2019).

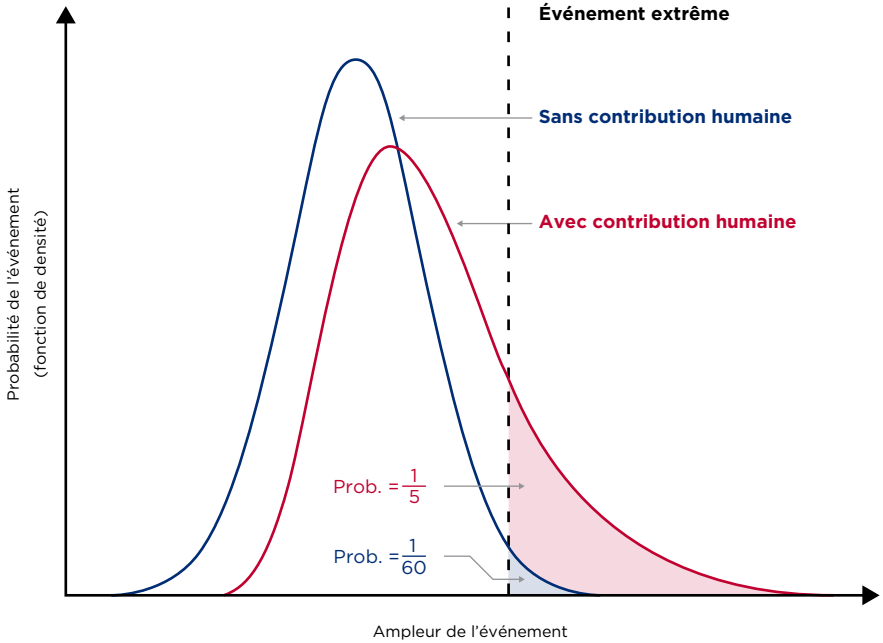
(Bonsal *et al.*, 2019). La hausse de la fréquence des fortes précipitations pourrait également accroître les risques de glissement de terrain causé par les précipitations. De nombreuses régions côtières seront de plus en plus sujettes aux inondations à cause de la hausse du niveau de la mer (le risque variant selon le taux localisé d'affaissement ou de soulèvement de la terre) et de l'amincissement de la couverture de glace protectrice (Greenan *et al.*, 2019). De plus, l'excès d'humidité à la fin de l'automne et de gel du sol en hiver est un mécanisme connu qui entraîne un ruissellement excessif produisant des inondations lors de la fonte du printemps (Zahmatkesh *et al.*, 2019). Au Canada, la hausse de la fréquence des dégels hivernaux peut aussi accroître les risques d'inondation consécutive aux embâcles (Bonsal *et al.*, 2019). Cependant, on ne sait pas avec certitude comment l'évolution de la configuration des précipitations et de la couverture glaciaire et neigeuse influera sur les inondations liées à la fonte de la neige (Bonsal *et al.*, 2019).

Les modèles climatiques prévoient une hausse mondiale de l'intensité des orages à cause de l'accroissement de l'énergie thermique dans l'atmosphère; cependant, les projections concernant la répartition régionale de l'activité orageuse sont soumises à une forte incertitude (Greenan *et al.*, 2019). Les ouragans devraient afficher de plus faibles taux de décroissance lorsqu'ils touchent la côte et donc poser une plus grande menace pour l'intérieur des terres (Li et Chakraborty, 2020). Enfin, la réduction de la couverture de glace marine augmentera les risques découlant des orages et des ondes de tempête dans certaines régions de l'Arctique et du Canada atlantique (Greenan *et al.*, 2019). Les changements climatiques pourraient aussi accroître les risques posés par la pluie verglaçante et la grêle dans certaines régions du pays (Cao, 2008; Klima et Morgan, 2015).

La recherche sur l'attribution des catastrophes démontre l'influence des changements climatiques sur les risques croissants de catastrophe

Les scientifiques et les chercheurs spécialisés dans le climat utilisent de plus en plus les modèles climatiques pour étudier le degré auquel les changements climatiques augmentent la probabilité d'un événement d'une amplitude donnée (Swain *et al.*, 2020). Ils ont élaboré des techniques pour raisonnablement attribuer divers types d'événements météorologiques extrêmes aux changements climatiques, au sens statistique (c.-à-d. que la probabilité d'assister à un extrême particulier est si faible sans les changements climatiques qu'il est raisonnable de présumer que ces changements ont joué un rôle majeur dans sa survenue) (Swain *et al.*, 2020). Dans les études d'attribution, les modèles climatiques servent à comparer la probabilité d'événements météorologiques (ou de catégories d'événements météorologiques) entre des scénarios avec réchauffement

anthropique (c.-à-d. changements climatiques dus à l'activité humaine) et des scénarios sans réchauffement anthropique (figure 2.5) (Zhang *et al.*, 2019).



Gracieuseté d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC)

Figure 2.5 Probabilité d'événements avec et sans les changements climatiques

Ce graphique illustre l'estimation de la distribution des probabilités d'un événement extrême avec les changements climatiques (ligne rouge) et sans (ligne bleue). Dans un climat changeant, la distribution des probabilités s'élargit, les événements ayant les plus forts impacts présentant une probabilité relativement supérieure. La zone grisée correspond à l'augmentation de la probabilité d'événements causés par le réchauffement, cette augmentation étant ici de 12 fois par rapport à un seuil d'intensité donné en présence de changements climatiques.

Les études de ce type portent à croire que les changements climatiques ont rendu plus probables certains événements climatiques récents au Canada. Teufel *et al.* (2017) ont découvert qu'en Alberta, les changements climatiques augmentaient la probabilité de précipitations extrêmes du type de celui qui a conduit aux inondations de Calgary et des environs en 2013 et qu'il était probable que des précipitations extrêmes de ce type soient bien plus courantes d'ici à la fin du siècle dans les scénarios à émissions faibles et élevées. Teufel *et al.* (2019) ont constaté un effet similaire après avoir analysé les inondations de 2017 près de Montréal,

relevant que les fortes précipitations du genre de celles qui ont produit ces inondations étaient deux à trois fois plus probables aujourd'hui que dans le climat préindustriel. Ces constatations sont renforcées par une analyse de la crue de la rivière des Outaouais en 2019 (Kirchmeier-Young *et al.*, 2021).

2.2.2 Rôles et responsabilités

L'Accord de Paris établit le cadre international régissant l'adaptation (UNFCCC, 2015). En tant que signataire de cet accord, le gouvernement du Canada s'est engagé à atteindre l'objectif mondial consistant « à renforcer les capacités d'adaptation, à accroître la résilience aux changements climatiques et à réduire la vulnérabilité à ces changements ». Au Canada, tous les gouvernements assument des responsabilités en matière d'adaptation. Le gouvernement fédéral et les autres ordres de gouvernement travaillent conjointement dans les domaines de compétences partagées ou mal définies, et les décisions concernant le gouvernement qui mènera, lesquels agiront en soutien et comment cette division sera mise en œuvre varient selon le moment et l'endroit. Le Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques (Cadre pancanadien) est un plan élaboré conjointement par les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux afin de s'attaquer aux changements climatiques à la fois par la réduction des émissions et par l'adaptation à l'évolution du climat (GC, 2016)[3]. Il établit cinq axes d'intervention pour renforcer la résilience : « traduire l'information scientifique et les connaissances traditionnelles en actions, renforcer la résilience climatique au sein des infrastructures, protéger et améliorer la santé et le bien-être des humains, soutenir les régions particulièrement vulnérables et réduire les dangers liés au climat et les risques de catastrophes ». Ce dernier axe se focalise sur les investissements dans l'infrastructure, les mesures de protection contre les inondations et l'aide à l'adaptation dans les communautés autochtones (GC, 2016). Une mise à jour du plan climatique du Canada effectuée en 2021 renforce ces orientations et propose l'élaboration d'une stratégie d'adaptation nationale et la mise sur pied conjointe d'un programme de leadership climatique autochtone tenant compte des distinctions[4] (ECCC, 2021). Une stratégie d'adaptation nationale est également en cours d'élaboration, elle tire parti de l'expertise et des points de vue d'une vaste gamme de partenaires et de parties prenantes (GC, 2021b). La résilience et la sécurité face aux catastrophes est un des cinq piliers de cette stratégie, pour laquelle on a aussi reconnu la nécessité qu'elle soit liée aux autres politiques et

3 La Saskatchewan n'a pas adopté ce plan et en 2021, d'autres provinces comme l'Ontario et l'Alberta ne le soutiennent pas (GC, 2016; ECCC, 2020b).

4 Les approches tenant compte des distinctions admettent la nécessité de collaborer avec les Premières Nations, les Inuits et les Métis d'une façon qui reconnaît le caractère unique de leur situation, de leurs droits et de leurs priorités (JUS, 2018).

programmes (GC, 2021b). La Stratégie nationale inuite sur les changements climatiques cerne les secteurs prioritaires déterminés par les Inuits et préconise la participation active des Inuits au façonnement des politiques (ITK, 2019). Reconnaissant les impacts uniques des changements climatiques sur l'Inuit Nunangat, elle a notamment comme priorité de combler les lacunes d'infrastructure et de réduire la vulnérabilité du système alimentaire (ITK, 2019).

Comme c'est le cas pour la RRC, les gouvernements autochtones et les administrations municipales sont souvent les mieux placés pour définir les priorités locales d'adaptation et pour y répondre. Les processus de dialogue avec la communauté peuvent être utilisés pour déterminer les défis et solutions principaux et amener les individus à participer aux interventions communautaires (FCM, 2021). Les autres ordres de gouvernement jouent également un rôle important dans la motivation de l'action au niveau individuel, par leurs politiques et leurs programmes (chapitres 5 et 6).

2.3 Intégration de la réduction des risques de catastrophe et de l'adaptation aux changements climatiques

Le rapport spécial du GIEC *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*, paru en 2012, analyse la nature extrêmement imbriquée de l'adaptation et de la RRC (GIEC, 2012). La possibilité d'investir dans l'adaptation afin de réduire les risques de catastrophe et faire des dépenses liées aux catastrophes pour améliorer l'adaptation est bien admise, mais elle peut être difficile à concrétiser dans la réalité (GCA, 2019). Les structures et les processus organisationnels actuels n'ont pas été conçus avec cette intégration à l'esprit, et chaque processus décisionnel et biais cognitif peut entraver les efforts d'amélioration de la RRC et de l'adaptation. Cependant, cette section prouve que, lorsque ces défis peuvent être surmontés, les retombées de l'intégration — en matière d'efficience et d'efficacité — peuvent être considérables.

2.3.1 Entraves organisationnelles

Les différences entre les mécanismes de gouvernance nuisent à l'intégration

Les différentes de structure légale, financière et gouvernementale créent des obstacles à l'intégration, qui sont aggravés par des questions de culture, de

valeurs et d'intérêts (Nemakonde *et al.*, 2017). Nemakonde *et al.* (2017) observent que :

> *les structures de RRC et d'adaptation se sont largement développées en parallèle, ce qui fait qu'elles fonctionnent majoritairement en vase clos. Les spécialistes qui œuvrent en RRC et en adaptation sont affiliés à des organisations et des institutions séparées, à l'échelle internationale comme nationale. À l'échelon national, en particulier, la division traditionnelle des responsabilités en champs discrets a contribué à ce que la RRC et l'adaptation soient confiées à des ministères et des unités administratives différents. [Traduction libre]*

Au fédéral, les efforts d'adaptation s'effectuent sous l'égide d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) et Ressources naturelles Canada (RNCan), alors que la RRC est du ressort de Sécurité publique Canada (SP) (RNCan, 2017; SP, 2019c). En raison de cette structure, il est peu probable que les programmes de financement mis en place par un des domaines encouragent l'action dans l'autre domaine sans efforts délibérés (Birkmann et von Teichman, 2010). Une vérification pancanadienne auprès des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux a constaté que « [c]e manque de coordination a souvent abouti à des mesures ponctuelles de lutte contre les changements climatiques », créant un risque de vide, de duplication ou de conflit entre les politiques (BVG, 2018). Ces constats ne se limitent pas au Canada, ils sont bien établis en Europe et aux États-Unis (Amaratunga *et al.*, 2017). Albris *et al.* (2020) observent que les universitaires et les professionnels de la RRC ou de l'adaptation travaillant séparément font également face à des difficultés, en raison de l'absence d'occasions de collaboration. Les mandats légaux concernant la gestion des urgences peuvent également freiner l'intégration, car les organismes responsables de la RRC sont souvent contraints de se concentrer sur les interventions et le rétablissement à court terme au lieu des actions à long terme (Amaratunga *et al.*, 2017).

Le recours à des sources de données, des définitions et des renseignements différents gêne la communication et l'interopérabilité

Les différences dans la façon dont des concepts et la terminologie connexes sont définis et utilisés sont un des facteurs du manque d'intégration efficace entre l'adaptation et la RRC (Birkmann *et al.*, 2009). Dans le milieu de la lutte aux changements climatiques, le terme « atténuation » est largement utilisé pour faire référence à la réduction des émissions de GES, alors que dans la communauté de la RRC, il renvoie aux mesures proactives de RRC (BCMOTI *et al.*, 2014a). L'expérience des évaluations des risques et de la vulnérabilité liés aux

changements climatiques révèle également que les ingénieurs et les scientifiques climatiques utilisent souvent de mêmes mots d'une manière quelque peu différente et n'interprètent pas toujours de la même façon des termes tels que « climat », « données », « vulnérabilité » et « adaptation » (BCMOTI *et al.*, 2014a).

Birkmann et von Teichman (2010) relèvent que « en général, il n'existe que de faibles liens entre les différents types de connaissances, de données et de tâches employées par les scientifiques et les praticiens des risques climatiques, ce qui gêne la communication directe, la collaboration et la programmation conjointe » [traduction libre]. L'intégration est aussi entravée par des obstacles légaux et organisationnels au partage de l'information (Amaratunga *et al.*, 2017).

Les activités d'adaptation et de RRC sont souvent menées selon des cadres et des échelles différents, ce qui complique les efforts d'intégration

Kelman *et al.* (2017) avancent que ces concepts présentent des différences d'échelle de temps et de nature dans les interactions entre la société et l'environnement. La RRC tient compte du court et du long terme, bien qu'en pratique, la préparation et l'intervention sont généralement mieux dotées en ressources et que la priorité est accordée aux demandes immédiates par rapport à la prévention et à l'atténuation sur un horizon lointain (voir le chapitre 5). En revanche, l'adaptation priorise plutôt les tendances et les actions à long terme (Kelman *et al.*, 2017).

De plus, les efforts de RRC peuvent se concentrer sur le renforcement des capacités nécessaires pour traiter un éventail de risques de catastrophe — dont certains ne sont pas influencés par les changements climatiques (Amaratunga *et al.*, 2017; Chmutina *et al.*, 2017). Inversement, les mesures d'adaptation englobent plusieurs risques de catastrophe en plus des risques et des possibilités associés à des changements plus graduels qui se manifestent sur des étendues temporelles plus grandes.

2.3.2 Facteurs motivant l'adaptation et la RRC

Comprendre ce qui motive les mesures de protection en RRC et en adaptation est essentiel au renforcement de la résilience

Il existe plusieurs théories sociopsychologiques pour expliquer les comportements de protection des individus. Pour les inondations, la théorie de la motivation à se protéger caractérise les réponses adaptatives comme une fonction de l'évaluation individuelle des risques d'inondation et de l'aptitude de chacun à y faire face (Grothmann et Reusswig, 2006; Kuhlicke *et al.*, 2020). Le modèle décisionnel concernant les actions de protection — qui est construit autour des réponses individuelles aux risques environnementaux — pose que pour prendre une mesure

de réduction des risques, les individus doivent tout d'abord recevoir, absorber et comprendre les renseignements sur ce risque (Lindell et Perry, 2012). L'individu évaluera alors s'il doit faire attention à une menace et faire le nécessaire pour y réagir, puis étudier les options de réponse et faire un choix. D'autres modèles étudient également la responsabilité perçue, les normes sociales et les éléments requis pour transformer les plans individuels en actions (Kuhlicke *et al.*, 2020).

La perception du risque joue un rôle essentiel dans l'élaboration de la réponse individuelle; comme le décrit Agrawal (2018), « quand une personne est exposée à un risque, elle ne répond pas directement à ce risque; elle répond plutôt à sa propre perception du risque » [traduction libre]. Les perceptions dépendent de l'expérience passée, du contexte social et des conseils reçus de la part des autorités et des pairs (Agrawal, 2018). Le lien entre l'expérience de catastrophes et la perception du risque est complexe : dans certains cas, l'expérience peut créer un sentiment d'impuissance, alors que dans d'autres, elle peut donner une impression d'efficacité personnelle (McGee *et al.*, 2009). L'immédiateté de la menace peut provoquer l'action, mais quand il s'agit d'appliquer des mesures pour se protéger contre des risques de catastrophe théorique, le manque d'immédiateté peut mener à la procrastination (Lindell et Perry, 2012).

La perception des mesures d'atténuation des aléas est également importante pour déterminer la réponse de chacun. Les mesures d'ajustement à un aléa sont évaluées en fonction de caractéristiques liées à cet aléa (c.-à-d. à quel point une mesure est efficace pour assurer la protection) et des ressources nécessaires (p. ex. coût ou effort) (Lindell *et al.*, 2009). De plus, reconnaissant que les individus font face à un vaste éventail de risques et d'inquiétudes, McCaffrey *et al.* (2020) notent que les actions qui offrent une multitude d'avantages ont plus de chances d'être adoptées. Par exemple, des mesures d'atténuation des risques d'incendie, comme arroser, nettoyer les gouttières ou poser des fenêtres à double vitrage, peuvent être choisies pour des raisons sans lien avec la gestion des risques d'incendie (McGee, 2005).

De plus, la prise de décision quant au risque dépend des valeurs et des processus sociaux (Etkin et Ho, 2007). L'apprentissage social découlant de l'observation du comportement des autres fournit d'importants indices et motive les mesures de protection individuelle, et l'action collective communautaire constitue un complément précieux aux mesures prises dans les foyers. La cohésion communautaire est un contributeur essentiel à la préparation aux incendies; elle permet l'apprentissage, favorise l'action collective qui atténue les risques à l'échelon de la collectivité et promeut l'attachement au lieu, qui motive à son tour la prise de mesures de protection (Prior et Eriksen, 2013). Prior et Eriksen (2013) avancent que « faire davantage attention aux attitudes sociales, aux croyances, aux valeurs et aux émotions concernant l'environnement, et à la façon dont ils sont influencés, pourrait guider la création de solutions plus efficaces et durables

à des problèmes environnementaux insurmontables d'origine sociale » [traduction libre].

Lindell et Perry (2012) prétendent que les communications doivent porter sur tous les éléments du modèle décisionnel concernant les actions de protection pour motiver à agir immédiatement en réaction au message. Quand certains éléments sont ignorés, il est plus probable que les destinataires des communications aient à chercher un complément d'information et retardent l'action (Lindell et Perry, 2012). McCaffrey (2015) fait remarquer que le contexte local est un autre élément important d'une communication efficace, car il détermine la façon dont les destinataires interprètent les renseignements transmis et agissent à partir de ces derniers.

Pour Lieske *et al.* (2014), la communication sur les risques nécessaire pour pousser à l'action doit posséder les caractéristiques suivantes : inspirer confiance dans les autorités qui produisent le matériel de communication, décrire des stratégies de réponse efficaces, insister sur l'efficacité des options de réponse et proposer des incitations appropriées afin de motiver l'action. En ce qui concerne les communications au sujet des risques d'inondation, MacKinnon *et al.* (2018) recensent cinq leçons essentielles pour un message efficace : (1) écouter le public cible (2) adapter le message sur les risques et les solutions au contexte local, (3) lier les actions aux objectifs, (4) insister auprès des collectivités pour qu'elles assument la responsabilité et (5) se renseigner sur le succès des diverses stratégies. L'interactivité des processus de communication est également importante pour provoquer un changement de comportement (Steelman et McCaffrey, 2013; McCaffrey *et al.*, 2020).

Si l'éducation est nécessaire pour modifier les comportements, elle n'est pas suffisante (Luna, 2017). Son importance est reconnue dans le cadre de Sendai, dans les objectifs de développement durable des Nations Unies (ODD) et dans l'Accord de Paris (Luna, 2017). Les sections 4.3 et 5.3 présentent les principales capacités à renforcer pour améliorer la résilience aux catastrophes face aux changements climatiques, et l'éducation formelle constitue un moyen d'acquérir les compétences requises. Il semble que l'Université de Lund, en Suède, soit la première à offrir une maîtrise axée explicitement à la fois sur la gestion des risques de catastrophe et sur l'adaptation (Université de Lund, s.d.).

Les biais cognitifs communs à la RRC et à l'adaptation renforcent l'utilité d'une approche intégrée

Les biais cognitifs et le comportement humain peuvent freiner l'amélioration de la résilience, car les croyances, les normes et les valeurs peuvent toutes fortement influencer la connaissance des risques et le choix de l'action, même lorsque les

évidences sont claires. Kahneman (2011) souligne que deux systèmes agissent conjointement pour guider la prise de décision chez l'humain. Le premier système « pense vite » pour prendre des décisions simples basées sur l'instinct, alors que le second « pense lentement » pour prendre des décisions complexes de façon plus réfléchie. Meyer et Kunreuther (2017) constatent que « aussi efficaces que puissent être ces deux systèmes imbriqués dans la vaste majorité des situations auxquelles nous sommes confrontés au quotidien, ils sont très médiocres lorsqu'il s'agit de composer avec des problèmes inhabituels, complexes et temporellement éloignés » [traduction libre]. Malheureusement, c'est exactement le cas lorsqu'il s'agit de se préparer aux catastrophes et de les empêcher — des événements à faible probabilité et à fort impact qui sont mal compris. Ces biais sont de plus en plus problématiques face aux risques de catastrophe croissants posés par les changements climatiques. De plus, les biais susceptibles d'influencer la RRC et l'adaptation sont divers.

« Favoriser par défaut le statu quo est particulièrement problématique dans un climat changeant, situation dans laquelle les choix d'hier font en sorte que la société est de plus en plus mal équipée pour les aléas de demain. »

Myopie : La propension de l'être humain à sacrifier son bien-être futur pour des gains immédiats est bien documentée (O'Donoghue et Rabin, 1999). Étant donné que les investissements dans la résilience imposent aux gens des coûts à court terme pour des avantages futurs inconnus, la myopie sape un éventail d'actions qui pourraient accroître le bien-être à long terme (Linnemayr *et al.*, 2016). Ce biais est particulièrement problématique dans un climat changeant dans lequel « les prévisions myopes n'incluent pas les nouveaux (mais ambigus) renseignements émanant de la science du climat » [traduction libre] (Kahn, 2015). « L'actualisation hyperbolique » — dans laquelle les individus ont généralement tendance à repousser les dépenses à plus tard, ce qui mène à la procrastination en matière d'investissements dans la résilience — est un défi particulier qui peut conduire à la même sorte de choix (Ainslie et Haslam, 1992; Meyer et Kunreuther, 2017).

Inertie : Investir dans la prévention et l'atténuation des catastrophes n'est généralement pas la façon de procéder par défaut, cela nécessite plutôt un choix délibéré (Meyer et Kunreuther, 2017). Favoriser par défaut le statu quo est particulièrement problématique dans un climat changeant, situation dans laquelle les choix d'hier font en sorte que la société est de plus en plus mal équipée pour les aléas de demain. L'aversion aux pertes aggrave le problème : les gens souffrent plus des pertes qu'ils ne profitent des gains et sont donc réticents à perdre leur

argent pour des investissements dans la résilience qui peuvent ne pas leur apporter de récompense (Kahneman et Tversky, 1979).

Optimisme : Le raisonnement motivé conduit les individus à imaginer les scénarios qu'ils aimeraient voir se réaliser (Kunda, 1990). Le biais de disponibilité, selon lequel les individus fondent leur évaluation des risques sur leur facilité à se remémorer des événements similaires, a tendance à renforcer cette croyance, car la plupart des événements dont ils se souviennent sont survenus à d'autres personnes (Meyer et Kunreuther, 2017). Ce biais peut être particulièrement limitant face aux changements climatiques, car « nous sommes constamment confrontés à de nouveaux extrêmes » [traduction libre] (Hill et Martinez-Diaz, 2020). Enfin, l'optimisme est aggravé par le fait que les gens se concentrent sur le risque d'un événement à un moment précis, plutôt que sur le risque que l'événement se produise à un certain moment d'une longue période (Meyer et Kunreuther, 2017).

Les gouvernements et les autres organismes décisionnels ont beau établir des politiques et des programmes, s'ils ne tiennent pas compte du contexte social dans lequel ces politiques et ces programmes sont mis en place, ces derniers seront moins efficaces (Meyer et Kunreuther, 2017). Lorsque les décideurs admettent et confrontent ces biais — qui se manifestent eux-mêmes dans toute la société, du foyer jusqu'à l'organisation, en passant par le niveau politique —, ils peuvent favoriser les conditions pour que l'ensemble de la société se mobilise et participe à la préparation aux catastrophes et à leur prévention (Meyer et Kunreuther, 2017). Par exemple, exploiter la prépondérance des récentes catastrophes peut constituer une stratégie efficace pour encourager les investissements à long terme dans la résilience, en particulier quand les autorités soulignent les risques croissants dus aux changements climatiques. Le succès qu'ont connu les municipalités de Nouvelle-Écosse en matière d'accroissement de l'adaptation a été partiellement attribué au fait qu'elles avaient subi l'ouragan Juan en 2003, qui avait rendu ce type de risque plus évident et souligné la nécessité d'agir (Vogel *et al.*, 2020). Expliquer les risques de manière explicite et modifier la conception des programmes d'assurance sont parmi les interventions permettant de surmonter ces biais (sections 4.2.3 et 5.3.2).

2.3.3 Utilité d'une approche intégrée

Efficience : la RRC et l'adaptation ont beaucoup en commun, et les approches intégrées peuvent permettre de mieux exploiter des ressources limitées

La RRC et l'adaptation partagent nombre d'objectifs et d'activités. Elles demandent toutes deux de préparer les collectivités aux événements

météorologiques, d'évaluer et de gérer les risques météorologiques, de concevoir et de situer les bâtiments et l'infrastructure de façon à réduire les risques, d'améliorer la capacité des collectivités à gérer les risques et d'assurer le rétablissement après une catastrophe de façon à renforcer la résilience. Elles bénéficient également en partie des mêmes renseignements et partagent des outils et des approches semblables (p. ex. projections climatiques à échelle réduite, évaluation des vulnérabilités). Une approche intégrée pourrait assurer l'efficience grâce au regroupement des ressources et des efforts, plutôt que leur duplication (GIEC, 2012; Howes *et al.*, 2013).

Un exemple d'une telle approche susceptible d'apporter d'importants bénéfices aux deux milieux est les évaluations partagées des risques. Actuellement, la division des responsabilités entre les institutions peut faire en sorte que des évaluations des risques concernant la RRC et l'adaptation soient menées séparément sur un même aléa (Amaratunga *et al.*, 2017). Les évaluations des risques qui incluent des projections climatiques, comme la transformation des aléas et les intervalles de récurrence, produisent de meilleurs renseignements pour un ensemble d'applications, comme la conception de l'infrastructure critique (section 4.2.4). Admettre que les changements climatiques ne sont qu'un parmi de nombreux facteurs de risque de catastrophe reconnaît le rôle central de la vulnérabilité dans l'établissement des risques et de la façon dont la capacité d'adaptation peut s'améliorer ou se dégrader avec le temps. Cette approche peut favoriser une utilisation plus efficace de ressources limitées (Eyzaguirre *et al.*, 2018).

L'apprentissage commun peut garantir l'efficience et améliorer le rendement global. Le milieu de l'adaptation se focalise davantage en amont sur la prévention et sur la réduction des risques et pourrait offrir des leçons aux praticiens de la RRC, qui traditionnellement, se concentrent plus sur la préparation, l'intervention et le rétablissement (Eyzaguirre *et al.*, 2018). Les deux milieux utilisent des données, mais généralement à des échelles différentes : le recours traditionnel du milieu de la RRC aux données historiques pourrait éclairer l'interprétation des tendances à long terme, alors que les outils de modélisation conçus en sciences climatiques sont nécessaires pour guider les futurs scénarios (Eyzaguirre *et al.*, 2018). RNCan agit en coordination avec la Plateforme canadienne d'adaptation aux changements climatiques, qui travaille avec un ensemble de groupes pour diffuser des outils et des renseignements en soutien à l'adaptation (RNCan, 2020a). Un des instruments développés par cette plateforme est un ensemble de meilleures pratiques à l'intention des villes qui doivent s'adapter aux précipitations extrêmes, et qui sont prépondérantes à la fois pour la communauté de la RRC et pour celle de l'adaptation (Kovacs *et al.*, 2014).

Efficacité : Des investissements et des politiques relatifs à la RRC et à l'adaptation cohérents peuvent se renforcer mutuellement

Lorsque les politiques concernant la RRC et l'adaptation sont élaborées en vase clos, cela peut donner lieu à des incitations et à des orientations conflictuelles (U.S. National Research Council, 2012). Les programmes de RRC et d'adaptation peuvent ne pas maximiser la résilience globale et, dans le pire des cas, travailler à contre-courant. Aux États-Unis, les hôpitaux conçus pour être résilients aux événements météorologiques extrêmes ne sont pas prêts pour les risques d'inondation. Par exemple, les génératrices de secours sont installées de façon à maintenir le fonctionnement de l'établissement en cas de panne de courant, mais elles n'auraient pas pu fonctionner lors de l'ouragan Sandy, car le sous-sol où elles se trouvent aurait été inondé (Evans et Carlson, 2012). Au centre médical Langone de l'Université de New York, le code exigeait que la source de combustible des génératrices se trouve au niveau le plus bas du bâtiment (Klinenberg, 2015). La non-prise en compte adéquate des risques d'inondation — qui devraient augmenter sous l'effet des changements climatiques — a miné l'utilité des mesures de RRC mises en œuvre. Une récente étude a conclu que 8 % des centres de santé du Canada sont menacés par une inondation à récurrence de 100 ans (CICC, 2021). Quand les mesures de contrôle de l'aménagement et du développement reposent sur des cartes des plaines inondables basées sur les conditions historiques, les collectivités peuvent continuer à investir dans la construction de bâtiments et d'infrastructure à des endroits qui seront de plus en plus sujets aux inondations avec les changements climatiques. La mauvaise adaptation est également préoccupante; lorsqu'elles s'attaquent à un risque, les mesures mal adaptées en amplifient involontairement un autre (Noble *et al.*, 2014). Par exemple, les mesures de protection contre les inondations qui tiennent compte du climat actuel peuvent créer un sentiment de sécurité et conduire à la construction dans des zones propices aux inondations et à l'exposition des gens et de biens, même si ces mesures sont inadéquates dans le climat de demain.

En revanche, lorsqu'ils travaillent ensemble, les comités d'adaptation et de la RRC peuvent renforcer la résilience générale. La Commission mondiale sur l'adaptation a classé la gestion des risques de catastrophe parmi les six secteurs cruciaux dans lesquels il est nécessaire d'accélérer les mesures d'adaptation (GCA, 2019). En 2013, la ville de Baltimore, aux États-Unis, a lancé un projet de planification et de préparation concernant les catastrophes visant à améliorer la résilience, quel que soit le risque, qui tient compte de l'effet des changements climatiques sur les vagues de chaleur, la hausse du niveau de la mer, les précipitations et les inondations (Ville de Baltimore, 2018). La ville a axé ses plans sur les mesures préventives, car elle a constaté qu'elles seront probablement moins coûteuses que les dépenses de rétablissement. Elle fait état de ses progrès chaque année et a la

capacité d'apporter des modifications selon les leçons tirées de la matérialisation des aléas, la responsabilité finale incombant au planificateur des mesures climatiques et de la résilience. À l'avenir, ces plans intégreront les aléas d'origine humaine avec les aléas naturels afin d'être plus complets (Ville de Baltimore, 2018). À plus petite échelle, Castlegar, en Colombie-Britannique, a entrepris une étude afin de comprendre comment les changements climatiques pouvaient influer sur la charge sur l'infrastructure municipale d'égout pluvial (Kovacs *et al.*, 2014). Prenant en considération les changements en cours dans les bassins hydrographiques environnants et les projections climatiques, l'étude a cerné les éléments de cette infrastructure qui seront probablement les plus vulnérables. Quelques années plus tard, après de fortes chutes de pluie, la ville a décidé d'investir dans l'amélioration de l'infrastructure et cette étude a procuré une aide considérable aux décideurs (Kovacs *et al.*, 2014).

2.4 Conclusion

Intégrer la RRC et l'adaptation se heurte à des difficultés : les différences dans les mécanismes de gouvernance, la terminologie et les échelles temporelles gênent les progrès. De plus, les décideurs sont enclins à conserver les pratiques actuelles, à négliger les risques futurs et à retarder les investissements dans la sécurité de demain pour une multitude de raisons. Quels que soient les défis, les tendances relatives aux changements climatiques et aux risques de catastrophe mettent en lumière l'exposition et l'importance correspondante de mettre en place une large gamme de mesures pour améliorer la résilience. De plus, il est probable que les réponses intégrées seront plus efficientes et plus efficaces, ce qui permettra de mieux exploiter des ressources limitées. Le chapitre suivant décrit les principales actions intégrées pouvant réduire les aléas, l'exposition, la vulnérabilité et, en fin de compte, les risques de catastrophe.

3

Principales interventions permettant de renforcer la résilience aux catastrophes

3.1 Réduction des aléas

3.2 Réduction de l'exposition aux aléas

3.3 Réduction de la vulnérabilité aux aléas

3.4 Conclusion

Constatations du chapitre

- Il est possible de réduire les risques de catastrophe par des actions qui modèrent les aléas, réduisent l'exposition et atténuent la vulnérabilité des gens et des structures. Les risques sont mieux atténués quand les collectivités et les individus collaborent à une vaste gamme d'actions complémentaires. Aucune stratégie unique n'offre de solution à tous les risques.
- La mise en œuvre de solutions fondées sur la nature est essentielle pour réduire les risques de catastrophe. Améliorer la gestion des combustibles forestiers, bâtir une infrastructure verte en ville et conserver des écosystèmes qui protègent des effets des aléas sont toutes des solutions qui améliorent la résilience et offrent de nombreux autres avantages pour la santé des humains et des écosystèmes.
- Éviter l'exposition aux aléas sera de plus en plus nécessaire face aux changements climatiques. Un zonage et un aménagement du territoire tournés vers l'avenir, ainsi que des stratégies de repli planifié soigneusement élaborées, sont des options pour minimiser l'exposition des populations et de l'infrastructure.
- Il est essentiel de concevoir des codes et des normes permettant aux structures et aux systèmes d'infrastructure de supporter les futurs stress climatiques pour assurer la résilience de l'environnement bâti.
- Garantir un accès équitable aux zones à température contrôlée durant les périodes de température extrême et établir des redondances dans les systèmes d'infrastructure critiques aident à réduire la vulnérabilité sociale aux aléas.

Il existe plusieurs grandes possibilités d'améliorer la résilience grâce à l'intégration de l'adaptation et de la RRC. Partant du principe que le risque est fonction de l'aléa, de l'exposition et de la vulnérabilité, ce chapitre se penche sur les mesures tangibles que les gouvernements, les organisations, les entreprises et les individus peuvent prendre pour s'attaquer à chacun de ces trois composants du risque. Bon nombre des interventions étudiées sont des éléments de longue date de la RRC, mais leur contribution potentielle doit être réexaminée à la lumière des changements climatiques. Les activités recensées dans ce chapitre sont soutenues par des renseignements adéquats et accessibles (chapitre 4), un financement approprié (chapitre 5) et des règles et une reddition de comptes claires (chapitre 6).

3.1 Réduction des aléas

Certains aléas, comme les feux de forêt et les vagues de chaleur, peuvent être tempérés par des interventions préventives. Il est à noter que ces interventions incluent la prévention des incendies grâce à la gestion des combustibles et la baisse des fortes températures dans les zones urbaines grâce au verdissement.

Les aléas de feu de forêt peuvent être efficacement gérés par une combinaison de mesures d'atténuation et de brûlage contrôlé

Les feux de forêt peuvent être atténués par diverses stratégies, dont l'une d'elles consiste à encourager et à inciter les collectivités à prendre des mesures pour réduire leurs propres risques d'incendie (Sankey, 2018). Les activités à petite échelle, comme nettoyer la litière végétale, éliminer les arbres morts ou mourants, tailler et éclaircir la végétation et planter des espèces d'arbres résistantes au feu, peuvent contribuer à réduire la propagation des feux de forêt (Intelli-feu Canada, 2018). Il est aussi possible d'aménager des coupe-feu vivants, c'est-à-dire de planter des bandes d'arbres et de végétation résistantes au feu en périphérie des collectivités pour prévenir la propagation des incendies (Curran *et al.*, 2018). Cependant, l'implantation étendue de ces méthodes se heurte à un manque de connaissance des risques chez les propriétaires et est entravée par l'absence de mise en application réglementaire des activités d'atténuation dans la plupart des provinces (Lindsay, 2018; Tymstra *et al.*, 2020). Des initiatives de communication à grande échelle, telles que le programme Intelli-feu, sont nécessaires pour informer les personnes qui vivent en zone périurbaine des gestes requis et les faire agir afin de minimiser leurs risques dans ces zones dangereuses (Kovacs, 2018). L'apprentissage social et la cohésion communautaire aux fins de préparation aux feux de forêt sont abordés à la section 2.3.2.

Les feux d'origine humaine peuvent être déclenchés par contact avec des lignes électriques brisées ou le long des voies de chemin de fer, surtout dans les conditions de grande sécheresse et de chaleur intense. La végétation qui pousse le long des couloirs de transport peut interférer avec les lignes électriques, et les tempêtes de vent peuvent également faire en sorte que des branches d'arbres et autres débris endommagent ou font tomber des éléments d'infrastructure électrique (Feltmate *et al.*, 2020). Ce genre d'incendie a mené à des poursuites judiciaires contre les entreprises de services publics, dont certaines ont été jugées criminellement responsables des feux déclenchés par leurs lignes électriques (Oritz, 2019). Une méthode d'atténuation des risques d'incendie créés par les éléments d'infrastructure endommagés consiste à couper préventivement l'électricité dans les zones à risque, ce qui élimine la source d'allumage même si des lignes sont abattues ou endommagées. San Diego Gas & Electric, un fournisseur d'électricité de Californie,

compte dans son effectif une équipe de météorologues chargés de prévoir les aléas d'incendie et a établi un réseau de stations météorologiques dont le but est de fournir des données pour l'ensemble du territoire desservi (SDG&E, 2020). La société tient compte des conditions météorologiques historiques et actuelles, d'un indice de risque pour la végétation et de renseignements transmis par les premiers répondants et issus d'observations sur le terrain pour guider ses décisions de coupure préventive (SDG&E, 2020). Cependant, les coupures d'électricité sont parfois controversées; lors des interruptions qu'elle a effectuées en 2019, Pacific Gas and Electric a été critiquée pour le manque de clarté de ses communications quant au moment et aux endroits précis où ces interruptions surviendraient, auquel s'est ajouté la panne de son site Web durant certaines d'entre elles (St. John, 2019; Ho, 2020).

Une autre méthode efficace pour réduire les aléas de feux de forêt est de permettre plus de feux contrôlés[5] dans la nature afin de réduire la charge de combustibles et de promouvoir le brûlage dirigé[6] et la gestion des combustibles à proximité des lieux d'implantation humaine et des éléments d'infrastructure précieux (Bowman *et al.*, 2020; Tymstra *et al.*, 2020). Des études ont démontré qu'il était possible de réduire la fréquence des feux de forêt en limitant la charge de combustible à la suite d'un feu (Krawchuk *et al.*, 2006). Bien que l'efficacité des feux contrôlés et du brûlage dirigé soit reconnue et que les stratégies fructueuses de réduction des feux de forêt aient un effet, leur mise en œuvre n'est pas sans risque. En effet, les conditions météorologiques propices au déclenchement de feux de forêt sont de plus en plus intenses, ce qui réduit les moments favorables au brûlage dirigé (Bowman *et al.*, 2020; Whitman, 2020). De plus, la perte de contrôle du brûlage dirigé peut poser une menace considérable aux collectivités et à l'infrastructure environnante (Whitman, 2020). La pollution par la fumée à la suite d'un programme de brûlage dirigé de grande ampleur peut avoir d'importants effets néfastes sur la santé, notamment l'hospitalisation et la mort (Bowman *et al.*, 2020). De nombreuses régions sont également trop densément peuplées pour offrir un espace adéquat afin que les feux puissent brûler sans s'approcher de collectivités ou de structures de valeur (Johnston et Flannigan, 2018).

5 Au lieu de complètement éteindre certains feux de forêt, on peut les contrôler soigneusement et les laisser brûler afin de réduire la charge de combustible, particulièrement dans les zones dans lesquelles les risques pour les établissements humains sont faibles.

6 Brûlage dirigé ou contrôlé déclenché intentionnellement dans des conditions contrôlées pour réduire le combustible dans des zones propices aux incendies.

Gracieuseté de Parcs Canada

Figure 3.1 Utilisation du feu comme outil de gestion de la végétation, Parc national de Pukaskwa, Ontario

La collaboration avec les groupes autochtones peut être utile pour améliorer l'adhésion à la méthode des feux contrôlés (Intelli-feu Canada, 2020). Ces groupes possèdent une expertise des pratiques de brûlage culturel qui ont historiquement été ignorées et interdites par la colonisation ainsi que par la législation et la réglementation gouvernementales de lutte contre les incendies. Des Premières Nations comme la Shackan Indian Band ont procédé à un brûlage culturel efficace dans le cadre d'une collaboration avec la First Nations' Emergency Services Society et le BC Wildfire Service (FireSmart BC, s.d.). On a aussi recouru au savoir autochtone et local (SAL) pour décider du meilleur moment pour effectuer du brûlage durant l'année et pour choisir les emplacements optimaux garantissant

un brûlage sécuritaire et efficace. L'utilisation de ce savoir et de ses résultats constitue un exemple positif de revitalisation du brûlage culturel dans d'autres communautés des Premières Nations de la Colombie-Britannique (FNESS, 2021; FireSmart BC, s.d.). Prendre en considération le savoir et l'expertise autochtones en matière de gestion des feux peut atténuer les risques de feux de forêt tout en offrant des avantages écologiques et culturels, comme le soutien des pêcheries, la réduction du nombre de ravageurs, l'amélioration des zones de cueillette de baies et la promotion de la croissance de plantes médicinales (Intelli-feu Canada, 2020). Dans certains cas, ce savoir a été perdu, mais certaines communautés font appel à des experts d'ailleurs dans le monde pour ramener le brûlage dans leurs pratiques (GVS, s.d.). D'autres méthodes de réduction du combustible, comme le nettoyage des broussailles et des arbres morts, sont activement mises en pratique dans de nombreuses communautés autochtones et ont réussi à limiter l'étendue des feux dans des situations d'urgence (Christianson *et al.*, 2014; Intelli-feu Canada, 2020; PAGC, 2020). Les programmes de réduction du combustible offrent des avantages qui dépassent la simple atténuation des risques, comme en témoigne Intelli-feu Canada (2020) : « on a fait appel aux membres de la communauté pour constituer et former des équipes autochtones de gestion du combustible, qui offrent des bienfaits économiques et des possibilités de carrière aux familles, même parfois également dans d'autres secteurs d'activité » [traduction libre]. Le soutien local, la collaboration et le renforcement des capacités peuvent inclure la formation et le recrutement d'Autochtones à titre de professionnels de la foresterie et de gestionnaire des ressources, de contrôleurs de feux, d'agents de liaison de SAL, d'opérateurs de machinerie et de pompiers (Intelli-feu Canada, 2020).

Le verdissement urbain peut réduire la chaleur extrême dans les villes

L'intensification de l'urbanisation combinée aux changements climatiques a entraîné la hausse de l'exposition aux extrêmes de température (Jia *et al.*, 2019). La construction et l'expansion des centres urbains, et en particulier l'utilisation de matériaux non réfléchissants qui absorbent la chaleur combinée à la réduction de la végétation, ont entraîné une hausse des températures (McKeown, 2015). Les fortes températures ont des effets nocifs sur la santé et peuvent causer la mort, surtout chez les populations socialement vulnérables (McKeown, 2015). Il est toutefois possible d'atténuer les températures extrêmes ressenties au sol et à l'intérieur des bâtiments par une conception et une construction soignées (NRDC, 2012). Le verdissement urbain, c'est-à-dire l'accroissement de la couverture des arbres dans les villes, est un excellent moyen de réduire l'effet d'îlot de chaleur

dans les villes[7] (Sanusi *et al.*, 2016). Le feuillage des arbres, en particulier, crée de l'ombre et fait baisser la température ambiante ainsi que la température de l'asphalte, des murs extérieurs et des toits (Glick, 2020). Prenant note de ces avantages, plusieurs villes canadiennes, comme Hamilton, Kelowna et London, ont mis sur pied des programmes de plantation d'arbres (ICF, 2018). De même, Toronto offre un certain nombre de subventions et d'incitations communautaires pour promouvoir la plantation d'arbres sur les terrains privés et publics (Ville de Toronto, 2021 a, 2021b). Accroître les forêts urbaines est une stratégie bénéfique pour l'adaptation aux changements climatiques; cependant, les effets de ces changements sur les arbres eux-mêmes méritent également considération (Ordóñez et Duinker, 2014). Inclure ces forêts dans les évaluations de la vulnérabilité peut garantir leur importance dans la prise de décision urbaine et augmenter les chances de succès de la lutte aux fortes températures dans les villes (Ordóñez et Duinker, 2014).

L'infrastructure urbaine verte offre un certain nombre d'avantages, comme la modération des îlots de chaleur. Des expériences ont démontré que le verdissement des toits abaissait la température de ces derniers de 30 à 40 °C (Liu et Bass, 2005). Le verdissement a également un impact sur la température au-dessus des toits; celle-ci est de 4 °C inférieure à ce qu'elle est au-dessus des toits non végétalisés (U.S. DoE, 2004). Déployés à grande échelle, les trois verts pourraient influer sur la température d'une ville entière; la modélisation a révélé que si 50 % des toits de Toronto étaient végétalisés, la température de l'air serait réduite de 0,1 à 0,8 °C, et de 2 °C supplémentaires si ces mêmes toits étaient irrigués (Liu et Bass, 2005).

3.2 Réduction de l'exposition aux aléas

Réduire l'exposition est fondamental pour limiter les impacts des aléas sur les communautés. Les stratégies proactives et réactives minimisent efficacement l'exposition et incluent des mesures aussi efficaces que l'aménagement du territoire, le repli planifié et les éléments d'infrastructure de protection.

3.2.1 Stratégies proactives

Un aménagement, un zonage et une utilisation des sols efficaces sont essentiels pour protéger les gens et les biens des aléas

Contrôler et limiter la construction dans les zones dangereuses est primordial et nécessite une réglementation et une mise en application rigoureuses de la part des administrations municipales et des gouvernements régionaux (King *et al.*, 2016; AIDR, 2020). Par exemple, les inondations de Calgary en 2013 auraient été bien

7 L'effet d'îlot de chaleur urbain est « un phénomène dans lequel les matériaux de construction urbaine imperméables absorbent, stockent et relâchent de l'énergie thermique » [traduction libre] (Vargo *et al.*, 2016).

pires si la ville n'avait pas déjà fortement restreint la construction résidentielle et d'affaires dans l'effluent de crue à récurrence de 100 ans (Doberstein *et al.*, 2019). Les règlements de zonage stricts adoptés à Toronto à la suite de l'ouragan Hazel en 1954 ont empêché la construction dans les plaines inondables fluviales, ce qui a fortement atténué les dommages causés par les rivières lorsqu'elles sont sorties de leur lit durant l'ouragan Isabel en 2003 (Kelman, 2020). Outre les inondations, les règlements de construction stricts peuvent limiter ou empêcher la construction et l'expansion dans la zone périurbaine, et donner aux autorités les moyens de grandement limiter l'exposition aux incendies dans ces zones (Kovacs, 2018).

En revanche, un aménagement du territoire et un zonage insuffisants peuvent accroître l'exposition aux inondations, comme ça a été le cas à Houston, au Texas. Dans cette ville, la population a augmenté de 40 % depuis 1990, le développement qui s'en est suivi a mené à l'asphaltage à grande échelle des écosystèmes des prairies absorbants et à une hausse de la construction dans les plaines inondables (Shaw *et al.*, 2016; Kelman, 2020). À cause des surfaces imperméables et de la modification du drainage naturel, les eaux de pluie ont dépassé la capacité des bayous, des réseaux de drainage urbain et des réservoirs, conduisant à l'inondation extensive et répétée de nombreuses zones qui n'étaient pas jusque-là considérées à risque, car elles se trouvaient en-dehors de la plaine inondable a récurrence de 100 ans. Et même dans la plaine inondable, l'intensification de la construction a été permise bien qu'on en connaissait les risques (Shaw *et al.*, 2016). À cause du manque d'aménagement et de zonage rigoureux, Houston a subi plus d'inondations urbaines que toute autre région des États-Unis ces 40 dernières années (Shaw *et al.*, 2016).

L'interdiction de construire dans les zones dangereuses peut être combinée avec la protection et la conservation de zones naturelles, ce qui apporte de nombreux autres avantages pour l'environnement naturel (IISD, 2021). Par exemple, les milieux humides peuvent accroître la résilience en constituant une zone tampon avec les ondes de tempête, tout en éliminant les contaminants et en offrant un habitat à la faune (Lempert *et al.*, 2018). Les initiatives de conservation contribuent à la protection de la biodiversité des écosystèmes, à l'amélioration de la séquestration du carbone et à la promotion des activités récréatives et de la santé humaine (IISD, 2021; Mitchell *et al.*, 2021). On peut empêcher la construction dans les plaines inondables ou sur les côtes en déclarant les milieux humides espaces protégés, comme l'a fait le Nouveau-Brunswick en 2002 (Gouv. du N.-B., 2002). La Politique de conservation des terres humides du Nouveau-Brunswick vise la protection des milieux humides importants dans la province, ce qui inclut tous les marais côtiers (Gouv. du N.-B., 2002). Ces derniers stabilisent le littoral, assurent la protection contre les inondations et les ondes de tempête, réduisent l'érosion, accroissent la biodiversité et permettent des activités récréatives et culturelles

(ICF, 2018). Durant l'ouragan Sandy en 2012, les milieux humides côtiers ont prévenu des dommages dus aux inondations estimés à 625 millions de dollars US (Narayan *et al.*, 2017). Les écosystèmes côtiers pourraient également être en mesure de s'ajuster tout seuls à l'élévation du niveau de la mer (Spalding *et al.*, 2014). Le zonage des plaines inondables à Toronto a favorisé la création de plusieurs parcs et espaces verts, qui offrent des avantages naturels et récréatifs à la population (Kelman, 2020). Ces types d'initiative sont souvent appelés « solutions fondées sur la nature[8] »; des exemples en sont illustrés à la figure 3.2.

Un aménagement du territoire et un zonage tournés vers l'avenir contribuent également au développement durable. En fait, « l'aménagement du territoire visant à réduire les aléas naturels consiste fondamentalement à promouvoir des modèles d'établissement humain plus durables et à vivre en laissant une empreinte plus faible et plus soutenable sur la Terre » [traduction libre] (Beatley, 1998). En promouvant et en mettant en pratique une utilisation durable des sols, le Canada travaille l'atteinte des ODD, et particulièrement des objectifs 13 et 15 (ONU, 2015)[9].

Bien que les démarches d'évitement soient extrêmement efficaces pour réduire l'exposition, elles ne sont parfois pas pratiques ou réalisables à cause de pressions sociales contraires mais légitimes, comme l'urbanisation et la croissance démographique, qui accroissent la demande de terrains (King *et al.*, 2016). De plus, les administrations municipales responsables des règlements de zonage peuvent avoir de la difficulté à les mettre en application parce qu'elles ne disposent pas des ressources et de la capacité suffisantes ou sont pressées par les promoteurs à accroître l'expansion de quartiers (Burby, 1998). De plus, le zonage adaptatif dépend de cartes des aléas à jour et exhaustives, qui peuvent coûter cher et prennent du temps à dresser (King *et al.*, 2016). Dans ces situations, il est important d'envisager un ensemble d'options d'atténuation des risques complémentaires, qui comprennent des ouvrages de protection durs et souples, des codes du bâtiment mis à jour et la modernisation des bâtiments pour améliorer la résilience des structures physiques.

8 Dans le rapport, le terme « solutions fondées sur la nature » fait référence aux systèmes naturels (comme les milieux humides) et aux ouvrages conçus et bâtis pour reproduire les processus naturels.

9 L'ODD 13 est « Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions » et l'ODD 15 est « Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des sols et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité » (ONU, 2015).

Figure 3.2 Solutions fondées sur la nature pour réduire les aléas et l'exposition

Exemples de solutions climatiques fondées sur la nature actuellement appliquées au Canada. Image du haut : marais salé et dune protégeant la côte de l'Île-du-Prince-Édouard. Image du bas : Toit vert sur le Centre des congrès de Vancouver.

3.2.2 Stratégies réactives

Le repli planifié peut jouer un rôle important en éloignant les gens et les biens des zones les plus exposées aux aléas

Une fois l'infrastructure et les populations installées dans des zones dangereuses, il est bien plus difficile et coûteux de réduire leur exposition (King *et al.*, 2016; AIDR, 2020). L'option politique du repli planifié (également appelé « repli ordonné »), principalement exécuté au moyen du rachat par le gouvernement des maisons et des bâtiments dans les zones à haut risque d'inondation, peut alors se révéler efficace (Thistlethwaite *et al.*, 2020). En Australie, les feux de forêt dévastateurs de 2009 ont incité l'État de Victoria à racheter plus de 100 propriétés détruites et à exiger un permis spécial pour construire dans des zones où les risques sont élevés (Slezak, 2013). Un des exemples les plus souvent cités de repli planifié réussi au Canada est celui effectué au lendemain de l'ouragan Hazel, alors que le gouvernement de l'Ontario a acheté plus de 200 maisons et propriétés endommagées par les inondations qui se sont abattues sur Toronto (Thistlethwaite *et al.*, 2020). Les zones inondables ont été converties en des espaces verts qui existent encore aujourd'hui (Kelman, 2020). Ce repli et le changement de zonage des plaines inondables de la région du Grand Toronto qui s'en est suivi ont considérablement réduit les risques d'inondation; cependant, l'Office de protection de la nature de Toronto et de la région estime qu'au moins 8000 propriétés présentent encore un risque considérable d'inondation et que les changements climatiques pourraient nécessiter un nouveau repli (Doberstein *et al.*, 2019; TRCA, s.d.).

La conception d'un repli planifié exige de porter une attention particulière au moment, à la compensation et au meilleur endroit pour déplacer les quartiers. Les programmes cherchant à nouer un dialogue fructueux avec les parties prenantes avant une catastrophe ont de meilleures chances de réussir à convaincre les communautés d'envisager un repli planifié (Binder et Greer, 2016). Il n'est pas approprié d'entamer les discussions sur un repli planifié immédiatement après une catastrophe; c'est une période lourde en émotions dans la vie des gens, car leur maison et leurs moyens d'existence viennent d'être détruits ou endommagés (Flavelle, 2020; Tait, 2020; Thistlethwaite *et al.*, 2020). Le repli planifié est souvent perçu comme une opération de dernier recours comparable à une défaite, et les gens y résistent pour cette raison ainsi que pour de nombreuses autres, comme les coûts directs élevés, le lien qu'ils ont bâti avec l'endroit et la perte de culture et d'appartenance à la communauté (Binder *et al.*, 2015; Flavelle, 2020).

Les peuples autochtones peuvent être particulièrement méfiants face au repli à cause du legs colonial de terres volées et de déplacements de communauté contre leur volonté (Yellow Old Woman-Munro *et al.*, 2021). Par conséquent, il est recommandé que les discussions publiques au sujet des options de repli planifié s'effectuent visent à obtenir l'assentiment de la population et se déroulent autour d'un programme répondant aux besoins de la collectivité (Binder et Greer, 2016). Si le repli planifié s'avère une option viable pour une collectivité, il est crucial d'étudier l'endroit où les populations déplacées se réétabliront avant que la catastrophe envisagée survienne, afin d'assurer une protection continue des personnes touchées (Saunders-Hastings *et al.*, 2020) (encadré 3.1).

L'adéquation de la compensation est un élément tout aussi important pour le succès du repli planifié. Après l'ouragan Sandy, durant une discussion organisée par la communauté à Staten Island, presque tous les résidents ont indiqué qu'ils accepteraient de s'en aller s'ils pouvaient obtenir un prix juste pour leur maison et la garantie que le secteur ne serait pas reconstruit (Meyer et Kunreuther, 2017). Après les inondations causées par le Mississippi en 1993, divers comtés de l'Iowa ont élaboré des programmes de rachat des propriétés à risque; dans les comtés de Cherokee et d'Ames, les populations ont été déplacées dans des parties plus sûres de la ville et des espaces verts tampons devant agir comme des plaines inondables ont été créés (Siders, 2013). On a jugé que l'efficacité de ces programmes était due au fait qu'on avait offert aux résidents pour leur maison la valeur du marché avant l'inondation et à des incitations lorsqu'ils restaient dans la ville (Siders, 2013). En revanche, le gouvernement du Québec a offert en 2019 un maximum de 200 000 $ pour le rachat des maisons endommagées par les inondations, provoquant un tollé et de la résistance, car les propriétaires pensaient que leur maison valait davantage que le montant proposé et que ce montant n'était pas suffisant pour acheter une résidence équivalente ailleurs dans la région (Breummer, 2019; Thistlethwaite *et al.*, 2020).

Encadré 3.1 Déplacement de la Première Nation de Lake St. Martin

Le déplacement en cours de la Première Nation de Lake St. Martin, au Manitoba, souligne l'importance d'un plan culturellement approprié et respectueux pour l'évacuation et le déménagement. En 2011, cette Première Nation a dû être évacuée en raison des inondations qui ont détruit l'ensemble de ses maisons et de son infrastructure (Ballard et Thompson, 2013). Ses terres traditionnelles ont été inondées à cause de la décision de détourner l'excédent d'eau du lac Winnipeg dans le lac St. Martin, qui s'est principalement préoccupée des propriétaires terriens et les fermiers implantés le long de la Fairford et du lac Manitoba (Galloway, 2012). La Première Nation n'a pas eu son mot à dire dans cette décision et on n'a pas tenu compte de sa préférence dans le choix du lieu où elle serait déménagée. Elle a plutôt été réinstallée sur une parcelle de terre éloignée, adjacente au territoire de la réserve originale, même si les mêmes risques d'inondation y étaient semblables (Galloway, 2012; Thompson *et al.*, 2014). Neuf ans plus tard, certains résidents n'ont toujours pas pu rentrer chez eux, et une poursuite judiciaire a été intentée contre le gouvernement fédéral, qui a cessé de fournir une aide financière aux évacués avant de leur avoir procuré un hébergement sécuritaire (Malone, 2020; Unger, 2020). Thompson *et al.* (2014) résument ainsi la situation :

> *Des obstacles institutionnels et politiques, découlant de problèmes de compétences, ainsi que le racisme ont empêché d'offrir les services nécessaires et de prendre des décisions conjointement au sujet de la gestion de l'eau et des terres dans la nouvelle communauté. Les politiques concernant la gestion de l'eau, les services après l'évacuation et la reconstruction de la communauté n'ont pas permis aux Premières Nations de faire entendre leur voix afin de s'assurer que leurs besoins soient satisfaits de façon respectueuse et culturellement adéquate. Il faut élaborer des politiques et des procédures inclusives, en partenariat avec les Premières Nations, afin de prévenir et d'atténuer les futurs impacts des catastrophes naturelles et du déplacement.*

Cette expérience souligne les conséquences négatives pouvant survenir lorsque le déménagement est mal exécuté.

Le hameau de Tuktoyaktuk, dans les Territoires du Nord-Ouest, intègre activement le repli planifié dans sa stratégie d'adaptation pour faire face à l'érosion côtière et à la dégradation du pergélisol qui menacent son infrastructure physique et sa santé économique et physique (Andrachuk et Smit, 2012; Saunders-Hastings *et al.*, 2020). Bien que la communauté ait joué dès le début un rôle de premier plan dans les discussions concernant le déménagement, des problèmes persistants de financement et l'absence d'expertise technique locale ont empêché l'établissement de zones de réimplantation adaptées et la mise en œuvre du repli (Saunders-Hastings *et al.*, 2020). Ce problème souligne la nécessité d'un soutien financier et technique de la part des gouvernements territoriaux et fédéraux afin que des progrès puissent être réalisés dans les phases suivantes de la stratégie de repli.

L'infrastructure bâtie et l'infrastructure de protection naturelle peuvent réduire l'exposition à l'échelle communautaire

Dans de nombreuses situations où le repli planifié n'est pas faisable, il est crucial de réduire l'exposition au moyen de stratégies de protection. Par exemple, protéger les populations et l'infrastructure physique contre l'inondation côtière et fluviale implique traditionnellement l'aménagement d'une infrastructure dure, comme des ouvrages longitudinaux, des digues, des levées et des bermes. Des collectivités du Lower Mainland, en Colombie-Britannique, sont protégées de l'inondation par un système de plus de 600 km de digues, qui est essentiel pour l'infrastructure critique, les habitations et plusieurs centaines de milliers d'habitants (Gouv. de la C.-B., s.d.-b). Cependant, ces digues sont de plus en plus vulnérables aux défaillances à cause des changements climatiques, qui créent de nouvelles contraintes sur l'infrastructure pas forcément prises en compte dans les pratiques de conception actuelles (GIEC, 2012; CNN, 2019b). Dans le delta du Fraser, il a été établi que 71 % des digues étaient vulnérables au déversement, et que si aucune modification n'est apportée au système actuel, des dommages estimés à environ 24 millions de dollars pour une inondation côtière et à 32 millions de dollars pour une inondation fluviale pourraient survenir (FBC, 2016). Une façon d'améliorer les éléments d'infrastructure de protection contre les inondations est de faire en sorte que sa taille puisse être accrue durant les cycles suivants de remplacement et de renouvellement (Moudrak et Feltmate, 2020). Aux Pays-Bas, les digues ont été relevées pour supporter la hausse du niveau de la mer la plus probable; cependant, si la mer monte plus haut que prévu, leurs fondations seront suffisamment solides pour que les digues soient encore remontées (Hill et Martinez-Diaz, 2020). Mettre à jour les codes et les normes du bâtiment afin de tenir compte des conditions climatiques futures prévues est une autre façon de

promouvoir l'amélioration continue des structures lorsqu'elles sont réparées et modernisées (Hill et Martinez-Diaz, 2020).

Le rajeunissement des milieux humides naturels, des plaines inondables, des plages et des côtes constitue une autre solution de rechange à l'érection de barrières dures traditionnelles, comme les ouvrages longitudinaux et les digues. Il est de plus en plus reconnu que les solutions fondées sur la nature peuvent réduire l'exposition aux impacts des changements climatiques, tout en procurant aussi d'autres avantages (OCDE, 2020a; Stafford *et al.*, 2021) (section 3.2.1). Certaines de ces solutions sont également des exemples de systèmes dont la défaillance ne crée pas de danger; les espaces verts le long des rivières peuvent être inondés en toute sécurité en cas de fortes pluies, les réparations seront alors minimes (Wharton, 2015). Dans d'autres situations, les approches hybrides infrastructure grise-infrastructure verte[10] offrent souvent les meilleures options. Par exemple, les dunes fortifiées sont faites de sables naturels et d'herbe combinés avec du perré pour prévenir l'érosion et l'inondation (ICF, 2018). Les protections au large comme les îles-barrières peuvent également être entretenues et utilisées pour compléter des structures telles que les digues, et constituent une solution suggérée pour une partie de la région de Vancouver (Delcan, 2012). Au Nouveau-Brunswick, des digues sont aménagées près de Sackville, pendant que les marais salants de Tantramar sont restaurés (Molnar *et al.*, 2021). Cette combinaison de stratégies peut accroître la résilience des systèmes naturels et de l'infrastructure classique face à des événements plus graves et susciter un appui accru de la part des professionnels plus habitués aux approches d'ingénierie (ICF, 2018).

Toutefois, le recours à l'infrastructure de protection devrait s'effectuer avec prudence. Quand ces structures de défense sont en place, elles peuvent inspirer un faux sentiment de sécurité chez les populations qu'elles protègent (Kelman, 2020). Se croyant abrités des aléas, les résidents peuvent devenir complaisants et ne pas prendre de mesures limitant la vulnérabilité. Au lieu de compter uniquement sur un type de mesure d'atténuation des risques — dans ce cas, la protection — les collectivités et les individus doivent activement employer des moyens divers et complémentaires, comme la construction de maisons à l'épreuve des inondations, la contraction d'une assurance et la mise à jour des plans d'urgence (Doberstein *et al.*, 2019; Kelman, 2020).

10 L'infrastructure grise fait référence aux approches structurales conventionnelles (qui recourent souvent à des matériaux gris, comme le béton).

3.3 Réduction de la vulnérabilité aux aléas

Le concept de vulnérabilité est étudié et défini de différentes façons par une grande variété de professions et de disciplines et fait depuis longtemps l'objet de recherches dans les études sur les catastrophes (Hewitt, 1983; Blaikie *et al.*, 1994; Cutter, 1996). Aux fins de ce rapport, le comité d'experts a décidé d'utiliser la définition du Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophe (UNDRR, 2016) présentée dans l'encadré 1.1 et de considérer les susceptibilités et le manque de capacité comme des éléments de la vulnérabilité. La vulnérabilité comporte de nombreuses dimensions, notamment physiques (qui se rapportent aux bâtiments et à l'infrastructure), sociales, économiques, culturelles et environnementales, et il est important de reconnaître qu'elle est à la fois créée et atténuée par les choix que font les humains (Birkmann *et al.*, 2013; Kelman, 2020). Lorsqu'elles visent l'intégration de l'adaptation et de la RRC, la majorité des interventions s'attaquent à la vulnérabilité physique ou sociale.

3.3.1 Vulnérabilité physique

Les catastrophes endommagent les maisons individuelles et les bâtiments, l'infrastructure communautaire de grande ampleur, comme les routes et les lignes électriques, et les structures mêmes conçues pour protéger contre les aléas, comme les digues, les bermes et les barrages. La vulnérabilité physique est accrue par une mauvaise conception des bâtiments et de l'infrastructure, une réglementation laxiste et des codes et des normes qui ne tiennent pas compte des changements climatiques. La lutte contre la vulnérabilité physique est une des opérations essentielles dans laquelle l'adaptation peut être intégrée avec la RRC.

Des codes et des normes qui intègrent les futurs changements climatiques peuvent notablement améliorer la résilience des nouvelles structures

Les codes et les normes ont une considérable incidence sur toutes les étapes du cycle de vie des bâtiments et de l'infrastructure et sont donc un point d'entrée crucial pour l'intégration de l'adaptation. Habituellement, les normes sur l'infrastructure sont élaborées à partir d'estimations historiques d'un climat relativement stable; cependant, les changements climatiques rendent ces hypothèses caduques (CNN, 2019b). Des normes de conception de l'infrastructure dépassées contribuent à la réduction de la capacité à gérer les risques, particulièrement d'inondation (Thistlethwaite et Henstra, 2017). En intégrant les projections des futures conditions climatiques, les codes et les normes améliorent la résilience des nouvelles structures physiques et réduisent la nécessité de modernisations coûteuses à l'avenir (section 5.2.1). La maintenance permanente des structures peut également prolonger leur durée de vie prévue (CNN et

Manifest Climate, 2021). L'intérêt de codes et de normes adaptés au climat est bien pris en compte par le financement actuel, le budget fédéral 2021 prévoyant un investissement de 11,7 millions sur cinq ans pour soutenir le renouvellement du Programme de normes pour des infrastructures résilientes (GC, 2021c). Les normes et les codes du bâtiment sont plus efficaces quand ils sont associés à une mise en application et à une formation rigoureuses (Eyzaguirre *et al.*, 2018).

On a déjà commencé à élaborer des normes qui prennent en considération les aléas climatiques actuels et prévus pour divers types de bâtiment et d'infrastructure. Par exemple, l'Initiative de normalisation des infrastructures du Nord s'intéresse notamment aux études géotechniques concernant les fondations des bâtiments dans les régions couvertes par le pergélisol tout en tenant compte des futures conditions climatiques (CNN, 2018). Il est possible de concevoir des normes semblables s'attaquant à l'accroissement de la vulnérabilité de l'infrastructure aux changements climatiques au Canada. Le Conseil canadien des normes (CNN, 2019b) se penche actuellement sur une norme nationale de gestion des réseaux d'égout pluvial et le Bureau de normalisation du Québec a publié des normes relatives à la réduction des îlots de chaleur dans les zones peuplées (BNQ, 2013; CNN, 2019b). Moudrak et Feltmate (2017) ont suggéré de travailler à une norme nationale sur la résilience aux inondations afin d'aider les municipalités, les propriétaires, les constructeurs et les promoteurs à connaître les exigences de conception et de construction permettant de bâtir une infrastructure plus résistante à ce phénomène.

Les lignes directrices établies par l'Organisation internationale de normalisation, qui proposent une méthodologie permettant aux comités de normalisation et aux concepteurs d'intégrer les changements climatiques, peuvent faciliter l'élaboration d'autres normes et la révision des normes existantes (ISO, 2020). Le Conseil canadien des normes a aussi publié un document visant à guider l'intégration de l'adaptation dans les normes en cours de conception ou de révision (CNN et Manifest Climate, 2021). Ce document propose un processus détaillé pour des activités telles que le recueil de données sur le climat, la définition des conditions climatiques ayant de fortes probabilités d'influer sur la norme, l'évaluation des impacts climatiques à chaque étape du cycle de vie et la réalisation d'évaluations des risques climatiques (CNN et Manifest Climate, 2021). En plus de tenir compte des changements climatiques, les codes et les normes peuvent également améliorer la résilience en promouvant l'équité (RNPN *et al.*, 2021). Le Conseil canadien des normes a reconnu ce fait et a mis sur pied une stratégie intégrant les principes de l'analyse comparative entre les sexes plus (ACS+) dans la conception de normes (CNN, 2019a).

De nombreuses stratégies de construction et d'entretien peuvent réduire la vulnérabilité à l'échelle de la propriété

À l'échelle des résidences individuelles, des mesures telles que le nettoyage des gouttières, le prolongement des descentes d'eau de pluie et des conduites d'évacuation de pompe de puisard, la pose et l'entretien de clapets antiretour et l'aménagement du terrain afin de maintenir une pente positive contribuent à l'amoindrissement de la vulnérabilité physique aux inondations (Moudrak et Feltmate, 2020). Les bâtiments sont plus résilients quand ils utilisent des matériaux capables de supporter un contact prolongé avec les eaux de crue, et des éléments d'aménagement paysager tels que les toits verts, les canaux végétalisés (fossés végétalisés) et les jardins pluviaux peuvent confiner l'eau de pluie et minimiser le ruissellement (Moudrak et Feltmate, 2020). Afin de minimiser la vulnérabilité aux feux de forêt, les propriétaires peuvent s'assurer que leur toit et leur parement aient un bon indice de résistance au feu, que leurs évents soient faits de matériaux non combustibles et que leurs fenêtres soient en verre trempé (Intelli-feu Canada, 2018). La pose d'attaches pour toit (également appelées « tirants pour ouragans »), peu coûteuses, a été recommandée pour réduire les risques de dommages à la toiture lors de forts vents, comme ceux subis dans le comté de Dufferin durant les tornades (Darwish, 2018).

Les grandes tours commerciales et résidentielles sont également sujettes aux dangers des aléas, mais elles peuvent être bâties et modernisées de façon à réduire leur vulnérabilité à des phénomènes tels que les inondations et les vagues de chaleur. Par exemple, elles peuvent être dotées en permanence de génératrices de secours, qui alimentent en électricité au moins un ascenseur, et de pompes de puisard et de systèmes d'alarme-incendie (Moudrak et Feltmate, 2020). Les ascenseurs peuvent également être équipés de détecteurs d'eau qui les empêchent de se rendre à des étages inondés (Moudrak et Feltmate, 2020). La mise en œuvre de ces mesures dépend d'une connaissance suffisante des risques et des options possibles pour les atténuer. Des aides et des incitations financières peuvent également accroître l'adoption de ces solutions, par exemple par le biais de subventions ou de l'assurance (MPA, 2019).

L'amélioration de l'infrastructure communautaire est essentielle pour réduire la vulnérabilité

À l'échelon de la collectivité ou de la ville, on veille à améliorer la résilience de l'infrastructure actuelle et à éviter d'amplifier la vulnérabilité existante lors de nouvelles constructions. Des parties importantes de l'infrastructure du Canada sont en mauvais ou en très mauvais état, et exigent un remplacement ou des réparations immédiats ou à court terme (CIRC, 2019). Les réseaux de drainage urbain sont soumis à des contraintes de plus en plus fortes en raison des graves chutes de pluie reçues (CIRC, 2019; Moudrak et Feltmate, 2019). Plusieurs

recommandations ont été formulées pour réduire les risques d'inondation, comme faire en sorte que les égouts pluviaux et sanitaires soient entièrement séparés, éloigner les couvercles de regards d'entretien des zones de faible élévation et séparer les conduites d'évacuation des descentes d'eau de pluie et les conduites de pompe de puisard des égouts sanitaires (Moudrak et Feltmate, 2020). Pour réduire les risques de feux de forêt et prévenir les pannes de courant, certaines compagnies d'électricité envisagent de renforcer leur réseau de transport au moyen de conducteurs enrobés, de dispositifs de protection contre la chute de conducteur, une meilleure gestion de la végétation et l'enfouissement de certaines lignes (SDG&E, 2020).

« La vulnérabilité sociale est exacerbée et aggravée par les catastrophes et les changements climatiques. »

Ces méthodes conventionnelles peuvent être complétées également par une infrastructure verte. Des toits verts, un revêtement de chaussée perméable et la récupération des eaux de pluie peuvent réduire le ruissellement des eaux pluviales (TRCA, 2010). Les approches écologiques peuvent également être moins coûteuses que les structures grises classiques. Par exemple, on estime que les surfaces vertes perméables des rues et des allées de Portland (Oregon) sont de trois à six fois plus économiques pour la gestion des eaux de pluie que les options traditionnelles (Foster *et al.*, 2011). Dans cette ville, on évalue que les 8 millions de dollars US investis dans l'infrastructure verte, par exemple pour des surfaces de rue perméables et des citernes pluviales, ont permis d'économiser 250 millions en coûts d'infrastructure dure (Foster *et al.*, 2011).

3.3.2 Vulnérabilité sociale

La vulnérabilité sociale englobe les caractéristiques des individus, comme la santé, l'âge et le sexe, et les aspects sociétaux tels que la démographie, l'économie et les normes culturelles (Kelman, 2020). La vulnérabilité sociale est exacerbée et aggravée par les catastrophes et les changements climatiques. Par exemple, il faut plus de temps aux personnes souffrant de déficience mentale ou physique pour se rétablir après une catastrophe, et les ressources peuvent être insuffisantes pour répondre adéquatement à leurs besoins quotidiens et leur permettre de s'adapter et d'être résilients aux changements climatiques (Etkin, 2010; Gaskin *et al.*, 2017).

Les interventions nécessaires pour s'attaquer à la vulnérabilité sociale sont principalement génériques et comprennent des mesures telles que des filets de sécurité sociale solides, l'accès aux soins de santé et la cohésion communautaire. Les progrès réalisés dans l'amélioration de ces mesures à court terme permettront également d'accroître la résilience aux aléas dans le futur (Kelman *et al.*, 2017).

De plus, les initiatives d'adaptation et de RRC devraient venir compléter les efforts actuels pour lutter contre l'iniquité sociale et réduire la vulnérabilité (Brown *et al.*, 2021). Pour améliorer la résilience, il est crucial de faire en sorte que les personnes les plus vulnérables aux aléas créés par les changements climatiques aient la possibilité de participer à la production du savoir et à la prise de décision (section 6.1). Pour la plupart, les interventions générales visant à s'attaquer à la vulnérabilité sociale dépassent la portée de cette évaluation, mais le comité d'experts a cerné quelques actions ciblées.

L'accès public aux aires climatisées peut sauver des vies durant les épisodes de chaleur extrême

Les vagues de chaleur, déjà fréquentes ces dernières années, devraient augmenter dans le futur. Winnipeg, Ottawa, Halifax, Toronto, Vancouver et Montréal sont toutes touchées, et le nombre des décès y est considérable (PCC, 2019). Ces phénomènes posent des risques particulièrement élevés aux populations vulnérables, comme les personnes âgées, les sans-abri et les personnes à mobilité réduite, socialement isolées et souffrant de troubles de santé (HC, 2011; Watts *et al.*, 2015; PCC, 2019). Dans les régions particulièrement sujettes aux feux de forêt, la mauvaise qualité de l'air due à la fumée combinée à la chaleur extrême crée des conditions particulièrement dangereuses pour les populations vulnérables, qui doivent souvent choisir entre avoir chaud à l'intérieur et avoir de la difficulté à respirer à l'extérieur (Ball, 2021). À Toronto, les endroits extrêmement propices au stress thermique coïncident avec les groupes d'immeubles d'habitation construits avant 1986 (McKeown, 2015). Dans ces bâtiments, les appartements disposent rarement de l'air climatisé, ce qui rend leurs occupants de plus en plus vulnérables aux changements climatiques et à l'intensification de l'effet d'îlot de chaleur en zone urbaine. Pour résoudre ce problème, il est notamment proposé d'installer de stores isolants, d'ajouter de grilles aux fenêtres pour leur permettre de s'ouvrir plus grand, de revêtir les toits d'un matériau réflecteur et d'effectuer des rénovations majeures, comme la réfection du toit et l'isolation des murs, la pose de revêtement extérieur et le remplacement des fenêtres par des modèles plus écoénergétiques (McKeown, 2015).

De plus, il a été recommandé d'aménager des centres de rafraîchissement dans les bâtiments, où les occupants peuvent venir échapper à la chaleur (McKeown, 2015). Les zones climatisées réduisent considérablement la mortalité due aux vagues de chaleur; en 1999, Chicago a ouvert des centres de rafraîchissement et diffusé un avertissement de chaleur, ce qui a entraîné une chute du taux de mortalité de plus de 80 % par rapport à celui de la précédente vague de chaleur survenue en 1995 (Palecki *et al.*, 2001). Certaines des solutions proposées sont considérées comme des « modernisations en profondeur » et ont rarement été prises en considération

en raison de leurs coûts extrêmement élevés (MPA, 2019). Les changements politiques et l'accès au financement peuvent encourager ces mesures, qui comportent aussi d'autres avantages, comme la baisse de la consommation d'eau et d'énergie (MPA, 2019).

De plus, les extrêmes de température élevés et bas ont un important impact sur les sans-abri. De nombreuses régions offrent un soutien spécialisé lorsqu'il fait froid, mais il est également nécessaire d'étendre ces programmes aux vagues de chaleur (Hazlewood, 2020). Les espaces publics climatisés sont vitaux et peuvent être complétés par des centres de rafraîchissement répandus qui offrent particulièrement ce service (Moon et Wallace, 2018). Vancouver a admis l'importance de procurer des aires fraîches aux populations spécialement vulnérables, comme dans le Downtown Eastside, et prévoit accroître la couverture des arbres en plus d'ouvrir des centres communautaires climatisés pendant les vagues de chaleur (VBPR, 2019). Si elle s'avère fructueuse, cette approche pourrait être étendue à d'autres endroits pour créer un réseau de rafraîchissement conjointement avec l'intensification de la plantation d'arbres (McKeown, 2015).

Bâtir la redondance dans les chaînes d'approvisionnement et dans les systèmes d'infrastructure peut permettre de minimiser les interruptions de service et réduire la vulnérabilité des collectivités isolées

De nombreux aléas naturels peuvent endommager l'infrastructure critique, comme celle assurant la production d'électricité, l'approvisionnement en eau potable et l'évacuation des eaux usées. Décentraliser ces systèmes et y intégrer la redondance peut réduire les impacts catastrophiques sur les populations. Vancouver a proposé d'utiliser une infrastructure hydraulique verte[11] pour favoriser en particulier la résilience sismique, bien que le même procédé puisse s'appliquer aux aléas influencés par les changements climatiques, comme les inondations et les incendies (Ville de Vancouver, 2019). Lorsque les réseaux de drainage sont décentralisés, un point de défaillance unique ne nuit pas à l'ensemble du réseau (Ville de Vancouver, 2019). En 2021, les orages qui se sont abattus sur le Texas ont mis en lumière la vulnérabilité d'un réseau électrique en grande mesure indépendant, l'État ayant été incapable de fournir de l'électricité à partir d'autres parties du pays en raison de l'absence d'interconnectivité (Meyer, 2021).

Les communautés nordiques et éloignées sont particulièrement vulnérables aux perturbations ou aux défaillances de l'infrastructure critique et des réseaux de transport, car les changements climatiques touchent le pergélisol, les chutes de neige et la fonte de la neige (Vodden et Cunsolo, 2021). Les mouvements de terrain

11 Combinaison de procédés techniques et de pratiques fondées sur les écosystèmes assurant la protection et le rétablissement des réseaux d'eau naturels, notamment la récupération et la réutilisation de l'eau de pluie.

causés par la fonte du pergélisol déstabilisent de plus en plus les fondations des bâtiments et entraînent des coûts d'entretien élevés pour les structures linéaires, telles que les routes, les voies ferrées et les pistes décollage (GRID-Arendal, 2020). Dans certaines régions éloignées, la fourniture de services essentiels est bien plus difficile, et le manque d'accès fiable peut accroître la vulnérabilité existante. Par exemple, en 2017, la seule ligne ferroviaire reliant la ville éloignée de Churchill au sud du Manitoba a été emportée et endommagée en plusieurs endroits par des inondations printanières intenses (MacLean, 2017; Malone, 2018). Bien que les inondations n'aient pas touché la ville directement, elles ont eu un énorme impact sur les moyens d'existence des résidents de Churchill et ont causé plusieurs décès. La ligne de chemin de fer était le seul moyen d'acheminer le combustible et la nourriture à la ville, et celle-ci servait également de centre de distribution pour d'autres communautés du Nord (Galloway, 2018; Hansen, 2018). Par la suite, les produits de base ont dû être apportés par voie maritime ou aérienne, pour un coût largement supérieur, ce qui a forcé de nombreux résidents à déménager (Malone, 2018). L'économie de Churchill a été également touchée par l'interruption du tourisme, dont de nombreux habitants dépendent pour vivre (Malone, 2018). Bien que la voie ferrée ait été réparée depuis, elle demeure vulnérable aux changements climatiques, car de larges portions reposent sur le pergélisol, qui fond à une vitesse croissante (MacLean, 2017). Ce type de perturbation de la chaîne d'approvisionnement critique amplifie encore l'insécurité alimentaire que vivent de nombreuses communautés autochtones dans le Nord, qui manquent déjà de denrées alimentaires commerciales abordables et nutritives en raison des coûts de transport et du fait que les changements climatiques nuisent à la variété et à la distribution des aliments classiques (ITK, 2019).

Le problème d'accès est commun à de nombreuses communautés éloignées et nordiques. En cas de catastrophe, la capacité d'une collectivité à recevoir de l'aide ou à être évacuée est considérablement réduite lorsqu'il n'y a pas de redondance intégrée. Les solutions possibles à ce problème consistent notamment à modifier les routes de transport, à mettre à niveau l'infrastructure, à modifier les heures d'expédition saisonnière et à relier les communautés à un réseau central (Vodden et Cunsolo, 2021). Cependant, mettre en œuvre ces mesures coûte cher, et les collectivités non pas toujours les ressources pour le faire. L'aide des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux sous forme de renseignements climatiques adaptés à la région, de fourniture d'expertise technique et de financement est donc essentielle face aux moyens limités des administrations locales (Vodden et Cunsolo, 2021).

3.4 Conclusion

À l'échelle de l'individu, du quartier, de la collectivité, de la ville ou de la région, les interventions mentionnées dans ce chapitre atténuent les aléas, l'exposition et la vulnérabilité face aux changements climatiques. Mais elles ne se déroulent pas en vase clos, elles reposent sur des renseignements à jour, pertinents et accessibles, un financement adéquat et des polices d'assurance complètes. Les décideurs de tous les gouvernements doivent coordonner leurs actions, les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux appuyant et reconnaissant les capacités des administrations municipales et des gouvernements autochtones. S'assurer que les personnes les plus touchées par les changements climatiques et par les catastrophes peuvent faire entendre leur voix est essentiel pour favoriser une résilience pansociétale, tout comme admettre le rôle joué par les institutions privées, les planificateurs, les chercheurs, les organisations non gouvernementales (ONG) et autres.

La figure 3.3 illustre les relations entre tous ces volets, et montre comment les différents éléments du rapport sont connectés. L'efficacité de la RRC et de l'adaptation dépend (i) de renseignements disponibles, accessibles et applicables à un ensemble de contextes décisionnels et (ii) d'un financement, d'investissements et de programmes et de polices d'assurance qui incitent aux actions adéquates. On a ensuite recours aux structures de gouvernance appropriées pour intégrer la RRC et l'adaptation, notamment aux processus pansociétaux ascendants aux côtés des mandats gouvernementaux descendants. Tous ces éléments s'unissent pour susciter l'ensemble des mesures décrites dans ce chapitre afin de réduire les aléas, l'exposition et la vulnérabilité face aux changements climatiques.

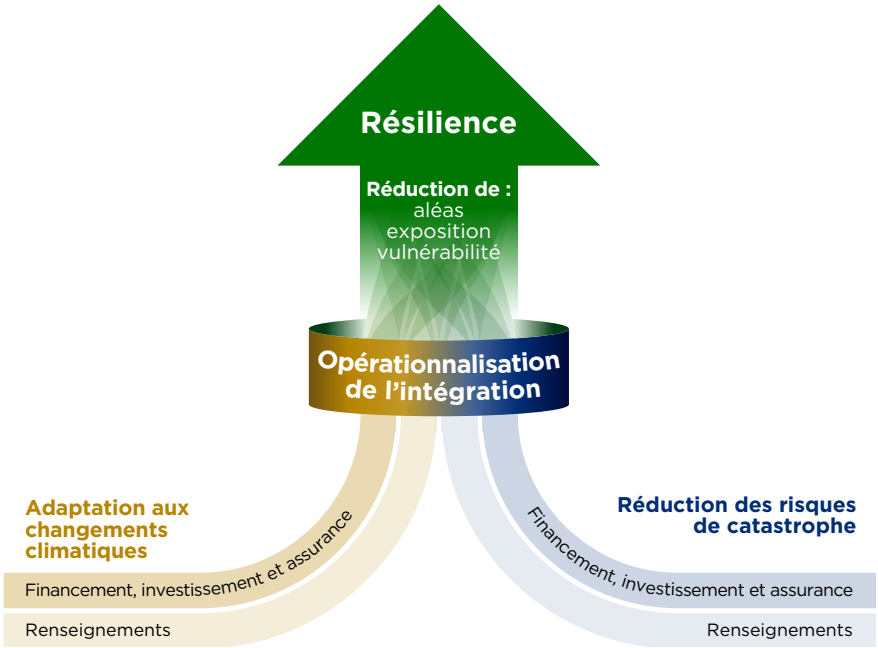


Figure 3.3 Cadre conceptuel d'amélioration de la résilience aux catastrophes par l'intégration de la RRC et de l'adaptation

Il est possible d'améliorer la résilience aux catastrophes par l'intégration de la RRC et de l'adaptation. En particulier, les sources d'information, les programmes de financement, les choix d'investissement et des offres d'assurance qui tiennent compte des changements climatiques ainsi que d'autres facteurs de la RRC contribueront à une prise de décision plus efficace. L'intégration exige que les systèmes opérationnalisent ces outils et interventions grâce à la participation de l'ensemble de la société, au leadership local et à une législation convenablement mise en application.

4

Connaissances permettant de renforcer la résilience aux catastrophes

4.1 Obstacles et incitations actuels
4.2 Approches prometteuses
4.3 Capacités
4.4 Principales occasions d'intégration

Constatations du chapitre

- Divers modèles climatiques, portails Web et services climatiques bien développés sont disponibles pour guider une prise de décision appropriée. Il est inévitable que les renseignements qu'ils offrent comportent un certain degré d'incertitude; cependant, ce n'est pas une raison pour retarder l'action sur le processus décisionnel adapté au climat.
- Il est important d'améliorer la qualité et la disponibilité des données sur le climat et sur les catastrophes. En particulier, on manque grandement de données localisées et de grande résolution applicables à des contextes décisionnels précis, et on comprend relativement mal les phénomènes extrêmes.
- La Base de données canadienne sur les catastrophes n'est pas une ressource nationale suffisante pour les praticiens de la RRC et de l'adaptation. Pour mieux desservir ces communautés, les données concernant l'exposition et la vulnérabilité aux aléas climatiques ainsi que les impacts doivent être à jour, cohérentes et exhaustives.
- Admettre la valeur du SAL et s'employer à collaborer avec les détenteurs du savoir autochtone est crucial pour réduire réellement les risques. Ces personnes contribuent à la résilience parce qu'ils connaissent les risques locaux et les forces de leur communauté.
- Les intermédiaires du savoir, comme les services climatiques et les conseillers régionaux, sont essentiels à la communication efficace de l'information et à son application à l'analyse de la façon la plus utile aux décideurs. Établir une relation bidirectionnelle fructueuse entre les fournisseurs de renseignements et les utilisateurs est nécessaire pour l'intégration efficace de la RRC et de l'adaptation.

Pour comprendre les risques de catastrophe face aux changements climatiques, les décideurs ont besoin de renseignements sur les aléas, l'exposition et la vulnérabilité. Les types de ces renseignements varient et incluent les données historiques, les tendances et les projections, qui englobent les dimensions économiques, démographiques, sociales, environnementales et physiques (Eyzaguirre *et al.*, 2018). Les renseignements doivent être formulés d'une façon qui s'avère utile, et les décideurs doivent apprendre à tirer le meilleur parti des sources d'information disponibles. Les utilisateurs des renseignements climatiques sont divers, et leur expertise, leurs besoins et leur niveau de confiance

sont variables (Bauer et Smith, 2015). Il s'agit, entre autres, des journalistes, des fermiers, des décideurs, des ingénieurs, des chefs d'entreprise, des planificateurs, des dirigeants d'organismes communautaires et des investisseurs (Bauer et Smith, 2015; Ingénieurs Canada, 2019).

Les renseignements sont un élément essentiel d'un comportement et d'un processus décisionnel conscients des risques, en RRC comme en adaptation (GIEC, 2012; Eyzaguirre *et al.*, 2018). Sans intégration des sources d'information, les efforts pour améliorer l'adaptation et la RRC peuvent être inefficaces. Lorsque les mesures de contrôle de l'aménagement et de la construction s'appuient sur des cartes des plaines inondables historiques, les biens peuvent être bâtis à des endroits qui seront de plus en plus exposés aux aléas à cause des changements climatiques (Thistlethwaite et Henstra, 2017). De même, les changements climatiques modifient l'environnement de fonctionnement de l'infrastructure, mais peuvent être oubliés lorsque la conception est fondée uniquement sur les plages climatiques historiques (Swiss Re et GIF, 2021). De plus, des évaluations des risques intégrées, qui combinent plusieurs méthodes et sources de manière cohérente et organisée, sont essentielles pour guider les investissements dans la résilience (SCT, 2016). Au niveau stratégique, la RRC et l'adaptation sont toutes deux guidées par les résultats de ces évaluations, et leur intégration peut être améliorée par l'inclusion explicite des changements climatiques dans les évaluations des risques de catastrophe (EEA, 2017; Eyzaguirre *et al.*, 2018).

Ce chapitre analyse les difficultés à intégrer la RRC et l'adaptation à cause du manque de disponibilité, d'accessibilité et d'applicabilité des renseignements et répertorie les approches prometteuses pour améliorer l'intégration. Il se conclut par la définition de certaines des capacités clés qui pourraient être développées pour accroître l'utilisation des renseignements afin de favoriser la résilience aux catastrophes.

4.1 Obstacles et incitations actuels

Les renseignements ne doivent pas seulement exister, ils doivent également être accessibles et présentés de façon à promouvoir les choix éclairés. Cette section décrit les entraves en matière de disponibilité, d'accessibilité et d'applicabilité et clarifie les obstacles qui empêchent actuellement une plus grande confiance dans les renseignements pour la prise de décision.

4.1.1 Disponibilité des renseignements

Une incertitude fondamentale limite la nature et la fiabilité de certains genres de renseignements

Les données historiques sur les catastrophes et les conditions climatiques présentent des lacunes considérables, et si une recherche approfondie peut donner une meilleure idée du passé, une certaine incertitude fondamentale demeure. Les données météorologiques présentent des insuffisances persistantes, en particulier en ce qui concerne les valeurs extrêmes (ECO, 2018). Les ensembles de données décrivant les extrêmes climatiques sont limités, même dans de nombreuses régions du sud non éloignées du Canada où, par exemple, on manque de relevés sur les précipitations extrêmes. Les réseaux officiels de données climatiques du Canada ont subi d'importants changements depuis les années 1990, avec une baisse généralisée du nombre de stations et une hausse des données manquantes de la part en provenance des stations d'observation restantes (ECO, 2018). Le contrôle de la qualité des données climatiques archivées se heurte également à des défis en raison de facteurs tels que les dispositifs de mesure automatisés, les difficultés de mesure dues à la vitesse du vent et la variabilité entre les dispositifs de mesure (Goodison *et al.*, 1998; Mekis *et al.*, 2018). Ces problèmes peuvent influer sur la conception des futurs éléments d'infrastructure au Canada, car la qualité des codes et des normes peut être discutable si les données disponibles sur les événements extrêmes sont insuffisantes (BCMOTI *et al.*, 2014b).

Les conditions climatiques changeantes et leurs impacts souffrent d'une grande incertitude, ce qui limite la nature et la fiabilité des renseignements dont disposent les décideurs. Cette incertitude découle de la variabilité du climat naturel, de l'ignorance de la trajectoire des émissions futures et de l'incertitude des modèles (Cannon *et al.*, 2020; Fiedler *et al.*, 2021). L'aptitude des modèles climatiques à fournir des renseignements sur des événements relativement rares et extrêmes demeure inadéquate, en grande partie à cause du manque d'observations et de simulations par modèle à long terme (Fiedler *et al.*, 2021). D'autres facteurs accroissent encore l'incertitude, comme les horizons à long terme, la variabilité des impacts climatiques selon le lieu, la complexité intrinsèque du système climatique et l'interconnexion entre les conséquences des changements climatiques (U.S. National Research Council, 2009). Dans ce contexte, la prise de décision devient plus complexe, et les meilleures pratiques historiques, désuètes (Roy *et al.*, 2017). Lemos et Rood (2010) ont décelé une erreur concernant l'incertitude, qu'ils définissent comme « la croyance que la réduction systématique de l'incertitude dans les projections climatiques est nécessaire pour que ces projections soient utilisées par les décideurs » [traduction libre]. L'incertitude peut alors être détournée pour justifier le fait de retarder l'action.

Les principales lacunes de connaissances concernent les cartes des aléas, les projections climatiques à échelle réduite, les données sur les catastrophes, l'efficacité des solutions fondées sur la nature, l'analyse économique et l'évaluation des risques

Durant leurs travaux d'élaboration de stratégies d'amélioration de la résilience, les praticiens se heurtent à d'importants écueils pour bien comprendre la nature des risques. Ce problème entrave leur aptitude à analyser efficacement les stratégies portant sur ces risques. Les cartes des inondations sont un exemple notable de carence concernant des renseignements importants; au Canada, ces cartes sont souvent désuètes et reflètent les conditions climatiques et les utilisations des sols passées (Sandink *et al.*, 2010; Parsons et BCREA, 2015). L'impossibilité de savoir si une propriété a déjà été inondée ou a fait l'objet d'une déclaration de sinistre admissible et des cartes des plaines inondables dépassées contribuent à une méconnaissance des risques d'inondation dans de nombreuses régions (Conservation Ontario, 2013; Noël, 2013; Thistlethwaite et Henstra, 2017). De plus, les incitations à mettre à jour les cartes des plaines inondables sont limitées, car les structures bâties à des endroits reconnus ou zonés comme situés dans des secteurs à risque d'inondation avant leur construction ne sont pas admissibles au programme des Accords d'aide financière en cas de catastrophe (SP, 2007). Le secteur des assurances cite l'absence d'une cartographie des inondations de qualité comme un obstacle à l'offre de polices couvrant ces phénomènes et la production de cartes des inondations a été incluse en 2019 dans la lettre de mandat des ministres fédéraux de l'Environnement et du Changement climatique et des Ressources naturelles (Sandink *et al.*, 2010; PM, 2019b, 2019c).

Bien que les données climatiques créées par les modèles de circulation générale soient facilement accessibles, leur résolution spatiale est souvent trop grossière (de l'ordre de la centaine de kilomètres) pour être utile aux praticiens à l'échelle locale ou communautaire (Wang, 2016; Cannon *et al.*, 2020). L'absence de projections climatiques à échelle réduite, qui tiennent compte de données de meilleure résolution et d'échelles géographiques plus petites, peut gêner les efforts d'inclusion des futures projections climatiques dans la RRC (Birkmann et von Teichman, 2010). Toutefois, Fiedler *et al.* (2021) prétendent que « les appels à l'intégration de la science climatique dans la communication des risques et la prise de décision à de nombreux niveaux d'activité économique ont fait gagner aux capacités de la science et des modèles climatiques au moins une décennie » [traduction libre]. D'autre part, on manque d'information au sujet de la gravité et des tendances des catastrophes partout dans le monde. Par exemple, Bowman (2018) constate la faible certitude dont on dispose dans le domaine des feux de forêt, l'absence de base de données mondiale afin de cartographier et suivre les incendies limitant considérablement la capacité des chercheurs et des praticiens à comprendre les tendances et la gravité. Le comité d'expert relève que bien que

d'importants investissements dans l'amélioration de la disponibilité et de la précision des données climatiques aient été réalisés, un certain degré d'incertitude est inévitable. Cependant, cette incertitude ne doit pas gêner la prise de décision, car une grande partie de l'information existante peut être utilisée de façon efficace et adéquate. Ce qui manque encore, toutefois, ce sont des renseignements d'une résolution suffisamment élevée pour aider les décideurs dans des situations particulières et localisées. Ce défi est amplifié par la rareté des événements extrêmes (Fiedler *et al.*, 2021).

La principale source de données historiques sur les catastrophes dont dispose le pays, la Base de données canadienne sur les catastrophes (BDC), souffre également de graves limitations. La BDC est alimentée à partir d'un vaste éventail de sources de données, la fiabilité de son contenu est donc variable (King-Scobie, 2019). La capacité à effectuer des analyses comparatives au moyen de la BDC est entravée par « des écarts de responsabilités entre les différentes administrations, du type de données disponibles et des façons de les recueillir et les utiliser au fil du temps » (SP, 2019a). Le recours à une seule entrée pour chaque catastrophe ne permet pas de disposer de renseignements à l'échelle de la collectivité (King-Scobie, 2019). En outre, les données sur les coûts et sur les pertes n'y sont pas présentées de façon uniforme, et il peut falloir de nombreuses années avant qu'elles soient finalisées (SP, 2019a). Enfin, les données ne sont pas toujours rapidement mises à jour et la base de données n'est pas exhaustive (SP, 2019a). La Politique sur les services et le numérique du gouvernement du Canada et la Norme sur les données géospatiales du Secrétariat du Conseil du Trésor (SCT) soulignent les déficiences des données de la BDC et met l'accent sur le besoin d'interopérabilité entre les ensembles de données (SCT, 2012, 2020). La Politique sur les services et le numérique décrit les responsabilités concernant la gestion ouverte et stratégique de l'information, notamment au sujet de l'établissement de normes sur les renseignements et les données à l'échelle des programmes et de la promotion d'une gestion des données permettant l'interopérabilité, l'analyse et la prise de décision (SCT, 2020). Le comité d'experts constate que ces déficiences pourraient être surmontées en accordant une plus grande priorité à la tenue à jour de la BDC, en la rendant la plus détaillée possible et en établissant des directives de déclaration. Faire en sorte que les renseignements soient rapidement connus, complets, précis et comparables

« Cependant, cette incertitude ne doit pas gêner la prise de décision, car une grande partie de l'information existante peut être utilisée de façon efficace et adéquate. »

permettra à la BDC de devenir un outil précieux dans l'intégration efficace de la RRC et de l'adaptation.

On manque également de données sur l'efficacité des solutions fondées sur la nature, qui peuvent faire l'objet d'une considérable incertitude en ce qui concerne l'échelle temporelle, le type des bienfaits et leur rendement face aux changements climatiques et aux événements extrêmes (ECCC, 2020a). Ces solutions sont généralement déployées de façon ponctuelle, et les données sur leur efficacité sont éparses et propres à la situation et peuvent être recueillies de façon non uniforme sur diverses échelles de temps (Bush et Doyon, 2019; OCDE, 2020a). Cette incertitude peut dissuader leur utilisation par la suite et mener les décideurs, les planificateurs et les ingénieurs à favoriser l'infrastructure grise traditionnelle parce qu'ils sont habitués aux règles de conformité et d'obtention de permis qui lui sont rattachées (OCDE, 2020a). Des recherches ont été entreprises ces dix dernières années pour trouver des solutions innovantes permettant d'exploiter les avantages des écosystèmes existants et d'investir dans une infrastructure verte qui reproduit les fonctions naturelles afin de limiter les possibilités d'erreur d'adaptation, mais aucun déploiement à grande échelle n'a encore été réalisé (Glick, 2020).

Plus globalement, le manque d'analyses économiques clarifiant les coûts et les avantages relatifs des investissements dans l'adaptation nuit à l'efficacité des décisions (Arent *et al.*, 2014; Eyzaguirre et Warren, 2014; CAC, 2019b; Sawyer, 2020). S'il est généralement admis que les coûts de l'inaction dépassent souvent ceux des mesures d'adaptation proactives (p. ex. TRNEE, 2011; Lempert *et al.*, 2018), les renseignements nécessaires pour effectuer une analyse de rentabilité de ces investissements sont rarement disponibles. Les avantages des investissements dans l'adaptation ne sont pas facilement visibles, car ce sont des économies procurées par l'évitement d'une conséquence négative qui ne s'est pas produite. Il peut donc être tentant de prioriser les investissements qui apportent des avantages tangibles à court terme (Roy *et al.*, 2017).

4.1.2 Accessibilité des renseignements

Les décideurs ne connaissent pas toujours les renseignements existants ou n'y ont pas toujours accès

La *Loi sur la gestion des urgences*, adoptée en 2007, oblige SP à mettre sur pied des plans de gestion des urgences pour tous les risques décelés (GC, 2007). L'évaluation tous risques (ETR) nationale est une façon de recueillir ces renseignements. Selon SP (2012), « [l]e processus d'ETR vise à produire un tableau général et multidimensionnel des risques auxquels sont confrontés les Canadiens, en y incorporant différents risques provenant de diverses sources ». Si la méthodologie à

suivre pour effectuer une ETR a été rendue publique, la population canadienne n'a pour l'instant pas accès à l'évaluation canadienne nationale pour des raisons de sécurité d'État (OCDE, 2017a). Sa diffusion est limitée aux hauts fonctionnaires fédéraux responsables de la gestion des urgences. Le fait de ne pas avoir accès à l'ETR pose problème et place le Canada dans une position de faiblesse par rapport à de nombreux autres pays de l'OCDE. Par exemple, en Norvège, comme l'évaluation des risques nationale est accessible au public, il s'agit d'un processus permanent éclairé par tous les secteurs pertinents, ce qui permet d'affiner les scénarios de risques et d'intégrer les nouvelles connaissances. Pour l'OCDE, les évaluations des risques nationales sont « un outil essentiel pour promouvoir la résilience globale d'un pays » [traduction libre] (OCDE, 2017a).

La possibilité d'améliorer l'intégration de la RRC et de l'adaptation grâce aux évaluations des risques est encore restreinte par l'horizon de cinq ans sur lequel s'appuie l'ETR (SP, 2012). En se limitant à cette période, l'ETR exclut les répercussions à long terme des changements climatiques et l'évolution socioéconomique graduelle. Le guide méthodologique de réalisation de l'ETR insiste sur l'importance d'évaluer la probabilité des scénarios de risques à partir de données historiques, ce qui mine encore la capacité à tenir compte des changements climatiques (SP, 2012). Il est crucial d'introduire de nouveaux modèles et méthodes climatiques pour améliorer la robustesse des évaluations et les stratégies de gestion des risques climatiques qui en découlent (Eyzaguirre *et al.*, 2018). Enfin, les impacts des extrêmes combinés (l'occurrence d'événements simultanés) et les risques associés aux défaillances en cascade de l'infrastructure ne sont généralement pas reflétés dans la gestion actuelle des risques (Lall *et al.*, 2018). Quand cette interrelation est mal comprise, il est probable que les risques soient sous-estimés (CCC, 2016).

À l'échelle de l'individu ou du foyer, l'information doit être véhiculée d'une manière accessible, d'abord par la sensibilisation à l'existence du risque, puis par une définition claire des rôles, des responsabilités et des stratégies possibles pour le gérer (St Amour-Gomes *et al.*, 2018). Un sondage réalisé en 2016 a constaté que seulement 6 % des Canadiens vivant dans une zone propice aux inondations désignée étaient conscients de ce risque (Thistlethwaite *et al.*, 2017). Fournir des conseils aux gens sur la meilleure façon d'utiliser les renseignements disponibles, par le biais d'activités sociales, comme des programmes d'éducation des jeunes et des journées portes ouvertes dans les installations communautaires de gestion des urgences, est une manière d'accroître l'accès à l'information (FEMA, 2011).

La négligence du savoir autochtone et local nuit à la résilience catastrophe

Le SAL est rarement inclus dans la RRC (Kenney et Phibbs, 2015). Pour s'attaquer à cette lacune, il ne suffit pas de demander leur avis aux peuples autochtones; au lieu d'adopter une approche extractive de ce genre, on doit plutôt envisager plusieurs modes de connaissances dès le début de la conceptualisation des risques et de la résilience. Selon le comité d'experts, la reconnaissance du savoir autochtone est une approche méthodologique distincte et non un moyen de compléter les pratiques actuelles; elle procure aux praticiens de la RRC une connaissance de la conservation et de la protection profondément enracinée dans l'intendance et la communauté. Par exemple, lors d'entrevues menées auprès de pompiers métis, on a découvert que respecter les pratiques de SAL et y revenir permettait à de nombreuses personnes de percevoir leur travail comme un moyen d'apprécier et de préserver l'équilibre de la nature, et de protéger ainsi non seulement la terre et les communautés qu'elle accueille, mais également les identités incluses dans l'espace associé (Mauro, 2020). De plus, de nombreuses communautés autochtones sont réticentes à partager leur savoir avec les gouvernements et des systèmes coloniaux auxquels elles ne font pas confiance (Thomassin *et al.*, 2019). Elles s'inquiètent de l'appropriation du savoir par des chercheurs dans le cadre de pratiques de recherche également coloniales et de la possible perte de propriété intellectuelle; on ne peut donc pas présumer que les peuples autochtones partageront ce savoir (Spak, 2005; Scott *et al.*, 2012). En outre, il est important d'admettre que même quand le SAL est volontiers partagé, il n'est pas toujours possible de le lier aux autres sources de connaissances. Il existe des différences fondamentales entre les divers systèmes de connaissances, qui peuvent créer une barrière supplémentaire à la collecte efficace de renseignements (CAC, 2019a).

Une étude portant sur les inondations et les feux de forêt en Colombie-Britannique en 2017 a relevé que les communautés autochtones avaient offert leurs connaissances au sujet des routes, des cours d'eau et des modèles météorologiques locaux en lien avec ces phénomènes, mais que cette information avait été rarement utilisée (Abbott et Chapman, 2018). Des enquêtes auprès des communautés autochtones de la province mentionnent d'ailleurs constamment la nécessité d'une meilleure planification et de l'incorporation des facteurs culturels et du savoir dans la coordination des interventions (Abbott et Chapman, 2018). Dans la même étude, les répondants de première ligne ont également noté la difficulté à comprendre et à inclure le savoir autochtone dans les interventions d'urgence. Cela souligne le besoin de commencer à établir des relations et des canaux de coopération tôt dans le processus, de maintenir le contact, de bâtir la confiance et de créer des réseaux locaux de suivi et de signalement des

changements environnementaux, avant que les urgences et les catastrophes ne surviennent (Abbott et Chapman, 2018; Manrique *et al.*, 2018). Négliger la pertinence du SAL pour la RRC pérennise des modèles de désavantage et de marginalisation en fonction de la race, ce qui accroît la vulnérabilité pour le futur (Howitt *et al.*, 2012). La sous-représentation des peuples autochtones dans la lutte contre les incendies est une des manifestations de ce phénomène, dans lequel les exigences relatives à la formation technique et aux études postsecondaires semblent être privilégiées au détriment de l'expérience du terrain et du vécu (Intelli-feu Canada, 2020).

4.1.3 Utilisation des renseignements

Il y a une déconnexion entre les fournisseurs de renseignements et les décideurs

Weaver *et al.* (2013) constatent que « l'information peut être scientifiquement pertinente sans être utile aux décisions » [traduction libre]. Les scientifiques spécialisés dans le climat ne comprennent pas toujours bien les besoins ou le niveau de connaissances de certains utilisateurs (Porter et Dessai, 2017). Une analyse de l'élaboration des projections climatiques réalisée par le Met Office, au Royaume-Uni, a constaté que les scientifiques attendaient généralement des utilisateurs qu'ils possèdent la compréhension requise ou au moins, qu'ils soient en mesure de faire un effort pour acquérir cette compréhension. Pour ces scientifiques, leur rôle ne consistait pas à concevoir une estimation détaillée des besoins des utilisateurs, mais que c'était plutôt celui des intermédiaires. Des entrevues menées avec des scientifiques du climat révèlent « qu'ils sont souvent conscients que les utilisateurs sont divers et qu'ils ont des besoins différents, mais se sentent incapables d'y répondre parce que les institutions n'y accordent pas la priorité et ne les récompensent pas pour cela ou à cause de difficultés pratiques à satisfaire cette diversité de besoins et d'utilisateurs » [traduction libre] (Porter et Dessai, 2017). Ce problème s'étend également aux outils d'aide à la prise de décision, certains d'entre eux étant inefficaces en raison du peu de connaissance des besoins, des priorités et des capacités des utilisateurs (U.S. National Research Council, 2010). On réclame une conception conjointe des outils pour favoriser un plus grand sentiment de mobilisation, de participation et de responsabilité chez ces groupes (U.S. National Research Council, 2009).

À l'échelle nationale, en raison de la variété des approches, des échelles et des méthodologies employées dans les évaluations des risques, les parties prenantes ont de la difficulté à comparer les aléas, les vulnérabilités et les expositions entre les États et à diriger des interventions adaptées aux aléas (Henstra, 2017; Tymstra *et al.*, 2020). Rassembler ces sources disparates est compliqué par les différences

de format, de définition et d'échelle, tant au sein des divers champs disciplinaires et organisations qui composent la RRC et l'adaptation qu'entre eux (Bauer et Smith, 2015). Ce manque d'interopérabilité — un des principaux obstacles cités par les personnes travaillant au transfert des connaissances climatiques entre les parties — est une conséquence inévitable des approches cloisonnées suivies par la recherche et la programmation, qui limitent l'efficacité de la coordination entre les parties prenantes de la RRC et les décideurs (Bauer et Smith, 2015; Henstra, 2017).

Cette déconnexion entre les fournisseurs de renseignements et les décideurs s'étend également aux façons d'accéder aux renseignements disponibles et de les utiliser. Comme le constatent Bauer et Smith (2015), « [i]l est de plus en plus fréquent que ce dont les décideurs ont besoin existe déjà quelque part dans cette "mer d'information", le problème est que c'est introuvable » [traduction libre]. En l'état, on a besoin de conseils pour aider les décideurs à reconnaître les sources de renseignement les plus utiles à leurs besoins (Bauer et Smith, 2015). Le processus décisionnel est plus efficace quand les utilisateurs savent comment s'adapter aux forces des données actuellement disponibles, ainsi qu'aux limites de ce que les fournisseurs de renseignements peuvent raisonnablement mettre à leur disposition à l'avenir.

4.2 Approches prometteuses

Il existe plusieurs stratégies pour surmonter certains des obstacles et des défis décrits plus haut. Parmi les approches prometteuses, citons investir stratégiquement afin d'accroître la base de connaissances, faire appel de façon constructive et active aux peuples autochtones et à leurs systèmes de connaissances, améliorer les stratégies décisionnelles face à l'incertitude, intégrer des projections climatiques dans les évaluations des risques et mieux adapter les renseignements aux décideurs.

4.2.1 Améliorer les sources actuelles de renseignements

L'accroissement de la disponibilité des renseignements nécessaires pour des évaluations intégrées des risques améliorera la qualité des décisions

Il est crucial de disposer de données fiables, cohérentes et complètes sur les catastrophes pour comprendre et gérer les tendances les concernant (RCNNDA, 2020). Eyzaguirre *et al.* (2018) recommandent d'enrichir la BDC par des mesures telles que « l'amélioration de la déclaration, de l'accès aux données, du suivi des problèmes, de la reddition de comptes, de l'aptitude à fournir une orientation politique, de la comptabilisation des coûts et des types et de la cohérence des événements climatiques » [traduction libre]. Étant donné les impacts

socioéconomiques des catastrophes au Canada, le comité d'experts fait remarquer qu'un système de suivi extrêmement perfectionné — équivalent à celui mis au point par l'Université Johns Hopkins pour effectuer le suivi de la pandémie de COVID-19 (JHCRC, 2021) — se justifie. Le recueil amélioré et cohérent des données sur les catastrophes pourrait éclairer les évaluations des risques et permettre de mesurer les résultats des investissements dans la RRC (OCDE, 2016a). Aux États-Unis, le National Centers for Environment Information recherche et évalue les événements qui ont de fortes répercussions sociales et économiques (NCEI, 2021). Il a mis sur pied une base de données constituée de renseignements provenant des secteurs public et privé, qui fournit des renseignements complets et cohérents sur les catastrophes météorologiques et climatiques ayant causé des dommages d'un milliard de dollars et plus. Comme ces données remontent à 1980, les décideurs peuvent suivre et comparer les pertes financières associées à des tendances et des extrêmes de température et de précipitations (NCEI, 2021). De son côté, le gouvernement du Japon recueille des données sur toutes les catastrophes hydriques, immédiatement après l'événement et dans le cadre d'une enquête annuelle menée par les administrations locales depuis 1961 (Amano, 2013; OCDE, 2016a). La collecte de ces données est obligatoire en vertu de la loi sur les statistiques et la méthodologie permet un recueil cohérent et comparable des renseignements dans tout le pays. Les données sur les dommages infligés aux foyers, à l'infrastructure publique et aux services publics sont toutes compilées et publiées (Amano, 2013).

Les lacunes de renseignements peuvent être comblées stratégiquement à partir des besoins des utilisateurs. La nécessité d'un meilleur suivi météorologique, en particulier dans le nord du Canada, est largement admise (ECO, 2018; Mekis *et al.*, 2018; ECCC, 2020a). Accroître la participation de la population est un moyen de recueillir les données requises. Par exemple, les municipalités pourraient renforcer leur connaissance des risques d'inondation (tout en favorisant cette connaissance dans la collectivité) en suscitant l'apport des résidents. Un autre mode de participation du public est les initiatives scientifiques citoyennes, dans lesquelles des observations locales peuvent être enregistrées et partagées avec les municipalités, que ce soit par le biais de photos des dommages causés par les inondations, par la surveillance du niveau de l'eau ou par toute autre observation en temps réel (Henstra et Thistlethwaite, 2017). En Caroline du Nord, le programme iFlood propose une application permettant au public d'envoyer des photos d'inondations et de signaler leur emplacement, dans le but d'aider les chercheurs du Woods Hole Oceanographic Institution à améliorer leur modélisation de ces phénomènes (WHOI, 2021). De même, les résidents de Vancouver peuvent utiliser l'application VanConnect pour signaler une inondation non urgente dans l'espace public et pour recevoir des nouvelles et des renseignements sur les urgences à jour (Ville de Vancouver, s.d.-a, s.d.-b).

Les résidents qui utilisent cette application peuvent demander des services municipaux en tout temps, en téléversant une photo et une description du problème ainsi que les coordonnées GPS (Ville de Vancouver, s.d.-a). Le Programme de formation sur le terrain pour les Inuits, administré par ECCC en partenariat avec la communauté de Coral Harbour, est un autre exemple d'initiative scientifique citoyenne fructueuse, qui accroît l'aptitude des jeunes de la région à effectuer une surveillance environnementale (ECCC, 2019b).

Gracieuseté d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC)

Figure 4.1 Étudiants participant au Programme de formation sur le terrain pour les Inuits

Une autre façon de combler les lacunes en matière de renseignements est de créer des réseaux de surveillance. En Colombie-Britannique, le Pacific Climate Impacts Consortium a commencé à recueillir et à simplifier des renseignements à partir d'un réseau de stations d'observation réparties dans toute la province (PCIC, s.d.). Les données collectées à partir de chaque station sont téléversées dans un ensemble de données climatiques provinciales, qui offre aux utilisateurs une gamme complète d'observations météorologiques et climatiques dans un format accessible et interactif (PCIC, s.d.). À l'échelle nationale, ECCC a mis sur pied le Réseau des réseaux afin de renforcer la capacité du Canada à surveiller les événements météorologiques et climatiques graves (ECCC, 2018a). Cette initiative cherche à accroître la base de données climatique et météorologique d'ECCC par

l'ajout de renseignements provenant de stations d'observation d'autres réseaux exploités aux échelons régional, provincial et territorial, pour qu'en fin de compte les décideurs aient plus facilement accès à des données météorologiques et climatiques utiles (ECCC, 2019a). Selon l'opinion du comité d'experts, le recueil de telles données, en particulier sur les extrêmes, peut améliorer l'intégration de la RRC et de l'adaptation, car il aide la prise de décision éclairée concernant les futurs processus et pratiques d'adaptation.

Les indices peuvent fournir des renseignements simples et accessibles à un éventail de décideurs. La Federal Emergency Management Agency, aux États-Unis, a élaboré un indice national du risque, qui produit une carte Web interactive fournissant des renseignements à l'échelle locale sur 18 aléas naturels, dont les inondations côtières, les vagues de chaleur, les ouragans et les feux de forêt (FEMA, 2020). Le risque est évalué selon la probabilité de matérialisation d'un aléa et ses conséquences (traduites en pertes monétaires annuelles prévues), la vulnérabilité sociale et la résilience de la collectivité (FEMA, 2020). Pour l'instant, l'indice tient compte des changements climatiques uniquement dans la mesure où il inclut les projections sur l'élévation du niveau de la mer de la National Oceanographic and Atmospheric Administration (Frank, 2020). Selon la FEMA (2020), l'indice peut servir à :

> *mettre à jour les plans des opérations d'urgence, améliorer les plans d'atténuation des aléas, prioriser et allouer les ressources, déterminer la nécessité d'évaluations des risques plus précises, encourager la communication des risques et le dialogue au niveau communautaire, éduquer les propriétaires et les locataires, aider à l'amélioration des codes et des normes et éclairer le rétablissement à long terme des communautés. [Traduction libre]*

Des courbes des dommages[12] permettant le calcul des impacts des phénomènes dangereux sont également nécessaires pour l'évaluation quantitative des risques (Lyle et Hund, 2017). Plus précisément, Lyle et Hund (2017) prônent l'élaboration « des éléments fondamentaux de l'évaluation des risques d'aléas naturels », c'est c'est-à-dire :

1. *Un ensemble normalisé, complet et accessible de cartes des aléas, commençant par les aléas d'inondations;*
2. *Un ensemble normalisé, complet et accessible de renseignements sur la vulnérabilité recueillis à une échelle fine (échelle de la propriété);*

12 Les courbes des dommages représentent l'échelle des dommages par rapport à l'échelle de l'aléa.

3. *Des courbes de fragilité/dommages pertinentes à l'échelle locale et à jour. Tout d'abord axés sur les courbes de dommages des inondations empiriques.* [Traduction libre]

4.2.2 Faire appel au savoir autochtone et local

Le savoir autochtone et local peut améliorer la résilience aux catastrophes des communautés lorsqu'on y accède de façon respectueuse

Le SAL a un important rôle à jouer dans l'amélioration de la connaissance des risques et des mesures susceptibles d'accroître la résilience, surtout à l'échelon local. Selon les termes du Conseil des droits de l'homme des Nations Unies (2014), « [l]es communautés autochtones possèdent des connaissances fondées sur une longue expérience ainsi que des méthodes d'adaptation élaborées grâce au lien intime avec leur milieu ambiant, ce qui les rend résilientes face aux aléas et catastrophes naturels liés au climat. Ces connaissances n'ont rien de figé et peuvent s'adapter en fonction de l'évolution des situations ».

Cette vision du monde représente une source de résilience à l'échelle de la communauté et doit être prise en compte par les autres acteurs de la RRC tout au long du processus de collaboration et de renforcement des relations (Marteleira, 2017). Par exemple, les méthodes traditionnelles de planification et d'allumage des feux peuvent réduire les risques de « mauvais feux » (Intelli-feu Canada, 2020). En Colombie-Britannique, les principes de gestion du combustible des Premières Nations pourraient aider à réduire les risques de feux de forêt (Abbott et Chapman, 2018). Lorsque la gérance autochtone des feux est prise en considération dans la planification aux côtés de la science occidentale, les particularités culturelles, la santé, le SAL, les droits intrinsèques, le respect, la responsabilité et la gérance peuvent être imbriqués dans l'approche générale (Intelli-feu Canada, 2020).

Se servir du SAL pour intégrer la RRC et l'adaptation peut produire un ensemble d'avantages, comme l'autonomisation des communautés, une mise en œuvre efficace grâce à des plans adaptés au contexte local et la capacité de sensibiliser les membres de la communauté par des moyens informels et des leçons pouvant être adaptées à d'autres communautés qui font face à des risques similaires ou qui ont des caractéristiques géographiques semblables (UNISDR, 2008). « Traduire l'information scientifique et les connaissances traditionnelles en action » est une des cinq mesures clés, favorisant la résilience, citées dans le Cadre pancanadien (GC, 2016). L'Inuit Tapiriit Kanatami souligne également l'importance d'inclure le savoir inuit dans les politiques climatiques (ITK, 2016).

Le Programme de surveillance du climat dans les collectivités autochtones finance la surveillance par la communauté du climat et des répercussions des

changements climatiques et vise à rapprocher diverses sources de connaissances, y compris le SAL, afin qu'elles puissent être utilisées conjointement pour guider les décisions (RCAANC, 2019). La grande tradition d'observation de l'environnement et de gestion des ressources naturelles des communautés autochtones peut procurer aux décideurs des perspectives déterminantes sur les impacts des changements climatiques en fonction du lieu (Vodden et Cunsolo, 2021). La surveillance communautaire peut également rehausser le rôle des peuples autochtones dans la gouvernance environnementale et être utilisée pour affirmer leur souveraineté et leur compétence, mais elle risque d'échouer quand l'autorité décisionnelle finale — et donc le pouvoir de changer une situation — n'est pas partagée (Wilson *et al.*, 2018; Reed *et al.*, 2020).

La Première Nation Xwisten a collaboré avec la First Nations' Emergency Services Society à l'élaboration d'un cadre de gestion des feux qui inclut les pratiques de brûlage culturel et place le SAL au même niveau que la science du brûlage dirigé, afin de gérer les répercussions des changements climatiques et de réduire les risques d'incendie (Xwisten Nation *et al.*, 2020). Cette entreprise a eu comme résultats la participation de la communauté, la revitalisation de pratiques culturelles, l'amélioration de la production alimentaire et la réduction des risques (Xwisten Nation *et al.*, 2020).

De plus, il est important de reconnaître l'intérêt de protéger et de préserver les lieux importants sur le plan culturel et historique menacés par les aléas climatiques. Fort Conger, au Nunavut, tout comme d'autres sites patrimoniaux de l'Arctique, a subi d'immenses dommages à cause de l'augmentation de la fréquence des cycles gel-dégel, de la modification de l'accumulation de glace, de neige et d'eau et de l'accroissement des champignons et de la pourriture causée par le réchauffement dans cette région (Dawson, 2016). Lorsqu'ils préservent activement les sites patrimoniaux et culturels comme Fort Conger, les décideurs peuvent investir dans des pratiques de RRC qui favorisent le SAL et renforcent la résilience des communautés conformément au cadre de Sendai (UNISDR, 2015; UNDRR, 2017).

4.2.3 Éclairer les décisions face à l'incertitude

Les choix concernant la réduction des risques de catastrophe font face à une multitude d'éléments majeurs d'incertitude : en plus des changements climatiques, ces éléments concernent principalement les trajectoires socioéconomiques, les choix au sujet de l'utilisation des sols et l'utilisation des ressources (Weaver *et al.*, 2013). La présence d'une forte incertitude peut-être particulièrement problématique lorsque le processus décisionnel se déroule selon le modèle prévoir et agir, axé sur la recherche de solutions robustes (Lemos et

Rood, 2010; Weaver *et al.*, 2013). Cette dernière approche pourrait utiliser l'analyse de scénarios pour déterminer les solutions efficaces dans un éventail de futurs possibles (Weaver *et al.*, 2013). Choisir des options sans regret, qui procurent des gains dans tous les scénarios ou offrent suffisamment d'autres avantages pour valoir l'investissement (section 3.2.1) est une autre manière d'orienter la prise de décision face à l'incertitude (Lemos et Rood, 2010).

La communication des risques à l'échelle de la communauté doit énoncer clairement l'incertitude

On a tendance à négliger les probabilités inférieures à un certain seuil d'inquiétude, et quand cette probabilité souffre d'incertitude, le flou peut mener les individus à complètement ignorer les événements à faible risque (Meyer et Kunreuther, 2017). Une des raisons est la formulation. L'incertitude peut rendre les renseignements sur les risques difficiles à interpréter. Par exemple, une personne peut ignorer une inondation à récurrence de 100 ans, jugeant sa probabilité très faible, mais réagir très différemment lorsqu'elle entend qu'il y a 63 % de risque qu'une telle inondation survienne au cours des 5 prochaines années, ou si elle apprend que le risque qu'une telle inondation survienne dans les 25 prochaines années est supérieur à 1 sur 5 (Meyer et Kunreuther, 2017). Tous ces messages reposent sur les mêmes données sous-jacentes, mais leur signification sera interprétée différemment. Formuler les risques d'une façon honnête et qui inclut le scénario du pire cas tout en donnant la possibilité d'agir peut aussi inciter à investir dans la résilience (Kunreuther, 2015; Gneezy *et al.*, 2020).

4.2.4 Intégration des projections climatiques dans les évaluations des risques

Les évaluations tous risques qui incluent les projections climatiques constituent l'expression la plus tangible de l'intégration

Les évaluations intégrées des risques tiennent compte et intègrent des renseignements sur divers éléments du risque, comme la probabilité et la gravité des répercussions, la possibilité que plusieurs aléas se produisent simultanément et séparément et les interdépendances susceptibles de créer des possibilités de risques en cascade (EEA, 2017). Lyle et Hund (2017) soulignent l'importance des évaluations quantitatives des risques, car elles sont « inestimables pour comprendre les compromis à faire entre les mesures d'atténuation (y compris l'absence d'action) et le fait de permettre un processus décisionnel plus transparent et solide pour la réduction des risques » [traduction libre]. Cependant, ils notent également qu'au Canada, ces types d'évaluation sont rares. Les lacunes en matière de renseignements et le manque de capacités professionnelles sont les deux plus gros obstacles aux progrès dans ce domaine (Lyle et Hund, 2017).

Une récente évaluation des risques climatiques à la grandeur de la province réalisée en Colombie-Britannique s'est penchée sur 15 événements à risque pouvant devenir de plus en plus probables d'ici au milieu de ce siècle en raison des changements climatiques (MECCS, 2019). L'évaluation portait sur un vaste ensemble de conséquences sur les systèmes naturels, la santé humaine, l'économie et les collectivités. Bien qu'elle visait large en ce qui concerne son évaluation des catastrophes climatiques, elle n'intégrait pas certains risques de catastrophe critiques, comme ceux concernant les tremblements de terre (MECCS, 2019), et ne permet donc pas aux décideurs d'évaluer les ressources justifiées par les risques climatiques par rapport aux autres risques auxquels la province fait face. L'intérêt de cette évaluation est également limité par l'absence d'intégration entre l'évaluation des risques climatiques de la province et l'outil d'analyse des aléas, des risques et de la vulnérabilité d'Emergency Management BC. Bien qu'il tient compte de l'incidence des changements climatiques sur les aléas, les risques et la vulnérabilité, cet outil ne prend pas en considération la façon dont le climat modifie un risque lui-même et n'intègre pas les résultats de l'évaluation des risques climatiques dans son analyse (EMBC, 2020).

Le Royaume-Uni effectue une évaluation des risques climatiques tous les cinq ans (CCC, 2021). Stipulée par la *Climate Change Act* 2008, cette évaluation porte sur les risques et les possibilités associées aux changements climatiques et formule des conseils sur l'urgence d'agir pour les gérer. Elle prend en considération les changements anticipés du climat, les évolutions socioéconomiques, les interactions entre les risques, les répercussions indirectes et distributives, les obstacles institutionnels et la capacité d'adaptation (CCC, 2021). Malgré ses forces, l'évaluation des risques des changements climatiques britannique ne tient pas compte des procédures et pratiques de RRC et se concentre presque exclusivement sur l'adaptation.

Aux États-Unis, la First Street Foundation a mis au point une évaluation nationale des risques d'inondation qui intègre les projections climatiques (First Street Foundation, 2020b). Accessible jusqu'au niveau de la propriété individuelle partout au pays, cet outil offre de nouvelles perspectives sur les risques liés aux inondations pluviales, fluviales et côtières associées aux marées et aux ondes de tempête. L'analyse s'étend jusqu'à 2050 et utilise des modèles climatiques mondiaux pour renseigner sur l'évolution des risques attendus avec le temps. Elle révèle également de nombreux risques d'inondation non décelés jusque-là et, globalement, indique que les précédentes analyses sous-estimaient les risques. Portant sur 14,2 millions de propriétés, le modèle constate que 21,8 millions d'entre elles sont actuellement à risque d'inondation et que ce nombre augmentera de 7,7 %, pour atteindre 23,5 millions, d'ici à 2050 sous l'effet des changements climatiques (First Street Foundation, 2020a, 2020b).

Un autre élément important de l'intégration de la RRC et de l'adaptation par le biais d'ETR est le degré auquel les analyses de la vulnérabilité sont incorporées dans leur méthodologie globale. Le comité d'experts est d'avis que les praticiens en RRC et en adaptation peuvent utiliser des outils tels que l'ACS+ ou l'analyse participative des vulnérabilités et des capacités pour inclure des renseignements cruciaux qui pourraient autrement être négligés dans les évaluations des risques traditionnelles. En faisant en sorte que les ETR sont guidées par une excellente connaissance de la vulnérabilité, les décideurs peuvent déceler les inégalités structurales qui pérennisent les risques tout en améliorant la connaissance que les collectivités ont des aléas et des facteurs qui accroissent la vulnérabilité à ces aléas (Oxfam, 2010, 2013).

4.2.5 Adapter les renseignements aux décideurs

Des outils adaptés peuvent aider les décideurs à accéder aux renseignements et à les appliquer pour améliorer la résilience aux catastrophes

La Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment (CORDEX, ou Expérience régionale coordonnée de réduction d'échelle des prévisions climatologiques) et le Coupled Model Intercomparison Project (CMIP, ou Projet d'intercomparaison de modèles couplés) sont considérés comme deux principaux producteurs de données pour les scénarios de changements climatiques. La CORDEX utilise des techniques de réduction d'échelle dynamiques et statistiques pour fournir aux chercheurs et aux décideurs les renseignements climatiques de haute résolution nécessaires pour évaluer les risques et agir dans le cadre de l'adaptation (Giorgi *et al.*, 2009; WCRP CORDEX, s.d.-a, s.d.-b). Le CMIP compile les données de modélisation dans un format normalisé, permettant ainsi aux chercheurs d'évaluer l'efficacité de leur modèle tout en analysant les « changements climatiques passés, présents et futurs découlant de la variabilité naturelle et non forcée ou en réponse aux changements de forçage radiatif dans un contexte multimodèles » [traduction libre] (WCRP, 2017). Les données du CMIP et les analyses correspondantes sont accessibles au public et forment les bases de nombreuses évaluations et négociations climatiques (Carlson *et al.*, 2017).

Un portail Internet intégrant plusieurs types et sources de renseignements et offrant une interface conviviale et interactive sur des sujets intéressant les décideurs pourrait accroître la valeur des sources de renseignements existantes (U.S. National Research Council, 2010). L'Atlas climatique du Canada est un de ces outils qui combinent les données avec des cartes et des récits pour brosser un portrait plus complet des risques posés par les changements climatiques (Climate Atlas of Canada, s.d.). Les cartes interactives montrent comment certaines variables climatiques devraient graduellement changer dans le pays. Il permet de

télécharger des données à l'échelle locale sur une gamme de variables, notamment les jours chauds et les fortes précipitations. Des vidéos et des articles améliorent la compréhension en esquissant les efforts d'adaptation entrepris partout au pays (Climate Atlas of Canada, s.d.).

La communication des données climatiques peut également s'effectuer au moyen de cartes de récits interactives. Par exemple, les cartes de récits utilisées par la Ville de Calgary permettent aux gens et aux entreprises de facilement trouver les risques d'inondation de leur maison, de leur lieu de travail et des routes qu'ils empruntent fréquemment (Ville de Calgary, s.d.). Chaque couleur sur la carte indique une probabilité différente d'inondation basée sur le calcul du pourcentage de risque que les conditions naturelles produisent un débordement de la rivière durant une période donnée (Ville de Calgary, s.d.).

Lorsqu'on veut fournir aux foyers des renseignements sur les risques, l'accessibilité, la cohérence, la pertinence, l'orientation vers l'action et la diversité des formats de communication peuvent s'avérer utiles (Coppola et Maloney, 2017). La communication obligatoire des aléas peut améliorer la connaissance des risques auxquels une propriété fait face, y compris des risques d'inondation (Thistlethwaite et Henstra, 2017). Ce type de communication est fondamental pour une prise de décision individuelle éclairée; pourtant, il est sous-utilisé par les gouvernements par crainte qu'il entraîne la dépréciation des propriétés et la responsabilité légale (Press, 2017; Thistlethwaite et Henstra, 2017). Exiger légalement à faire connaître les risques d'inondation au moment de l'achat d'une maison pourrait toutefois favoriser la connaissance de ces risques (Thistlethwaite et Henstra, 2017). L'achat d'une maison est en effet une excellente occasion pour les agents immobiliers et les inspecteurs en bâtiment de faire de la sensibilisation (St Amour-Gomes *et al.*, 2018). Par exemple, Edmonton offre une évaluation gratuite des inondations aux propriétaires de maison (Feltmate et Moudrak, 2021). Aux États-Unis, le marché immobilier en ligne Trulia reporte les propriétés à vendre sur des cartes illustrant l'historique d'inondations, de feux de forêt et d'autres aléas naturels dans la région (Hill et Martinez-Diaz, 2020). Dans le comté de Miami-Dade, en Floride, les possesseurs de propriétés situées dans des zones à fort risque d'inondation doivent clairement faire connaître ces risques aux acheteurs potentiels (Miami-Dade County, 2021).

Les courbes d'intensité-durée-fréquence (IDF) fournissent des renseignements essentiels aux responsables de la planification de l'infrastructure hydrique et de la gestion des bassins hydrographiques (ICLR et FIDS, 2021). Ces courbes doivent être continuellement mises à jour pour rendre compte avec précision de toutes les répercussions prévues des changements climatiques (Schardong *et al.*, 2020). L'Université Western a conçu un outil en ligne pouvant être utilisé pour produire des courbes d'IDF à jour à partir des données de suivi des précipitations d'ECCC et

permettre aux analyses des scénarios de tenir compte de l'incertitude (ICLR et FIDS, 2021). Toutefois, la mise à jour de ces courbes présente une considérable incertitude (Cook *et al.*, 2020). Des conseils, notamment des lignes directrices en matière de modélisation établies par des organismes d'État et locaux ou, en l'absence de telles lignes directrices, l'inclusion de critères transparents d'incertitude pourraient aider les décideurs à intégrer ces courbes dans le processus de planification (Cook *et al.*, 2020).

De nombreux renseignements et données climatiques doivent aussi être présentés de façon à favoriser la prise de décision éclairée au nom des prêteurs, des investisseurs et des assureurs. Les investisseurs, par exemple, sont conscients de la nécessité et des avantages des analyses des scénarios climatiques, mais ne disposent pas des conseils appropriés sur la meilleure façon de les utiliser dans la pratique pour accroître le recours aux évaluations industrielles prospectives (Pinchot, 2019).

Les lignes directrices techniques intégrant l'adaptation permettent une meilleure conception et améliorent la sécurité à long terme des biens matériels

Les ingénieurs ont besoin de lignes directrices et de meilleures pratiques détaillées pour intégrer l'incertitude climatique dans la construction de l'infrastructure (Roy *et al.*, 2017). Le ministère des Transports et de l'Infrastructure de Colombie-Britannique a publié un document technique détaillant des conseils généraux concernant la consultation des fournisseurs et des sources de données (Roy *et al.*, 2017; Gouv. de la C.-B., 2019). Ingénieurs Canada (2018) a publié un guide national afin d'aider les professionnels du génie à se rendre compte de la pertinence d'intégrer l'adaptation dans leur pratique. Ce guide comprend des renseignements sur les meilleures pratiques, des lignes directrices et des conseils sur la façon de consigner clairement les résultats de cette adaptation pour l'infrastructure et les bâtiments (Ingénieurs Canada, 2018). Un autre outil précieux est le protocole du Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques (CVIIP), qui examine les données climatiques historiques et effectue des projections sur « la nature, la gravité et la probabilité des futurs changements et événements climatiques » [traduction libre] (CVIIP, s.d.). Ce type de renseignement peut procurer une estimation des répercussions des changements climatiques sur l'infrastructure, notamment sur les éléments jugés à haut risque, afin d'aider les ingénieurs à prendre des décisions et d'effectuer des ajustements à la conception plus éclairés (CVIIP, s.d.). L'Ontario First Nations Technical Services Corporation a également publié en 2019 la First Nations Infrastructure Resilience Toolkit, une trousse à outils visant à aider les ingénieurs à concevoir une infrastructure résiliente au climat (OFNTSC, 2020). Elle

associe SAL et données climatiques afin d'aider les communautés des Premières Nations à définir les risques que les changements climatiques posent à l'infrastructure existante et à élaborer des mesures de gestion. Cette trousse à outils a été constituée à partir de l'expérience de ces communautés du protocole du CVIIP et reconnaît que l'inclusion de processus communautaires uniques favorise la compréhension et l'acceptation des résultats (Stantec, 2019).

Présenter les risques de catastrophe comme un problème économique et financier, y compris par le biais de la communication des renseignements sur l'entreprise, peut accroître la conscientisation et inciter à l'action

Les entreprises et les investisseurs publics ont du mal à comprendre et à évaluer l'évolution des profils de risques d'entreprise sous l'effet des changements climatiques, et ont tendance à ignorer les risques climatiques parce qu'ils sont trop incertains et distants temporellement de la valeur (TCFD, 2017). Toutefois, on accorde de plus en plus d'attention à l'effet d'encouragement que le financement pourrait avoir sur la résilience aux changements climatiques et aux risques de catastrophe (section 5.2.1). Selon le Groupe de travail sur la divulgation de l'information financière relative aux changements climatiques (TCFD), « une des fonctions essentielles des marchés financiers est de donner un prix au risque pour faciliter des décisions d'attribution du capital éclairées et efficientes » [traduction libre] (TCFD, 2017). La communication de cette information pourrait également être intéressante pour les commissions des valeurs mobilières, les banques centrales, les agences de notation et les conseils d'administration (Bolton *et al.*, 2020; Feltmate *et al.*, 2020). En particulier, quand un conseil d'administration est informé des risques matériels, il peut inciter à leur gestion, voire l'exiger, pour agir de façon appropriée, ce qui stimule l'adaptation (Feltmate *et al.*, 2020).

Ouranos, un organisme sans but lucratif voué à la modélisation des changements climatiques, a effectué une analyse coûts-avantages sur mesure des diverses options d'adaptation possibles pour contrer l'érosion côtière (et les risques connexes de dommages dus à l'effondrement soudain le long des falaises côtières) sur le front de mer à Percé, au Québec. Il en a déduit que le repli planifié et la recharge de plage étaient les options les plus économiques pour différentes sections du littoral (Circé *et al.*, 2016). La recherche a souligné l'importance du tourisme pour la ville et a prouvé l'intérêt de recourir à une solution fondée sur la nature pour la protection (Circé *et al.*, 2016). Motivée par les résultats de cette analyse, la ville a réorganisé son littoral, et a aménagé de l'espace pour la plage afin de renforcer la résilience (Marché Municipal, 2019). Elle a repensé la plage afin qu'elle dissipe les vagues avant qu'elles n'atteignent les maisons. Percé a reçu un prix national de design urbain pour ces travaux (Marché Municipal, 2019).

Les intermédiaires du savoir sont précieux et peuvent faciliter la communication bidirectionnelle entre les chercheurs et les utilisateurs des renseignements

L'importance des organisations qui font le lien entre les experts et les utilisateurs des renseignements est bien connue et ces organisations sont réclamées pour concilier les différentes perspectives et exigences de ces groupes (Cash *et al.*, 2003; Bauer et Smith, 2015; Hill et Martinez-Diaz, 2020). Les renseignements aident mieux à guider les décisions quand ils sont perçus comme pertinents, crédibles et légitimes. Cash *et al.* (2003) décrivent ces trois attributs de la manière suivante :

> *La crédibilité correspond à l'adéquation scientifique des données probantes et des arguments techniques. La pertinence concerne l'utilité des évaluations par rapport aux besoins des décideurs. La légitimité traduit la perception que la production de renseignements et la conception technologique sont respectueuses des valeurs et des croyances divergentes des parties prenantes, qu'elles ne sont pas biaisées et qu'elles traitent avec équité les points de vue et les intérêts contraires. [Traduction libre]*

La médiation joue également un rôle clé dans les « compromis [fondamentaux] entre pertinence, crédibilité et légitimité » [traduction libre] en établissant la nature et les règles de la coopération entre les scientifiques et les décideurs (Cash *et al.*, 2003). Cependant, ces entreprises se heurtent à des écueils notables : les scientifiques peuvent ne pas être à l'aise avec cette tâche ou même y être opposés, et les décideurs et autres utilisateurs des renseignements, comme les investisseurs et les prêteurs, peuvent ne pas être persuadés que le processus aboutira à des résultats utiles (Cash *et al.*, 2003). Les services climatiques se développent en réponse à ces besoins (encadré 4.1).

Encadré 4.1 Services climatiques

Le U.S. National Research Council (2010) définit ainsi les rôles fondamentaux des services climatiques :

- *Être axés sur l'utilisateur afin de répondre aux besoins de la prise de décision par les gouvernements et les autres acteurs aux échelons national, régional et local;*
- *Effectuer des recherches sur les besoins des utilisateurs, les options de réponse, les mécanismes efficaces de diffusion des renseignements et les processus d'interaction soutenue avec de multiples parties prenantes;*
- *Améliorer les observations et les analyses conçues spécifiquement pour fournir des renseignements en temps opportun, crédibles, faisant autorité, pertinents et utiles sur le plan régional sur les changements climatiques et la vulnérabilité et sur l'efficacité des interventions;*
- *Effectuer une modélisation et des recherches climatiques fiables et rapides pour appuyer la prise de décision fédérale quant à la limitation des émissions et à l'adaptation;*
- *Offrir un portail Web de renseignement centralisé et accessible, qui comprend un système de partage des stratégies d'intervention et donne accès à des outils d'aide à la décision;*
- *Renforcer la capacité et assurer la formation afin de lier les connaissances à l'action partout au pays;*
- *Servir d'organe d'information international.* [Traduction libre]

Les renseignements climatiques ainsi produits doivent ensuite être liés à d'autres types de données relatives aux biens physiques, aux caractéristiques démographiques, aux facteurs économiques et autres variables afin de brosser un portrait de la vulnérabilité et de l'exposition en plus des aléas climatiques (U.S. National Research Council, 2009).

(Continue)

(a continué)

ECCC a fondé en 2018 le Centre canadien des services climatiques afin d'améliorer la résilience au Canada par l'accès à des renseignements climatiques qui aident les processus décisionnels et renforcent les capacités de l'ensemble du système (GC, 2020). Les organismes régionaux qui s'intéressent aux changements climatiques, comme Ouranos, le Pacific Climate Impacts Consortium, le Prairie Climate Centre et ClimateWest, fournissent des renseignements climatiques à l'échelle régionale, tout comme des portails de données nationaux, tels que Donneesclimatiques.ca, le Climate Change Hazards Information Portal et Données et scénarios climatiques canadiens. Le comité d'experts a observé que la demande pour ces services s'intensifie, car de plus en plus de décideurs cherchent à comprendre les conséquences des changements climatiques sur leurs affaires. Cependant, tant que les données sur les risques de catastrophe et les risques climatiques ne seront pas liées aux processus décisionnels actuels, ce genre de renseignements sera sous-utilisé.

Mais la traduction doit être efficace dans les deux sens, les chercheurs devant trouver des moyens d'intégrer et de respecter les connaissances en fonction du lieu dans leurs recherches. Les intermédiaires du savoir[13] peuvent aider à surmonter les défis découlant des différences de culture et d'utilisation du langage technique entre les chercheurs et les praticiens, de systèmes de récompenses institutionnels qui n'encouragent pas la collaboration et la diffusion de la recherche et de l'insuffisance de la participation des praticiens à la planification de la recherche en amont (Fothergill, 2000). La confiance influe aussi sur les renseignements que les décideurs utilisent, car ceux-ci doivent pouvoir se fier aux sources et aux personnes qui interprètent et appliquent les renseignements (Bauer et Smith, 2015). Le U.S. National Research Council (2010) insiste sur l'importance du processus comme du produit, soulignant que les partenariats entre les producteurs de renseignements et les utilisateurs peuvent bâtir cette confiance. Une recherche menée par Fothergill (2000) a également montré que l'établissement de relations interpersonnelles, une communication soutenue et le désir d'une meilleure intégration professionnelle à l'avenir sont cruciaux pour combler le fossé entre les chercheurs et les praticiens. Les intermédiaires du savoir sont en mesure de résoudre cette déficience.

13 Pour les besoins de ce rapport, les intermédiaires du savoir sont « les personnes, les organisations ou les initiatives qui utilisent les renseignements concernant le climat pour faciliter le transfert des connaissances climatiques d'une personne ou d'une organisation à une autre » [traduction libre] (Bauer et Smith, 2015).

4.3 Capacités

Pour aider les décideurs à intégrer la RRC et l'adaptation, il est possible d'accroître des capacités essentielles en matière de renseignements. Ces capacités incluent l'amélioration des habiletés propres au secteur et l'utilisation d'intermédiaires du savoir afin d'assurer une communication efficace des risques entre les secteurs.

4.3.1 Renforcement des capacités dans les professions réglementées

Il existe d'énormes possibilités de mieux prendre en compte la résilience aux catastrophes dans plusieurs professions réglementées, comme le génie, l'aménagement, l'architecture paysagère et la comptabilité. Ingénieurs Canada a élaboré le protocole du CVIIP, un outil d'évaluation des risques en génie propre à l'actif utilisé pour prendre en considération les risques climatiques, et a créé le titre de professionnel de la résilience des infrastructures, qui exige une « formation obligatoire sur la gestion des actifs, la gestion des risques, le protocole du CVIIP, la climatologie et le droit des changements climatiques » (Ingénieurs Canada, 2019, s.d.). Malheureusement, Ingénieurs Canada n'administre plus ces programmes (Ingénieurs Canada, 2019), ce qui pour le comité d'experts pourrait créer une lacune dans la normalisation claire des risques climatiques au Canada, car sans supervision technique indépendante, le protocole du CVIIP ne peut plus être considéré comme un cadre indépendant. Le futur de ce protocole est donc incertain, malgré son intérêt pour le secteur du génie comme outil fiable et prévisible appliqué aux évaluations des répercussions des changements climatiques sur infrastructure publique critique. Bien qu'il existe plusieurs cadres apparentés, comme les normes ISO et Envision, le comité d'experts croit qu'ils ne servent pas le même objectif et par conséquent, il demeure dans l'industrie canadienne une lacune dans ce domaine important, qui pourrait être comblée par un organisme de normalisation, un organisme industriel ou un organisme de réglementation.

L'Institut canadien des urbanistes a élaboré une norme de pratique modèle qui établit les attentes concernant la prise en compte des changements climatiques dans l'aménagement et fournit un cadre d'exécution de l'analyse nécessaire (ICU, s.d.). L'Association des architectes paysagistes du Canada a produit une série de quatre manuels d'introduction, qui offrent des conseils sur le développement de collectivités résilientes éclairé par la science du climat (CSLA, 2018). Ces manuels comportent également un grand nombre de documents de référence visant à aider la prise de décision éclairée sur le terrain (CSLA, 2018). Enfin, Comptables professionnels agréés Canada a conçu un guide à l'attention des comptables pour qu'ils soutiennent leurs clients dans l'adaptation aux changements climatiques (CPA, 2016).

4.3.2 Intermédiaires du savoir

On dispose d'une multitude de renseignements scientifiques pour lancer des initiatives intégrées de RRC et d'adaptation. Il manque toutefois la communication efficace requise pour faciliter cette intégration (section 2.3.2). Bien qu'il existe des portails de données publics, les renseignements qui y sont disponibles sont souvent présentés d'une façon qui gêne la communication et la collaboration entre les scientifiques et les praticiens du climat et des risques (Birkmann et von Teichman, 2010). Selon le comité d'experts, les intermédiaires du savoir jouent un rôle crucial en rendant les renseignements accessibles, pertinents et fiables, surtout face à la hausse de la demande de données sur les changements climatiques et sur l'adaptation. En particulier, la publication des recommandations du TCFD a accru la demande des entreprises pour des renseignements sur le climat de demain adaptés à l'échelle de leur processus décisionnel (Fiedler *et al.*, 2021). Les entreprises nécessiteront dorénavant le soutien de fournisseurs de services climatiques pour les aider à dénicher et à interpréter les renseignements climatiques (Fiedler *et al.*, 2021). De plus, on a observé que les toutes dernières données climatiques sont davantage utilisées et que la plupart des municipalités recherchent des renseignements concernant « des exemples locaux (c.-à-d. d'étude de cas), le financement et des solutions de rechange en matière de technologie et de conception » [traduction libre] (FCM *et al.*, 2019). L'aptitude à répondre à ces demandes s'accroît régulièrement, mais le comité d'experts n'a pas relevé de données quantifiant l'ampleur de la demande ou de l'offre.

4.4 Principales occasions d'intégration

Les renseignements sont un ingrédient essentiel de l'intégration réussie de la RRC et de l'adaptation. Les décideurs ont besoin de renseignements exacts et à jour sur les aléas, l'exposition et la vulnérabilité afin de bien comprendre les risques de catastrophe face aux changements climatiques et de s'y attaquer, ainsi que pour guider leurs décisions en matière d'allocation des ressources de manière à gérer efficacement un vaste ensemble de risques. Afin de faciliter cela, trois pratiques clés se démarquent comme des occasions d'intégration. La première est l'augmentation de la disponibilité et de l'accessibilité des renseignements pour les décideurs. Grâce à des processus et des pratiques comme les outils adaptés à l'usage, la mise à jour normale des portails de données et les ETR, les décideurs possèderont les renseignements dont ils ont besoin au sujet des changements climatiques et des risques de catastrophe. Ils pourront ainsi désormais intégrer la prise en compte de différents aléas et des projections climatiques dans leurs décisions. La deuxième pratique consiste à accorder la priorité à une

communication des risques efficaces et destinée à un vaste auditoire. Passer de la simple mise en visibilité des risques à la création d'un processus actif de sensibilisation et de partage des connaissances peut permettre aux décideurs de répondre aux divers besoins des collectivités de façon rapide et exhaustive. Ces besoins, qui sont souvent le résultat du chevauchement de divers risques et facteurs de vulnérabilité, soulignent à quel point les répercussions des risques de catastrophe et des changements climatiques sont interconnectées et à quel point l'intégration de ces éléments et de ces approches est primordiale pour des pratiques décisionnelles efficaces. La prise en considération et l'inclusion du SAL sont aussi un autre élément crucial pour la communication du risque. La troisième pratique consiste à développer et à favoriser des capacités professionnelles pour bien intégrer la RRC et l'adaptation. Les intermédiaires du savoir peuvent aider les décideurs à mieux comprendre et appliquer les renseignements à leur disposition en facilitant une communication efficace et judicieuse entre toutes les parties concernées. En fin de compte, comme le comité d'experts le souligne aux chapitres 5 et 6, les décideurs doivent être encouragés à tenir compte des renseignements climatiques dans leur planification dans leurs actions, voir y être contraints.

5

Assurance, financement et investissement dans la résilience aux catastrophes

5.1 Obstacles et incitations actuels
5.2 Approches prometteuses
5.3 Capacités
5.4 Principales occasions d'intégration

Constatations du chapitre

- Les régimes d'assurance peuvent stimuler les changements de comportement et encourager la reconstruction résiliente quand ils offrent des garanties étendues couvrant plus de types de biens et d'aléas, une tarification basée sur le risque qui décourage les gens de vivre dans les secteurs les plus exposés, des polices dont les modalités soutiennent une reconstruction meilleure et à des endroits moins exposés et des critères d'admissibilité qui stimulent l'atténuation des risques en établissant des normes minimales de couverture.
- Les investissements dans la prévention sont souvent plus économiques que les dépenses dans le rétablissement. Asseoir les programmes canadiens d'aide après une catastrophe sur des bases solides nécessite des gouvernements qu'il s transfèrent leurs dépenses du rétablissement vers la prévention. Les investissements publics maximisent leur effet quand ils se concentrent sur les personnes les plus à risque, notamment par le soutien au repli stratégique (quand il est justifié) et par une couverture d'assurance étendue.
- La communication de l'information financière relative aux risques de catastrophe favorisera la participation des investisseurs et une gestion appropriée des risques d'entreprise.

Les problèmes d'inadéquation des garanties d'assurance existent depuis longtemps et poussent à la hausse les coûts du rétablissement après une catastrophe pour les contribuables et pour les foyers. La hausse des risques de catastrophe due aux changements climatiques intensifie encore l'exposition financière aux pertes non assurées, ce qui accroît l'importance d'étendre la couverture d'assurance. L'incapacité à évaluer les répercussions des changements climatiques sur les futurs risques de catastrophe conduira à un sous-investissement dans la résilience de la part des acteurs tant privés que publics. De plus, quand le financement public de l'adaptation et de la RRC est fragmenté, la planification peut être inefficace et parfois insuffisamment souple pour répondre aux besoins des bénéficiaires.

Face à ces défis, plusieurs leviers financiers peuvent motiver (ou décourager) la résilience aux catastrophes. L'assurance peut encourager les dépenses dans les mesures de protection et également procurer une aide monétaire en cas de catastrophe. Le fait que les investisseurs étudient à la loupe les risques de catastrophe peut motiver les entreprises à gérer ces risques de façon plus

soigneuse. Enfin, les dépenses et les programmes de financement publics peuvent être ajustés pour encourager les mesures visant à renforcer la résilience aux catastrophes. Ce chapitre analyse les barrières et les possibilités relatives à l'intégration de l'adaptation de la RRC dans l'assurance, l'investissement et les dépenses publiques.

5.1 Obstacles et incitations actuels

Le sous-investissement dans la prévention des catastrophes, combiné à des politiques et des programmes de RRC et d'adaptation incohérents ou mal pensés, entrave considérablement l'intégration de ces deux domaines. Cette section explique, à partir de données probantes canadiennes et étrangères, comment ces obstacles se manifestent.

5.1.1 Sous-investissement dans l'atténuation des catastrophes et dans l'assurance

L'inadéquation des garanties d'assurance est un risque de longue date pour les foyers, les entreprises et les gouvernements

Selon Swiss Re, sur les 80,5 milliards de dollars US de pertes consécutives aux catastrophes déclarées en Amérique du Nord en 2018, seulement 52,9 étaient assurées (Swiss Re, 2019). L'analyse de la « bête », l'énorme feu de forêt qui a dévasté la région de Fort McMurray en 2016 (figure 5.1) a révélé que plus de 25 % des pertes n'étaient pas assurées (Munich Re, 2017). S'il est rationnel de faire face à un certain degré d'autoassurance, la majeure partie de cette *lacune de protection* peut être attribuée au manque de connaissances des risques chez les consommateurs (Holzheu et Turner, 2018; Swiss Re, 2019). Ceux-ci peuvent ne pas être conscients qu'ils sont confrontés à certains risques, présumer qu'ils sont couverts par leur assurance ou juger le risque trop faible et les coûts trop élevés pour contracter une assurance. Dans certaines situations, la réticence des assureurs à offrir certaines garanties peut aussi avoir une incidence (Holzheu et Turner, 2018; Swiss Re, 2019). Au Canada, les inondations ne sont généralement pas couvertes par les polices d'assurance habitation (ICLR, 2021). Si ce genre de couverture est de plus en plus fréquemment offerte depuis quelques années, en 2021, un seul assureur proposait une garantie contre les inondations dans les secteurs à haut risque (ICLR, 2021). La protection contre les inondations côtières d'eau de mer est également offerte par un assureur seulement (ICLR, 2021). La protection des foyers et de l'infrastructure exposés à la fonte du pergélisol est aussi extrêmement lacunaire dans le nord, où l'applicabilité des polices d'assurance habitation actuelles à ces nouveaux aléas est incertaine (Eisenberg, 2018; Tsui, 2021). La sous-assurance impose de vastes responsabilités aux

gouvernements, qui supportent au bout du compte une grande partie des coûts; non seulement ils doivent rebâtir l'infrastructure publique, mais on leur demande également de procurer une aide aux individus et aux entreprises (Swiss Re, 2018; OCDE et Banque mondiale, 2019).

La Presse canadienne / Jonathan Hayward

Figure 5.1 Feu de forêt autour de Fort McMurray, en Alberta, 2016

Le problème peut être encore plus aigu dans les réserves des Premières Nations. Nombre d'entre elles font face à d'importants risques de feu de forêt ou d'inondation en raison de leur éloignement et de leur accès limité aux services d'urgence; pourtant, tous les produits d'assurance courants ne leur sont pas toujours offerts (Norbury, 2013; Puxley, 2015; Intelli-feu Canada, 2020). Les terrains des réserves sont la propriété de la communauté et par conséquent, les assurances habitation sont généralement négociées à l'échelon de cette communauté, pas du foyer (Norbury, 2013). Des problèmes persistants de logements insalubres et de services de lutte contre les incendies inadéquats découragent les assureurs de proposer des garanties et font grimper les prix lorsque celles-ci sont offertes (Norbury, 2013). Un rapport du gouvernement

fédéral publié en 2011 a constaté que seulement 56 % des communautés des Premières Nations disposaient d'une assurance-incendie adéquate (Puxley, 2015).

Les aléas moraux et l'antisélection peuvent miner le pouvoir de l'assurance à motiver les investissements dans la protection

Quand les gens perçoivent que les catastrophes sont la responsabilité de l'État, ils sont moins enclins à prendre l'initiative de réduire leur propre vulnérabilité (Terpstra et Gutteling, 2008). De plus, la confiance dans les institutions peut nuire à la propension de la population à réduire ces risques à l'échelon du foyer, créant ainsi un aléa moral (Penning-Rowsell, 2019). Il est toutefois remarquable que d'après la recherche, le fait que les gens comptent sur l'assurance n'a qu'un effet négatif modeste (Kousky *et al.*, 2018). Bien que les citoyens s'attendent des gouvernements qu'ils prévoient les urgences et qu'ils y soient préparés, les coûts et les avantages intrinsèquement diffus de la RRC freinent la mobilisation publique ou les mouvements de pression en faveur ou contre les politiques dans ce domaine (Henstra, 2013).

Les aléas moraux créent des incitations problématiques pour les gens qui vivent dans des secteurs propices aux aléas. Les individus qui ont des raisons d'attendre de l'aide peuvent alors choisir d'assumer un risque accru; c'est ce qu'on appelle le *dilemme du Samaritain* (Buchanan, 1975). Quand l'État supporte une partie des coûts de la reconstruction, les individus sont plus enclins à reconstruire dans des endroits exposés. Résultat, les pertes et les coûts de la catastrophe suivante sont plus élevés qu'ils l'auraient été autrement (Shughart, 2011). De plus, la prévision que l'aide publique arrivera réduit le recours à l'assurance privée (Henstra et Thistlethwaite, 2017; Kousky *et al.*, 2018).

L'antisélection amplifie encore le problème d'assurance, car les clients qui font face aux plus gros risques sont les plus enclins à rechercher une couverture (Lamond et Penning-Rowsell, 2014). Cela peut décourager les assureurs d'offrir des garanties et conduire à une faible adhésion aux régimes d'assurance. L'antisélection et un défi courant pour les régimes d'assurance contre les inondations, et il peut conduire à des primes de plus en plus inabordables pour les clients et à une situation économique intenable pour les assureurs (Lamond et Penning-Rowsell, 2014) (encadré 5.1).

Une multitude de biais cognitifs entraînent un sous-investissement dans l'atténuation des catastrophes et dans l'assurance

En plus du problème général de myopie décrit à la section 2.3.2, Meyer et Kunreuther (2017) définissent « deux forces qui, agissant de pair, font que les investissements dans l'action proactive sont difficiles à soutenir » [traduction

libre]. Premièrement, si les individus retiennent certains détails des catastrophes passées dans leur mémoire à long terme, l'impact émotionnel a tendance à s'évanouir relativement rapidement. C'est pourtant souvent ce moteur émotionnel qui pousse les foyers à agir pour se protéger contre les catastrophes futures. Deuxièmement, les mesures prospectives ne produisent généralement pas de renforcements positifs. À moins qu'une autre catastrophe survienne, le choix de souscrire une assurance-inondation année après année ne crée aucun sentiment de récompense (Meyer et Kunreuther, 2017). La recherche empirique le confirme. Dans une étude menée aux États-Unis, Gallagher (2014) a constaté que le taux de contraction d'une assurance montait immédiatement après une inondation, puis régressait graduellement jusqu'au niveau où il était avant l'événement. De même, la baisse des prix des maisons qui suit immédiatement une inondation tend à être de relativement courte durée (Eves, 2002; Beltrán *et al.*, 2019). De plus, les propriétaires de maisons ne posent pas de manière fiable leurs volets quand un avertissement d'ouragan est lancé : le fait de savoir que cette installation est la bonne chose à faire est en contradiction avec l'instinct que les volets ne seront probablement pas nécessaires (un instinct renforcé par l'expérience) (Meyer et Kunreuther, 2017). De plus, les catastrophes évitées de justesse sont couramment interprétées de façon erronée comme des indicateurs de résilience. Quand un aléa naturel se matérialise, mais que ses conséquences sont mineures, l'excès d'optimisme s'accroît. Dillon *et al.* (2011) constatent que les foyers qui ont évité de justesse un ouragan sont moins enclins que les autres à souscrire une assurance contre les inondations ou à évacuer en cas de nouvel ouragan.

Quand ils font face à de l'incertitude, les individus observent leurs pairs à la recherche d'indices sur la façon de réagir. Cet *instinct grégaire* est souvent bénéfique pour les gens, mais pas en cas de vide informationnel (Meyer et Kunreuther, 2017). Lo (2013) a constaté que la décision de contracter une assurance-inondation n'était pas liée au risque d'inondation, mais fortement à la croyance de l'individu quant à la norme sociale de souscription d'assurances.

Ces biais individuels influencent les politiques en matière de dépenses concernant les catastrophes et peuvent favoriser des approches problématiques de la gestion des risques de catastrophe. Par exemple, la myopie se manifeste également au niveau politique et bureaucratique. Malgré les importants avantages des dépenses de préparation aux catastrophes, elles ont une faible récompense politique (Healy et Malhotra, 2009). En revanche, les dépenses dans l'aide après une catastrophe sont fortement récompensées au moment des élections. Ce phénomène pousse les décideurs à focaliser sur le présent plutôt que sur des événements distants et improbables (Healy et Malhotra, 2009). Ces difficultés sont de plus en plus aiguës face aux changements climatiques, pour lesquels le besoin d'adaptation est

largement reconnu, mais ces biais nuisent à l'action concrète (Meyer et Kunreuther, 2017).

5.1.2 Faiblesse dans la conception des politiques et des programmes

La fragmentation des programmes de financement réduit l'efficacité des ressources et entrave l'intégration de l'adaptation aux changements climatiques et de la RRC

Le gouvernement du Canada administre de nombreux programmes d'adaptation et de RRC pour différents groupes, risques et échelles (SP, 2017b, 2019b; GC, 2019a; INFC, 2019a). Cette fragmentation crée un lourd fardeau administratif pour les participants potentiels qui doivent s'y retrouver dans un ensemble complexe d'offres, et peut renforcer, voire nécessiter, des silos contre-productifs qui gênent les efforts d'intégration des interventions de RRC et d'adaptation (M. Redfern, communication personnelle, 2020). Des critères d'admissibilité et des délais administratifs non harmonisés entre les programmes peuvent nuire à l'intégration (SP, 2020c). Dans certaines situations, démontrer que les changements climatiques sont à l'origine d'événements indésirables est extrêmement difficile (section 2.2.1) et peut empêcher que les bons projets soient financés (M. Redfern, communication personnelle, 2020).

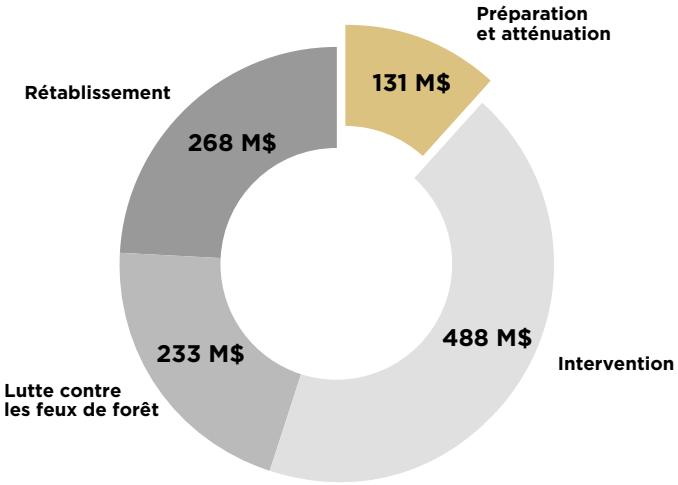
Certains programmes de RRC ont été critiqués pour leur portée étroite. Le Programme national d'atténuation des catastrophes de SP est doté d'un budget de 225 millions de dollars pour l'investissement à coûts partagés dans la réduction des risques d'inondation grâce à l'évaluation des risques, la cartographie des inondations, la planification de l'atténuation et des projets d'atténuation entre 2015 et 2022 (SP, 2021). Alors qu'on insiste de plus en plus sur la réduction tous risques, ce programme a été critiqué pour ignorer l'interaction entre les aléas et pour se focaliser uniquement sur les inondations; les récipiendaires provinciaux et territoriaux ont indiqué qu'un programme tous risques serait préférable (SP, 2020c). Mais les critères d'admissibilité stricts restreignent parfois la capacité des administrateurs et des récipiendaires du programme à concevoir des projets pour tous les aléas climatiques à venir (SP, 2020c).

Quand il s'agit de sélectionner les investissements dans la prévention et l'atténuation les plus importants, les communautés connaissent mieux leurs propres besoins (AANC, 2017). Les programmes actuels risquent de lier les communautés à cause des critères d'admissibilité, des échéanciers et du contrôle centralisé des types de projets pouvant être réalisés. Une évaluation effectuée en 2017 par le Programme d'aide à la gestion des urgences (PAGU) de Services aux Autochtones Canada a relevé cette faiblesse est a noté que les communautés des

Premières Nations voulaient participer à la RRC d'une façon qui permette le développement de leur propre capacité et de leur autonomie (AANC, 2017).

Les programmes de rétablissement favorisent souvent la reconstruction dans des secteurs propices aux aléas

Après qu'une catastrophe s'est produite, les Accords d'aide financière en cas de catastrophe de SP procurent une aide financière aux provinces et aux territoires pour l'intervention et le rétablissement, et couvrent certains coûts gouvernementaux et individuels qui ne sont pas déjà couverts par l'assurance ou d'autres programmes (SP, 2019b). Les Accords ont versé plus de 5 milliards de dollars depuis 1970 selon le principe des coûts partagés, la vaste majorité de ces fonds (environ 70 %) ayant été alloués au rétablissement de l'infrastructure publique (BAC, 2019; SP, 2019b). De même, le PAGU procure une aide aux communautés des Premières Nations dans les quatre piliers de la gestion des urgences (prévention et atténuation, préparation, intervention et rétablissement) (SAC, 2019b). Entre 2005 et 2018, ce programme a déboursé près de 1 milliard de dollars, principalement pour l'intervention et le rétablissement (SAC, 2019a) (figure 5.2).



Source des données : SAC (2019a)

Figure 5.2 Coûts du Programme d'aide à la gestion des urgences déboursés par domaine de dépense (totaux, 2005 à 2019)

La plus grosse partie des dépenses du PAGU sont attribuées à l'intervention, suivie par le rétablissement et la lutte contre les feux de forêt. C'est dans les domaines de la préparation et de l'atténuation que les dépenses sont les plus faibles.

Ce type d'aide n'exige pas des municipalités ou des propriétaires qu'ils reconstruisent à l'extérieur des secteurs fortement soumis aux aléas ou en incluant des mesures accrues de réduction des risques (Thistlethwaite et Henstra, 2017). Le fait qu'elle ne soit pas ajustée au risque limite les incitations pour les municipalités à atténuer les risques (particulièrement d'inondation), puisqu'elles savent que les dommages majeurs seront remboursés par le gouvernement provincial (Thistlethwaite et Henstra, 2017).

Le problème que pose la reconstruction dans des secteurs propices aux aléas est connu depuis longtemps. Après les inondations de Calgary en 2013 — qui étaient, à l'époque, la catastrophe la plus coûteuse de l'histoire du Canada — un programme de rachat volontaire a été offert à certains propriétaires résidentiels afin d'éviter la reconstruction de maisons coûteuses dans la plaine inondable (Cryderman, 2013; Swiss Re, 2016). Cependant, moins d'un tiers des foyers admissibles ont choisi de déménager, citant l'offre de rachat inférieur à la valeur marchande ou leur préférence de vivre avec le risque pour rester dans leur maison (Markusoff, 2018). Au lieu de cela, nombre d'entre eux ont reçu une aide financière

gouvernementale pour rebâtir leur demeure au même endroit, avec la réserve que ces demeures ne seraient pas admissibles à une aide en cas de future inondation (Cryderman, 2013; Markusoff, 2018). Plus récemment, le gouvernement du Québec a aussi fait une offre de rachat à certains propriétaires touchés par l'inondation (Boudreault, 2021).

L'incertitude concernant le financement et les retards d'afflux des ressources peuvent empêcher de mieux reconstruire, même si c'est ce qu'on souhaite. Par exemple, le PAGU verse généralement l'argent à partir de reçus, une fois que les dépenses ont été effectuées. Or, les retards dans les remboursements ont été cités comme une lacune importante par les récipiendaires du programme; dans certains cas, ils ont même poussé les communautés des Premières Nations à se tourner vers des prêts à fort taux d'intérêt afin de pouvoir reconstruire avant la réception de l'aide financière (AANC, 2017). Même si les dépenses visant à réduire la vulnérabilité de l'infrastructure face à de futures catastrophes peuvent être admissibles, la détermination est effectuée au cas par cas (SAC, 2020). L'incertitude quant aux dépenses admissibles peut dissuader le déménagement alors qu'il est justifié; dans un cas, la réinstallation était jugée admissible, mais pas les dépenses d'installation du système septique, pourtant un élément de cette réinstallation (AANC, 2017).

Les contrats d'assurance peuvent gêner une reconstruction améliorant la résilience face au climat de demain

Au Canada, les indemnisations versées par les assurances habitation visent généralement à rebâtir les structures existantes au même endroit. Cette approche peut décourager la réinstallation dans des secteurs moins exposés et nuire à la reconstruction structurale avec des matériaux plus résilients (Malik, 2020). Parfois, les polices offrent la valeur totale du coût de remplacement d'une maison seulement si elle est rebâtie au même endroit (même s'il s'agit d'une plaine inondable) ou insistent pour que la reconstruction s'effectue avec les mêmes matériaux non résistants au feu dans des secteurs propices aux incendies (Northcross, 2019; Malik, 2020). Souvent, elles ne couvrent même pas le coût supplémentaire du remplacement d'une structure afin qu'elle réponde au tout dernier code du bâtiment, encore moins l'ensemble complet de mesures susceptibles de rendre cette structure entièrement adaptée aux changements climatiques (Northcross, 2019; Virani Law, 2019). En Californie, sans avenant spécial, les maisons situées en zone périurbaine ne disposeront pas de la couverture nécessaire pour être rebâties selon les nouvelles normes de résistance au feu (Northcross, 2019). Northcross (2019) observe également que « alors que les assurances des propriétaires ne sont pas suffisantes pour la reconstruction avec la résilience requise par les changements climatiques, les fournisseurs d'assurances

de l'État ne sont pas toujours en mesure de soutenir une couverture au niveau actuel, déjà inadéquat » [traduction libre].

5.2 Approches prometteuses

5.2.1 Incitation à atténuer les risques de catastrophe face aux changements climatiques

Une analyse de plusieurs éléments de l'Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base du Conseil national de recherches Canada a estimé les économies que devraient apporter des dépenses dans plusieurs mesures d'atténuation : les interventions visant à réduire les risques d'inondation des sous-sols dans les immeubles résidentiels devraient offrir un ratio bénéfices-coûts de 11:1 (c.-à-d. une économie de 11 $ par dollar dépensé), les normes de construction améliorée en zone périurbaine, un ratio de 6:1, et les modifications à la conception d'un pont routier, à un ratio de 9:1 (Porter et Scawthorn, 2020). Aux États-Unis, Healy et Malhotra (2009) estiment que 1 $ dollar dépensé en préparation permet d'économiser 15 $ de futurs dommages et relèvent que ce genre de dépenses peut offrir une récompense à court terme aux élus, car 7 $ dollars sont économisés à l'intérieur d'un cycle électoral. Une analyse récemment effectuée aux États-Unis a constaté que le ratio bénéfices-coûts d'adopter des codes du bâtiment modèles dernier cri était de 6:1 pour les aléas d'inondation fluviale et de 10:1 pour les aléas éoliens (Porter *et al.*, 2019). Apporter des modernisations sélectionnées au parc immobilier résidentiel offrait un ratio avantages-coûts de 6:1 pour ces deux aléas. Parmi les avantages considérables procurés par ces interventions, citons ceux découlant du fait d'éviter des dommages aux biens, des coûts de prestations complémentaires et la perturbation des entreprises, ainsi que les conséquences économiques des pertes de vie et des effets sur la santé (Porter *et al.*, 2019). S'il est admis que les ressources nécessaires pour prévenir et atténuer les risques de catastrophe face aux changements climatiques sont bien inférieures à celles requises pour se rétablir après une catastrophe, elles sont néanmoins considérables (Porter et Scawthorn, 2020). Cela souligne une fois encore le besoin de larges réductions des émissions de GES à l'avenir, qui « sont nécessaires pour conserver la maîtrise des coûts de l'adaptation aux changements climatiques » [traduction libre] (Kovacs *et al.*, 2021).

Alors qu'il était gouverneur de la Banque d'Angleterre, Mark Carney a utilisé l'expression « tragédie des horizons » pour décrire la divergence entre l'horizon temporel selon lequel les décisions sont prises en politique et dans les entreprises et l'échelle de temps des changements climatiques (Carney, 2015). Le comité d'experts insiste donc sur le caractère essentiel de valoriser les investissements dans la prévention et de libérer les ressources financières requises pour minimiser

les pertes avec le temps. En fait, les investissements visant la réduction des risques peuvent devenir cruciaux pour maintenir la viabilité et l'abordabilité de l'assurance face aux changements climatiques (Golnaraghi *et al.*, 2016).

Les investisseurs peuvent récompenser et même forcer la réduction des risques

Le TCFD avance que les sociétés inscrites en bourse devraient communiquer à leurs actionnaires les risques matériels posés par les changements climatiques et les catastrophes de la même façon que les autres risques financiers matériels (TCFD, 2017). La communication devrait aussi porter sur la gouvernance et le suivi de ces risques, les effets potentiels sur l'entreprise et la résilience de la stratégie organisationnelle, les plans pour déceler, évaluer et gérer ces risques et les mesures et cibles correspondantes (TCFD, 2017). Si le TCFD a porté son attention sur les risques associés à la transition vers une économie à faibles émissions de carbone, il a également envisagé les risques physiques des impacts des changements climatiques (TCFD, 2017). En particulier, il a déterminé que les risques physiques des changements climatiques pouvaient avoir des répercussions financières découlant des effets néfastes sur la capacité de production et sur la main-d'œuvre, la mise hors service précoce des immobilisations et la hausse des coûts d'exploitation (TCFD, 2017). Le Bureau du surintendant des institutions financières du Canada a défini quatre mécanismes par lesquels un événement météorologique extrême pourrait toucher les banques : les risques de crédit, la baisse de la valeur marchande des investissements, les pertes d'assurance et les dommages à l'exploitation ou aux biens immobiliers (OSFI, 2021).

Les recommandations formulées par le TCFD ont été adoptées par le Groupe d'experts sur la finance durable, mandaté par le gouvernement fédéral, et par le gouvernement du Canada (GC, 2019c, 2019d). Étant donné les compétences provinciales et territoriales en matière de réglementation des valeurs mobilières, la mise en œuvre complète des exigences de déclaration climatique nécessitera une étroite coopération entre les gouvernements fédéral et provinciaux (GC, 2019c). Le gouvernement du Canada travaille également à l'amélioration de la déclaration publique, conformément aux recommandations du TCFD, et exige des sociétés d'État fédéral qu'elles déclarent les risques financiers d'origine climatique (GC, 2021c).

Les investisseurs sont bien placés pour encourager une meilleure résilience d'entreprise en exigeant la déclaration et l'allocation du capital en conséquence (TCFD, 2017). Cependant, les données probantes recueillies jusqu'ici portent à croire que les investisseurs n'évaluent pas adéquatement ce type de risques (FMI, 2020). Frank *et al.* (2021) appellent des changements aux dépenses publiques d'aide après les catastrophes aux États-Unis, en partie :

> *pour signaler aux investisseurs, aux municipalités, aux agences de notation et autres que l'hypothèse selon laquelle tous les coûts des catastrophes seront compensés ne tient plus la route. Une fois que le marché aura reçu ce signal, il y répondra rapidement avec ses propres incitatifs puissants — sous la forme du prix des assurances, de la notation et du prix des obligations et des mouvements de capitaux — qui encourageront un comportement plus sécuritaire. [Traduction libre]*

Dans une avancée notable, huit des plus gros régimes de retraite du Canada, qui regroupent 1,6 billion de dollars d'actifs sous gestion, ont demandé que la déclaration environnementale, sociale et de gouvernance soit améliorée et que le rôle que peuvent jouer les changements climatiques dans le façonnement de la valeur d'entreprise soit explicitement noté (Uebelein *et al.*, 2020). À l'échelle internationale, Climate Action 100+, un vaste groupe d'investisseurs, a réalisé un autre progrès prometteur, en prônant une plus grande communication des renseignements par les sociétés, conformément aux recommandations du TCFD (Climate Action 100+, 2021a). En octobre 2021, l'organisation rassemblait 6150 investisseurs mondiaux totalisant 55 billions de dollars US d'actifs sous gestion (Climate Action 100+, 2021b).

Feltmate *et al.* (2020) proposent d'utiliser des matrices des risques climatiques propres au secteur pour encourager ce type de mobilisation des investisseurs. Ces matrices énoncent les répercussions des risques climatiques clés découlant des principaux aléas climatiques, ainsi que les mesures d'atténuation et les questions pouvant être utilisées pour déterminer l'état de préparation. Grâce à ces matrices, les investisseurs qui ne possèdent pas l'expertise climatique spécifique seront toujours bien outillés pour poser les questions nécessaires pour évaluer la connaissance que l'entreprise a des risques climatiques physiques et ses plans de gestion. Pour Feltmate *et al.* (2020), les associations sectorielles sont les mieux placées pour déterminer ces principaux risques au niveau du secteur.

Les polices d'assurance peuvent motiver et ordonner l'amélioration de la résilience

Quand les primes d'assurance sont établies selon le risque, leurs détenteurs reçoivent des signaux utiles sur les risques auxquels ils font face et sur les incitations financières pouvant motiver les mesures de réduction de ces risques (Golnaraghi *et al.*, 2016). Si cela se comprend aisément, on manque de preuves empiriques de l'effet des stratégies de tarification des assurances sur les dépenses d'atténuation (Kousky, 2019). Ces dernières décennies, les modèles de catastrophes ont été largement utilisés dans le secteur des assurances pour gérer les risques de catastrophe de grande envergure et difficiles à prévoir; ces modèles « guident la

tarification du risque et les décisions des assureurs, les processus de traitement des demandes de remboursement, la gestion de portefeuille, le calcul de la solvabilité et les exigences réglementaires, des agences de notation et de capital économique » [traduction libre] (Golnaraghi *et al.*, 2018). Golnaraghi *et al.* (2018) relèvent que les modèles de catastrophes peuvent éclairer avec plus de précision l'établissement des primes, clarifier les besoins de réassurance et, en fin de compte, améliorer l'intégration des risques climatiques physiques dans les modèles décisionnels des entreprises par l'inclusion des toutes dernières avancées en matière de science climatique et de modélisation. Ces modèles peuvent aussi aider les gouvernements qui cherchent à évaluer les avantages d'une initiative de réduction des risques donnée (Cleary *et al.*, 2018).

> « Beaucoup des interventions les plus importantes pour réduire les risques doivent être gérées à l'échelon des institutions publiques plutôt qu'à celui des foyers : la lutte contre les incendies, la gestion de la charge de combustible, le drainage urbain et les ouvrages de protection côtiers en sont de bons exemples. »

La pression est encore plus forte quand les assureurs établissent les critères d'admissibilité. C'est le cas des assureurs canadiens, qui refusent de plus en plus d'assurer les maisons équipées d'un vieux filage bouton et tube (un danger d'incendie bien connu), ce qui entraîne de vastes investissements dans la modernisation (CFSO, 2005; ESA, s.d.). En ce qui concerne les risques d'origine climatique auxquels sont confrontées les propriétés, certains assureurs exigent la pose de clapets antiretour pour pouvoir souscrire une police contre les dommages dus à l'inondation des sous-sols (BAC, 2020b). Mais ces exigences ne doivent pas seulement s'appliquer aux foyers. Au Royaume-Uni, les autorités locales doivent disposer d'ouvrages adéquats de protection supportant une inondation à récurrence de 75 ans pour qu'une assurance-inondation puisse être offerte sur le marché (Bräuninger *et al.*, 2011).

Les programmes gouvernementaux peuvent financer stratégiquement les activités de prévention et d'atténuation des catastrophes

Une part essentielle des dépenses publiques est consacrée aux mesures collectives de protection, comme la lutte contre les incendies, les ouvrages longitudinaux, les réseaux de drainage urbain et l'infrastructure verte. Beaucoup des interventions les plus importantes pour réduire les risques doivent être gérées à l'échelon des institutions publiques plutôt qu'à celui des foyers : la lutte contre les incendies, la gestion de la charge de combustible, le drainage urbain et les ouvrages de

protection côtiers en sont de bons exemples. Les coûts de la protection publique contre les feux de forêt ont été de 800 millions de dollars à 1,4 milliard par an au cours des 10 dernières années (RNCan, 2020b). Les égouts pluviaux et les usines de traitement des eaux usées seront de plus en plus mis à contribution sous l'effet des changements climatiques, et une multitude d'interventions seront nécessaires, notamment des mesures de réduction du ruissellement et d'extension des réseaux de drainage (Mailhot *et al.*, 2008; Groupe Agéco, 2019). Une analyse des 10 plus grosses municipalités du Québec a estimé que l'investissement supplémentaire dans les égouts pluviaux et dans les usines de traitement des eaux usées requis par les changements climatiques serait de 141 à 349 millions par an au cours des 5 prochaines années (Groupe Agéco, 2019). En Colombie-Britannique, on estime que les coûts d'accroître les mesures de protection contre les inondations le long de la côte du Grand Vancouver et sur un tronçon du Fraser devraient atteindre 9,5 milliards de dollars d'ici à 2100 (Delcan, 2012). Cette étude portait sur les interventions structurales et non structurales s'étendant des digues de protection au repli planifié, en passant par les mesures de contrôle de la construction, et énonçait ce qui était probablement les options préférées pour des tronçons distincts du littoral (Delcan, 2012). À l'échelle macro, le Bureau d'assurance du Canada et la Fédération canadienne des municipalités ont estimé que des dépenses annuelles de 5,3 milliards de dollars étaient nécessaires pour financer l'adaptation et la RRC dans les municipalités canadiennes (BAC et FCM, 2020). L'Initiative des actifs naturels municipaux offre une avenue, en cherchant à exploiter la gestion courante des actifs pour financer la protection des actifs naturels afin de fournir des services municipaux durables, notamment en matière de gestion des eaux de pluie et de protection côtière (MNAI, 2021).

Au-delà de sa responsabilité sur les actifs et l'infrastructure qu'il possède, le gouvernement fédéral joue un rôle clé dans le financement de la prévention et de l'atténuation et dans la motivation à y investir. Le Fonds d'atténuation et d'adaptation en matière de catastrophes d'Infrastructure Canada finance les gros projets de construction d'infrastructure ayant pour but de réduire les impacts des aléas naturels et des événements climatiques extrêmes face aux changements climatiques (INFC, 2019a). Ce programme, qui a commencé en 2018 et s'étendra jusqu'en 2034 est doté d'un budget de 3,4 milliards de dollars (INFC, 2019a, 2020b; GC, 2021c). Il a octroyé 16,5 millions de dollars à l'aéroport d'Inuvik pour l'application de mesures de ralentissement de la fonte du pergélisol autour de la piste, cette fonte graduelle pouvant causer des dommages soudains à l'infrastructure critique et avoir des effets en cascade dus aux graves restrictions d'accès à la communauté (INFC, 2019c). Ce fonds et le Programme national d'atténuation des catastrophes de SP (section 5.1.2) portent sur l'intervention en amont, soit la prévention, l'atténuation et la préparation. Les gouvernements

provinciaux proposent également ce genre de financement. Par exemple, les dépenses d'atténuation des catastrophes sont admissibles au volet Résilience à la COVID-19 pour des projets d'infrastructure du gouvernement de l'Ontario, doté de 1 milliard de dollars (Gouv. de l'Ont., 2020a).

Les gouvernements peuvent également procurer un appui indirect à la résilience aux catastrophes en appliquant une perspective climatique à une vaste gamme de programmes de financement. Infrastructure Canada exige des demandeurs qu'ils réalisent une évaluation complète selon l'Optique des changements climatiques pour bénéficier des fonds du gouvernement du Canada pour des projets de plus de 10 millions de dollars et mentionne le protocole du CVIIP parmi les méthodologies à suivre pour cette évaluation (INFC, 2019b). Cependant, les demandeurs disposent d'une grande latitude dans la conception de l'évaluation et dans le choix du niveau de détail qu'ils fourniront (Li *et al.*, 2019). Cela leur permet de limiter l'exercice à un court document produit en quelques mois et avec peu d'efforts, qui passe ainsi à côté de l'intérêt et des possibilités qu'offre un processus approfondi à plusieurs intervenants qui promeut une compréhension commune des risques climatiques et des stratégies d'adaptation, comme on le retrouve dans le protocole du CVIIP complet (Li *et al.*, 2019). Le gouvernement fédéral agit lui aussi à titre de prêteur et a commencé à tenir compte des risques des changements climatiques dans ses programmes de prêts. Un programme de prêts relatifs à la COVID-19 offrant un financement provisoire aux gros employeurs exige des bénéficiaires qu'ils déclarent les risques climatiques chaque année (PM, 2020).

Les gouvernements peuvent de plus proposer des encouragements aux investissements à l'échelle du foyer. Face aux risques d'incendie, l'administration de Boulder, au Colorado, a mis sur pied le Wildfire Partners pour accompagner les propriétaires dans la réduction des risques, subventionner les investissements dans l'atténuation et améliorer l'assurabilité des maisons (Wildfire Partners, s.d.). La participation de la communauté et l'indication au public du changement de comportement à adopter par des signaux visibles tels que des affichettes de pelouse sont des caractéristiques importantes de ce programme (Boulder County, 2016; Byerly *et al.*, 2020).

En ce qui concerne le choix des domaines où il est le plus urgent que le gouvernement investisse dans la résilience aux catastrophes, Hill et Martinez-Diaz (2020) notent qu'au-delà des rendements agrégés attendus, il y a une importante dimension d'équité à prendre en considération. Il peut également être utile de tenir compte de la baisse du bien-être, car « aider une famille pauvre à ne pas perdre un dollar procure un plus grand avantage sur le plan des difficultés et de la souffrance évitées qu'épargner à une famille riche la perte de la même somme » [traduction libre] (Hill et Martinez-Diaz, 2020).

5.2.2 Expansion de la couverture d'assurance

Les assureurs, les prêteurs et les gouvernements pourraient encourager, voire obliger, une couverture d'assurance étendue, lorsque cela se justifie

Bien que des mesures physiques et sociétales appropriées puissent grandement réduire les risques, un risque résiduel demeure. Des assurances bien pensées sont un bon moyen de partager les risques, ce qui est essentiel pour renforcer la résilience aux catastrophes face aux changements climatiques (Swiss Re, 2016). Lorsque les détenteurs de police connaissent mal leur couverture, leur faire simplement comprendre ses lacunes pourrait les inciter à souscrire une meilleure police. L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) a sondé les États membres et relevé que les gouvernements et le secteur des assurances y avaient lancé une multitude d'initiatives d'éducation et de sensibilisation, mais a noté qu'on ignorait généralement l'efficacité de ces initiatives (OCDE, 2007).

Contrer certains des biais cognitifs qui restreignent actuellement l'usage de l'assurance pourrait aussi stimuler la souscription. Offrir une récompense annuelle quand aucune réclamation n'a été déposée pourrait contrer la tendance des propriétaires à abandonner graduellement leur garantie. Cette récompense peut aider les consommateurs à voir la non-utilisation de l'assurance comme un résultat positif, plutôt que comme la preuve qu'ils n'auraient pas dû souscrire de police à l'origine (Meyer et Kunreuther, 2017). On pourrait offrir la possibilité d'annuler une police d'assurance, plutôt que d'y souscrire; les données probantes montrent que les gens sont moins enclins à se retirer d'un régime qu'à y adhérer (Meyer et Kunreuther, 2017). Les contrats d'assurance pluriannuels pourraient réduire la probabilité que les individus abandonnent leur garantie et motiver les assureurs à vérifier que les structures sont adéquatement construites et entretenues (Kunreuther, 2015). Inclure des produits d'assurance dans les prêts hypothécaires est une autre façon d'encourager un plus grand recours à l'assurance (Holzheu et Turner, 2018).

Obliger diverses formes d'assurance contre les catastrophes comme condition de prêt hypothécaire pourrait aussi assurer une certaine forme de protection (Meyer et Kunreuther, 2017). Une recherche effectuée au lendemain de l'ouragan Harvey a constaté que les propriétaires possédant une police d'assurance-inondation étaient moins enclins à retarder ou à manquer un paiement hypothécaire que ceux sans assurance (Kousky *et al.*, 2020). Au Canada, les prêteurs hypothécaires exigent déjà une assurance habitation (BAC, 2020a); du point de vue du comité d'experts, ajuster ces exigences pour assurer une protection adéquate contre les aléas climatiques se justifie de plus en plus face aux risques de catastrophe croissants.

L'assurance peut aussi être contrainte pour d'autres raisons, comme minimiser l'antisélection, garantir la viabilité financière et améliorer l'équité par la subvention croisée, mais ces initiatives peuvent aller à l'encontre de la signalisation fondée sur le risque (A.M. Best Company Inc., 2016). Les décideurs sont pris entre deux feux, le besoin de s'attaquer au réel défi de l'abordabilité pouvant nuire à l'objectif de réduire l'exposition (Meyer et Kunreuther, 2017). Des chèques en fonction des ressources qui aideraient à supporter les coûts de l'assurance-inondation, financés à partir de l'assiette fiscale générale, sont un moyen prometteur de régler la question de l'équité sans nuire aux signaux de prix du programme d'assurance (Kousky et Kunreuther, 2014). Financer l'atténuation des aléas par des subventions ou des prêts peut aussi grandement améliorer la résilience (Kousky et Kunreuther, 2014).

Des produits d'assurances nouveaux et non traditionnels peuvent aider à combler les insuffisances actuelles de couverture

Les changements climatiques peuvent accroître certains risques de catastrophe au point où les assureurs privés ne soient plus disposés à offrir de protection (PRA, 2015). Lloyds (2014) a constaté que les dommages causés par l'onde de tempête de l'ouragan Sandy avaient été 30 % plus coûteux qu'ils l'auraient été sans la hausse de 20 cm du niveau de la mer que le Lower Manhattan avait subi précédemment. Plus généralement, les principes d'assurabilité peuvent être sapés pour certains risques découlant d'aléas naturels liés au climat. L'incertitude, les pertes corrélées entre les multiples détenteurs de police et types d'assurance, l'antisélection, l'adhésion limitée et les aléas moraux pourraient réduire la volonté des assureurs privés d'offrir une telle garantie sans participation publique (Golnaraghi *et al.*, 2016). La garantie pourrait être proposée par le biais de partenariats public-privé dans le cas où le secteur privé juge le risque trop important ou si des critères d'abordabilité rendent l'intervention du privé seul impossible (encadré 5.1). De tels partenariats ont déjà été établis pour la gestion des risques d'inondation dans de nombreux États. En fait, le Canada est un cas particulier parmi un grand nombre d'économies qui offrent une certaine forme d'assurance-inondation nationalisée (p. ex. le Royaume-Uni, la France ou l'Espagne) (A.M. Best Company Inc., 2016). Un examen des régimes contre les catastrophes naturelles établis en Europe a relevé les éléments de succès suivants : système d'assurance mature, collaboration du secteur des assurances gouvernementales, complémentarité avec les offres du secteur privé, mesures de contrôle pour limiter l'antisélection et viabilité financière (A.M. Best Company Inc., 2016). Une innovation notable dans le régime Flood Re du Royaume-Uni est le fait qu'il soit limité dans le temps, puisqu'il a été pensé pour soutenir une transition sur 25 ans (Flood Re, 2018). Le gouvernement

fédéral étudie actuellement des possibilités de programme d'assurance-inondation nationale (PM, 2019a; SP, 2020b).

Encadré 5.1 Gérer l'abordabilité de l'assurance-inondation

Encourager un plus large recours à l'assurance-inondation est un moyen de minimiser les dépenses publiques d'aide et de rétablissement après une catastrophe. Cependant, il est difficile de gérer l'abordabilité de l'assurance-inondation dans les zones à haut risque et cela nécessite généralement la participation des secteurs public et privé. Les régimes d'assurance-inondation recèlent un conflit fondamental entre abordabilité et efficience (BAC, 2019). Si le prix de la garantie est trop élevé, les propriétaires s'en détournent parce qu'ils ne veulent pas ou ne peuvent pas souscrire de police. Cependant, s'il est artificiellement baissé au moyen de subventions ou de la réglementation gouvernementales, il n'est plus proportionnel au risque et aux pertes prévues. Il n'incite alors pas complètement à la réduction des risques adéquate et met en péril la viabilité de la garantie (BAC, 2019). Plusieurs approches différentes ont été suivies selon le pays pour gérer ce dilemme, par exemple regrouper l'assurance-inondation avec l'assurance habitation (Lamond et Penning-Rowsell, 2014; OCDE, 2016b). Ce procédé empêche les propriétaires de se désister et permet aux assureurs d'offrir une protection à un coût plus faible grâce au regroupement des risques.

Dans les pays dans lesquels l'assurance-inondation est facultative, toutefois, la gestion de l'abordabilité demande une approche différente. Aux États-Unis, par exemple, cette garantie optionnelle peut-être acquise avec l'aide du National Flood Insurance Program (NFIP), soutenu par le gouvernement, dans les collectivités participantes (Kunreuther, 2015). Cependant, les primes recueillies par le biais de ce programme n'ont jamais été suffisantes pour couvrir les coûts des pertes assurées, ce qui fait que le programme est de plus en plus endetté. Une nouvelle loi adoptée en 2012 aurait exigé des primes correspondant mieux aux risques sous-jacents. Cependant, elle s'est heurtée à une forte résistance de la part des propriétaires, qui prétendaient que les hausses de prix proposées étaient injustifiées et inabordables. Face à cette

(Continue)

(a continué)

opposition généralisée, une autre loi adoptée en 2014 est revenue sur les changements, obligeant à la place l'établissement d'un nouveau cadre d'abordabilité pour le programme (Kunreuther, 2015). Sans stratégie efficace de gestion de l'abordabilité, l'opposition de la population peut nuire aux tentatives pour arriver à une couverture d'assurance plus vaste avec des primes qui reflètent exactement le risque sous-jacent. Une innovation utile du NFIP est le Community Rating System (système de cotation communautaire), qui encourage et récompense les investissements municipaux dans la gestion des inondations au moyen de rabais sur les primes d'assurance (FEMA, 2021b). En 2021, la U.S. Federal Emergency Management Agency a introduit une nouvelle approche de la cotation des risques pensée pour améliorer l'équité en traduisant mieux les risques réels d'inondation et les coûts de reconstruction, car avec l'approche précédente, les propriétaires de maison de faible valeur payaient plus en proportion de leurs risques que les possesseurs de résidence de grande valeur (FEMA, 2021a).

Les polices d'assurance paramétrique, selon desquelles les prestations sont versées en fonction de seuils, tels qu'un volume donné de précipitations, permettent de motiver des investissements dans la prévention et ont également comme avantage d'être plus faciles à administrer que les polices standard offrant des indemnités selon les pertes constatées (Bräuninger *et al.*, 2011). Par exemple, une police pourrait préciser un seuil de vitesse de vent qui déclencherait le versement d'une prestation prédéterminée pour un ouragan, quels que soient les dommages réellement subis (Swiss Re, 2020). Les obligations catastrophes pourraient également améliorer la résilience en transférant les risques du secteur public aux marchés financiers (Kovacs *et al.*, 2021).

5.2.3 Mieux reconstruire lors du rétablissement

Améliorer la connaissance de la valeur des investissements dans la résilience à l'avenir pourrait encourager l'adoption

Mieux reconstruire est souligné comme l'occasion de tirer le meilleur parti des efforts de rétablissement après une catastrophe pour réduire les risques futurs (MREM, 2017). Pour le comité d'experts, l'expression *mieux reconstruire* doit être comprise comme une incitation à bâtir différemment face aux changements climatiques. Bien que les données économiques des investissements dans l'adaptation soient difficiles à évaluer, généralement, le coût de construction d'une structure conçue dès le départ pour le climat à venir est moindre que celui

de la modernisation de structures existantes (UNISDR, 2011; Carlson *et al.*, 2021; Kovacs *et al.*, 2021). En ce qui concerne l'infrastructure, mieux reconstruire signifie concevoir de façon à supporter les transformations climatiques prévues qui modifieront les conditions de l'environnement de fonctionnement d'un actif durant sa durée de vie utile prévue (Swiss Re et GIF, 2021). Cependant, il peut être difficile d'opérationnaliser cette approche en raison des contraintes des processus des marchés publics qui favorisent le plus bas soumissionnaire (AAPPQ, 2018; TPSGC, 2020).

Les programmes de financement public pourraient être modifiés pour permettre de mieux reconstruire

Les Accords d'aide financière en cas de catastrophe permettent d'investir dans les mesures d'atténuation durant les réparations et la reconstruction en remboursant jusqu'à 15 % du coût estimatif pour ramener une installation dans son état original (SP, 2007). Toutefois, les provinces et territoires ont déposé très peu de demandes de financement de mesures d'atténuation (SP, 2017a), ce qui porte à croire qu'un effort supplémentaire est requis pour inciter l'adoption de cet élément du programme. À l'avenir, le gouvernement fédéral a l'intention d'élaborer un plan facilitant la réinstallation des propriétaires vivant dans les secteurs les plus exposés aux risques d'inondation et a pour cela mis sur pied un groupe de travail chargé d'examiner les options (PM, 2019a; SP, 2020b).

Ce processus est déjà en cours aux États-Unis, où l'Army Corps of Engineers exige la réinstallation pour l'attribution de fonds fédéraux de protection contre les inondations dans certaines situations (Flavelle, 2020). Cette exigence découle du constat selon lequel payer pour la réinstallation est parfois moins coûteux que maintenir en bon état des ouvrages de protection contre les inondations (Flavelle, 2020). Le U.S. Department of Housing and Urban Development offre plusieurs milliards de dollars de financement pour l'atténuation des catastrophes, notamment par le rachat de propriétés (HUD, 2019, 2021).

5.3 Capacités

5.3.1 Modélisation des catastrophes

Les modèles de catastrophe sont apparus dans le secteur des assurances dans les années 1980 afin d'améliorer la connaissance des risques de pertes de grande ampleur imprévisibles (Golnaraghi *et al.*, 2018). Ces modèles sont construits à partir des renseignements sur les aléas, l'exposition, la vulnérabilité et la quantification monétaire des pertes, et pourraient donner une meilleure idée des risques de catastrophe grâce à l'intégration des projections climatiques. À mesure qu'ils établiront des liens plus étroits avec les modèles climatiques mondiaux les

plus avancés, ils deviendront un puissant outil d'atténuation et de transfert des risques. Golnaraghi *et al.* (2018) voient également dans les modèles de catastrophe un moyen de suivre les recommandations du TCFD de mieux intégrer les risques climatiques dans les décisions d'investissement. Ces modèles pourraient aussi mieux renseigner sur les interdépendances mal connues et sur les effets en cascade des aléas, ainsi que sur les possibilités de défaillance de l'infrastructure critique. Parmi les progrès susceptibles d'accroître la fiabilité et les retombées des modèles de catastrophe, citons l'amélioration de l'interopérabilité et de la normalisation, les formats à accès ouvert, l'amélioration de l'évaluation des modèles et de la gestion de l'incertitude et un plus grand soin porté aux besoins en ressources (Golnaraghi *et al.*, 2018).

5.3.2 Architecture des choix

Des biais cognitifs peuvent entraver les efforts de renforcement de la résilience (section 2.3.2). Étant donné que les décisions dépendent en partie de la manière dont les choix sont présentés, Thaler et Sunstein (2008) ont proposé le concept d'architecture des choix, soit « l'organisation du contexte dans lequel les gens prennent des décisions » [traduction libre]. Ce concept peut être utilisé pour motiver les investissements dans la résilience aux catastrophes aux échelons individuel et institutionnel. Dans leur étude sur l'économie comportementale et les risques de catastrophe, Meyer et Kunreuther (2017) remarquent le vaste éventail de biais qui se combinent pour créer « les conditions parfaites pour des erreurs de décision », mais notent que peu d'interventions politiques semblent être pensées pour ces biais. Les auteurs demandent aux décideurs d'effectuer des audits des risques comportementaux pour déterminer les biais pertinents, comment ils influent sur les croyances, comment ces croyances peuvent elles-mêmes se manifester dans les comportements et les correctifs politiques possibles. Par exemple, inclure l'assurance-inondation dans un programme d'assurance habitation par défaut permettrait de tenir compte du rôle que l'inertie (c.-à-d. la tendance à revenir au statu quo) joue dans le façonnement des décisions (Meyer et Kunreuther, 2017). La capacité pour ce genre d'initiative s'accroît (OCDE, 2017b) et l'intérêt du secteur public pour l'architecture des choix découle des travaux de la Behavioural Insights Team, au Royaume-Uni, et cet intérêt s'est répandu dans de nombreux autres pays (OCDE, 2017b). Le gouvernement du Canada a fondé le Centre d'innovation en 2015 et d'autres initiatives semblables ont été lancées à l'échelle provinciale par des groupes tels que le Behavioural Insights Group, en Colombie-Britannique, et la Behavioural Insights Unit, en Ontario (IOG, 2018; Gouv. de l'Ont., 2020b; Gouv. de la C.-B., s.d.-a).

5.3.3 Communication de l'information financière

Le Groupe d'experts sur la finance durable constate de multiples obstacles à la mise en œuvre des recommandations du TCFD au Canada se rapportant notamment « au coût et à la capacité d'adoption du cadre par les petits émetteurs [et] au manque de soutien au chapitre des connaissances dans l'écosystème professionnel » (GC, 2019c). Les Autorités canadiennes en valeurs mobilières (ACVM) ont commencé à formuler des conseils sur la communication de l'information financière, proposant des questions dont les conseils d'administration et les directions peuvent se servir pour préparer cette communication et des indications pour déterminer l'importance relative (CSA, 2019). Cette amélioration découle en partie de l'examen que les ACVM ont fait de la communication faite par un échantillon de 78 entreprises inscrites à la bourse de Toronto, qui a révélé que l'information était insuffisante et incomparable d'une entreprise à l'autre (CSA, 2019). Le TCFD a également élaboré un guide sur l'intégration des risques climatiques dans les actuels processus de gestion des risques, ainsi que des conseils et des exemples d'inclusion de ces risques dans l'information financière (TCFD, 2020). L'analyse fondée sur les scénarios constitue un précieux outil pour étudier les possibles conséquences financières des catastrophes face aux changements climatiques (Bolton *et al.*, 2020).

5.4 Principales occasions d'intégration

Les polices d'assurance, les programmes de financement et les choix d'investissement peuvent contribuer à la réussite de l'intégration de la RRC et de l'adaptation. Les critères d'admissibilité à l'assurance et les obligations de protection peuvent encourager les détenteurs de police à prendre des mesures pour atténuer les risques de catastrophe et assurer une plus grande stabilité financière lorsque les catastrophes se produisent, ce qui pourrait devenir de plus en plus bénéfique dans un climat changeant. Donner une optique climatique aux programmes de financement de l'infrastructure peut favoriser la construction d'une infrastructure plus résiliente aux conditions météorologiques extrêmes de demain. Les programmes d'aide gouvernementale qui incitent les bénéficiaires à reconstruire de façon et dans des endroits plus résilients peuvent réduire les montants qu'ils ont à verser dans le futur. En fin de compte, reconnaître l'intérêt des investissements dans l'atténuation et effectuer les dépenses plus en amont aidera à minimiser les pertes face aux changements climatiques.

6

Opérationnalisation de l'intégration de la RRC et de l'adaptation

6.1 Former des coalitions efficaces pour améliorer la résilience aux catastrophes

6.2 Action forcée pour améliorer la résilience aux catastrophes

6.3 Principales occasions d'opérationnaliser l'intégration

Constatations du chapitre

- Suivre une approche collaborative pansociétale pour le processus décisionnel permet de disposer de la perspective à long terme nécessaire pour améliorer la RRC face aux changements climatiques. De plus, les approches pansociétales permettent d'atteindre des résultats politiques légitimes et durables. Ce style de gouvernance collaborative et participative facilite l'intégration de l'adaptation de la RRC afin d'améliorer la résilience aux catastrophes pour tout le monde.
- Les administrations locales et les communautés autochtones sont les mieux placées pour déterminer les vulnérabilités locales et pour mettre en place les mesures les plus adaptées afin de réaliser l'intégration de la RRC et de l'adaptation aux changements climatiques. Toutefois, les gouvernements d'ordre plus élevé offrent un soutien crucial en apportant les connaissances et le financement et en assurant la coordination régionale et le renforcement de la capacité locale.
- Admettre la capacité des communautés autochtones et l'autonomie gouvernementale qui l'accompagne réduit les conflits intergouvernementaux et accroît la résilience des communautés face aux aléas naturels.
- La seule façon de parvenir à une focalisation suffisante et répandue sur la prévention et l'atténuation des catastrophes est de la rendre obligatoire par les gouvernements. Exiger le respect de codes et de normes qui incluent l'adaptation aux changements climatiques est une étape importante pour réduire la vulnérabilité de l'environnement bâti aux futurs aléas.

Les actions requises pour améliorer la résilience aux catastrophes face aux changements climatiques sont bien connues (chapitre 3), tout comme le rôle déterminant de l'information, du financement et de l'assurance (chapitres 4 et 5). Mais au bout du compte, le leadership, la clarté des rôles et la reddition des comptes sont nécessaires pour parvenir à l'intégration des pratiques de RRC et d'adaptation. Ces responsabilités doivent être attribuées à des organes possédant la capacité adéquate de les assumer.

Améliorer la résilience aux catastrophes face aux changements climatiques exige l'engagement à tous les niveaux de la société : individus, secteur privé et gouvernements de tous les ordres. Le comité d'experts constate qu'un processus décisionnel descendant seul n'est pas adéquat pour cette amélioration. Aucun

« Aucun groupe ne possède les moyens financiers, les connaissances ou l'autorité nécessaires pour centraliser la coordination du changement. »

groupe ne possède les moyens financiers, les connaissances ou l'autorité nécessaires pour centraliser la coordination du changement. La figure 6.1 présente les groupes recensés dans ce rapport qui travaillent à la RRC et à l'adaptation. Cette carte conceptuelle met en lumière le volume, l'étendue et l'échelle d'intervention de ces acteurs, qui sont également reliés à la santé, au développement économique, à la gestion de l'environnement, à la sécurité et à d'autres volets de la résilience. Il n'y a pas de limites claires — ou même souhaitables — à tracer autour de cet ensemble diversifié d'intervenants; pour réaliser des progrès, il sera essentiel d'affronter les inévitables défis de gouvernance et de coordination qu'impose un paysage aussi complexe. Ce chapitre explique comment les approches pansociétales peuvent jouer un grand rôle dans la RRC et dans l'adaptation et offrir des stratégies pour motiver l'action et assurer la reddition de comptes.

6.1 Former des coalitions efficaces pour améliorer la résilience aux catastrophes

Cette section passe en revue les diverses façons dont des coalitions efficaces peuvent améliorer la résilience aux catastrophes. Cela inclut les approches pansociétales, l'autonomie gouvernementale autochtone, le leadership local et la collaboration inter et intraorganisationnelle.

6.1.1 Approches pansociétales

La planification de la prévention, de l'atténuation, de la préparation et du rétablissement bénéficie de la contribution de toute la société

La complexité intrinsèque et les effets étendus de la RRC et de l'adaptation nécessitent une méthode souple et diversifiée de gestion des risques dans un climat changeant. Selon l'expérience du comité d'experts, établir un processus décisionnel d'injonction et de contrôle extrêmement structuré peut être efficace pour diminuer la confusion et garantir une intervention rapide en cas d'urgence. Cependant, étant donné que les activités d'adaptation s'effectuent sur le long terme — tout comme la prévention, l'atténuation, la préparation et le rétablissement dans la RRC —, elles se prêtent à un style décisionnel collaboratif et participatif. Les approches pansociétales favorisent la participation de nombreuses parties prenantes dans les processus décisionnels afin d'atteindre un mélange équilibré et représentatif d'individus et de groupes (Hewitt *et al.*, 2017).

Intégrer un éventail diversifié de perspectives et faire en sorte que les interactions s'effectuent dans le respect et que l'opinion de chacun est entendue et valorisée est essentiel pour une telle approche (Hewitt *et al.*, 2017). En fait, « une collaboration inclusive, transparente et qui rassemble diverses perspectives, de la planification initiale à la mise en œuvre de l'adaptation, améliore les résultats pour tout le monde » [traduction libre] (Brown *et al.*, 2021).

Comme l'illustre la figure 6.1, la RRC et l'adaptation font appel à une large gamme de parties prenantes : individus; propriétaires et locataires; gouvernements; communautés et organisations autochtones; organismes d'intervention d'urgence; et professionnels, tels que les urbanistes, les promoteurs, les constructeurs, les ingénieurs, les universitaires et les acteurs immobiliers. Mais les ONG, les organisations philanthropiques et le secteur privé jouent également un important rôle dans la réduction des risques et dans l'adaptation (Delica-Willison *et al.*, 2017). Par exemple, le Fonds mondial pour la nature et l'assureur RSA Canada ont conclu un partenariat pour collaborer avec les communautés locales afin de planifier l'adaptation et bâtir une infrastructure naturelle tout en réétablissant le fonctionnement de l'écosystème dans le bassin hydrographique de la rivière Saint-Jean (RSA Canada, 2021).

L'importance de rassembler toute la société pour renforcer la résilience aux catastrophes est bien connue et a été soulignée comme un élément de la prise de décision concernant la résilience de l'infrastructure, le développement durable, l'adaptation et la RRC (UNISDR, 2015; UNCCS, 2017; GC, 2019b; Brown *et al.*, 2021; IISD, 2021). Les ODD (objectifs 11 et 16) mentionnent la planification et la prise de décision participatives et inclusives et le cadre de Sendai examine aussi explicitement l'inclusion de multiples parties prenantes dans les stratégies de réduction des risques, tout en attirant l'attention sur l'importance de la réglementation et de la coordination par les ordres de gouvernement supérieurs (ONU, 2015; UNISDR, 2015). Emboîtant le pas à la communauté internationale, les gouvernement fédéral, provinciaux et territoriaux ont admis l'importance d'adopter une approche pansociétale et de mettre l'accent sur la résilience pour la réussite de la RRC (UNISDR, 2015; MREM, 2017). Cette démarche vise à promouvoir les efforts de RRC collaboratifs, inclusifs et accessibles, et accorde une attention particulière aux groupes touchés de façon disproportionnée par les catastrophes (UNISDR, 2015).

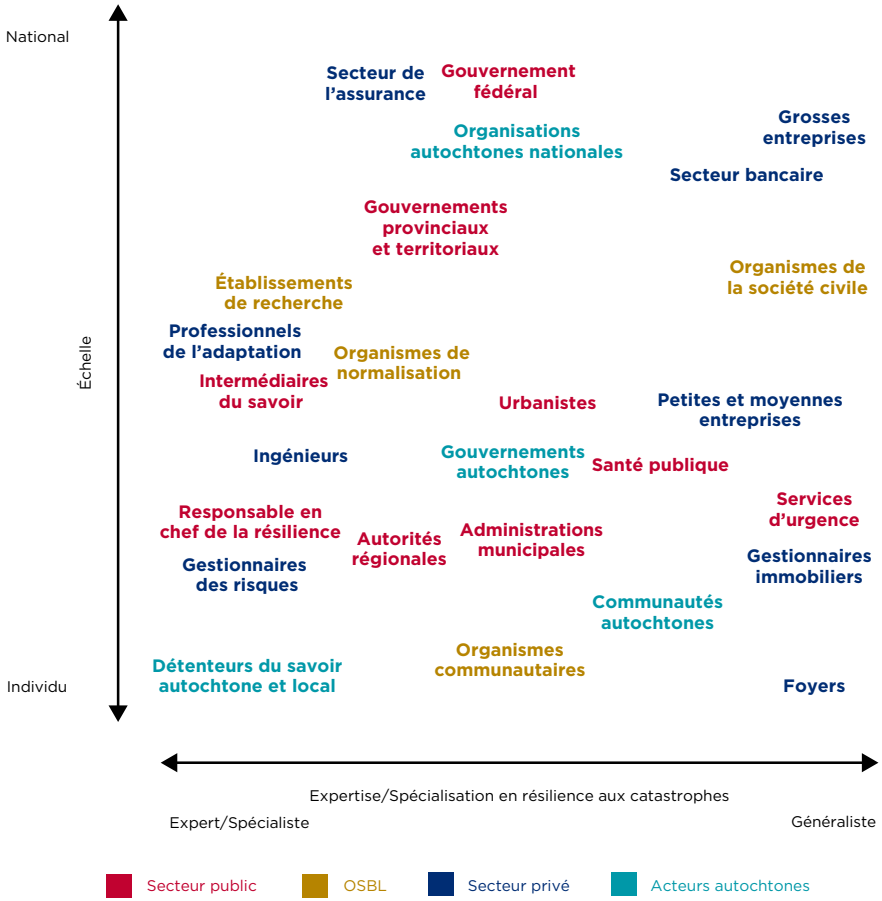


Figure 6.1 Les différents intervenants de la RRC et de l'adaptation aux changements climatiques

La RRC et l'adaptation font appel à de nombreux acteurs, qui interviennent à diverses échelles et possèdent divers niveaux d'expertise. Ces intervenants proviennent des secteurs public et privé et des ONG et ont tous un rôle à jouer dans le renforcement de résilience aux catastrophes. Même si une multitude d'intervenants sont représentés sur cette figure, celle-ci n'est pas exhaustive; de plus, il peut y avoir un recouvrement entre divers acteurs pour certains groupes.

S'il peut être délicat de bâtir des partenariats inclusifs, cela produit des résultats plus durables et plus largement acceptés

L'inclusion de multiples parties prenantes dans le processus décisionnel comporte son lot de difficultés. Les processus inclusifs et participatifs prennent souvent plus de temps que les approches descendantes (Hewitt *et al.*, 2017) et la définition des problèmes, la mise au point des critères de réussite et le rapprochement des divers points de vue et intérêts peuvent constituer de considérables défis pour les processus collaboratifs (Waardenburg *et al.*, 2020). De plus, l'abandon de la gouvernance centralisée peut poser d'importants problèmes de reddition de comptes (Koliba *et al.*, 2011). Quand de nombreux acteurs participent la prise de décision, il devient plus complexe de déterminer qui est responsable et devant qui (Bryson *et al.*, 2006).

Malgré ces inconvénients, les décisions prises selon une démarche pansociétale sont rentables parce qu'elles aboutissent à une plus grande acceptation et à une légitimité accrue, tout en procurant des options politiques plus durables (Hewitt *et al.*, 2017; Worte, 2017). Parce qu'elles aident à élaborer et à mettre en œuvre des plans et des politiques, les parties prenantes ont un sentiment accru de responsabilité dans les décisions (Worte, 2017). De plus, la gouvernance pansociétale donne l'occasion d'inclure les points de vue des groupes touchés de façon disproportionnée par les catastrophes et offre un meilleur moyen de représenter leurs intérêts (UNISDR, 2015; Gaskin *et al.*, 2017; Craig *et al.*, 2019). Par exemple, certaines populations, telles que les personnes souffrant de handicap, les personnes âgées et les immigrés, sont plus vulnérables aux vagues de chaleur; pour que les politiques d'adaptation soient équitables, il faut que ces personnes et les autres groupes vulnérables contribuent à la prise de décision (Ville de Montréal, 2015; Santé Montréal, 2019; Spannagel, 2021). À l'échelle du projet, le succès peut être atteint grâce à la collaboration locale, à la participation des urbanistes et des promoteurs et au renforcement des capacités (Taylor et Birkland, 2019).

On retrouve des exemples de méthodes de gouvernance pansociétale au Canada et à l'étranger. En vertu de la loi, Emergency Management Victoria (Australie) a pour mandat de concevoir et de superviser les activités de gestion des urgences de façon à répondre aux besoins des collectivités (EMV, 2018). L'organisme s'éloigne des systèmes d'injonction et de contrôle au profit d'un modèle plus global qui met l'accent sur les liens avec la collectivité et les capacités de celle-ci. Au cœur de cette approche se trouve la reconnaissance que la résilience requiert que les mesures d'adaptation soient établies avant qu'une urgence survienne (EMV, 2017, 2018). L'intense collaboration communautaire s'est traduite par un processus de gouvernance inclusif qui cherche à intégrer autant les processus descendants que les processus ascendants (EMV, 2018). À Rotterdam, aux Pays-Bas, l'érection d'une

digue de régulation des inondations a fait appel à une vaste consultation des citoyens tout au long de la planification et de la construction, ainsi qu'à des partenariats entre l'administration municipale, le promoteur du projet et une ONG afin de faciliter la communication (Mees et Driessen, 2019). Ce partenariat a abouti à la création d'un parc au sommet de la digue, à la conception duquel les citoyens ont considérablement participé (Mees et Driessen, 2019). En Saskatchewan, des groupes de gestion des bassins hydrographiques servent de forum permettant à plusieurs parties prenantes d'étudier les inquiétudes et de créer en collaboration des solutions sur mesure selon l'endroit (Sauchyn *et al.*, 2020). Ces groupes réunissent les administrations municipales, les industries locales et les ONG concernées par les questions environnementales dans une région ou un bassin hydrographique donné, qui participent toutes à la mise sur pied de plans d'action concernant la qualité de l'eau, les sécheresses et les inondations (Sauchyn *et al.*, 2020).

Bien qu'ils soient largement perçus à la fois comme utiles et réalisables sur le plan politique pour l'amélioration de la résilience, les instruments pansociétaux tels que la mobilisation et l'inclusion des parties prenantes sont encore sous-utilisés (Henstra et Thistlethwaite, 2017). Les municipalités ont cité le manque de capacités et de ressources adéquates pour se lancer de manière appropriée dans un processus chronophage de mobilisation, ainsi que le faible intérêt chez les parties prenantes pour les activités de sensibilisation (Henstra *et al.*, 2020). Dans ces situations, les incitations gouvernementales fédérales, provinciales et territoriales peuvent faciliter la participation des parties prenantes. Dans le cas du parc aménagé au-dessus de la digue à Rotterdam, le gouvernement national a accepté de subventionner le projet si la municipalité et les promoteurs mobilisaient les citoyens dans l'entreprise (Mees et Driessen, 2019). Les organisations-frontières et les ONG peuvent également aider à déterminer et à réunir les parties prenantes pertinentes (Bednar *et al.*, 2019).

La sensibilisation de la population aux risques et sa mobilisation peut aider les individus et les communautés à prendre des mesures contribuant à la résilience

La sensibilisation de la population et sa mobilisation au sujet des risques peuvent aider tous les acteurs de la société à prendre des mesures contribuant à la résilience (MREM, 2017). Les individus et les collectivités peuvent faire d'importants progrès pour réduire leurs risques personnels et ceux de leur propriété et ainsi, réduire la vulnérabilité de l'ensemble des collectivités. Il est possible de mettre sur pied des groupes de quartier et des groupes communautaires afin de sensibiliser aux risques locaux et à la vulnérabilité aux aléas climatiques. Par exemple, CREW, un organisme de Toronto, a été formé en réaction aux événements climatiques extrêmes de 2013 et regroupe un réseau de

bénévoles provenant de nombreuses communautés. Son objectif est d'optimiser les ressources et de fournir des renseignements, des modèles et des trousses à outils sur la résilience pour aider les communautés à se préparer à de tels événements (CREW, s.d.-b). Il a mis sur pied un programme de création d'équipes de bénévoles qui fournissent de l'aide en cas d'urgence et organisent des ateliers, la cartographie des actifs et des séances de formation dans le but de bâtir une capacité locale de leadership et d'améliorer la résilience (CREW, s.d.-a). Aux États-Unis, le programme Community Emergency Response Team recrute et forme des bénévoles aux éléments de base de la préparation aux catastrophes et de l'intervention (Ready, 2021). Outre son travail durant les urgences, l'organisme aide à renforcer la capacité communautaire à répondre aux catastrophes, à resserrer les liens locaux et à améliorer le bien-être (Flint et Stevenson, 2010). Les municipalités peuvent appuyer ces initiatives en fournissant des conseils et du financement; le Resilient Neighbourhoods Program de Vancouver a octroyé de petites bourses et conçu une trousse à outils visant à guider les organisations communautaires dans la création d'équipes de résilience de quartier, et à évaluer la résilience de la collectivité et à la préparer en vue de catastrophes (Ville de Vancouver, s.d.-c).

Des activités de sensibilisation et les réunions sont également des instruments permettant aux communautés de se faire entendre des décideurs. La Northwest Territories Association of Communities a organisé un forum sur les changements climatiques destiné à de multiples parties prenantes, qui a réuni 166 participants de tout le territoire qui représentaient 25 des 33 collectivités (FCM, 2021). En plus des communautés autochtones, ce forum a réuni les gouvernements territorial et fédéral, des ONG, des experts techniques, des chercheurs, des organismes de financement et des organismes catalyseurs qui soutiennent le développement communautaire. Il a permis aux collectivités de discuter directement avec plusieurs ordres de gouvernement et de partager les tout derniers renseignements sur les changements climatiques avec les chercheurs. Ces discussions ont abouti à une stratégie et un plan d'action sur les changements climatiques, ainsi qu'à plusieurs nouveaux projets et outils de communication qui auraient pu être hors de portée de nombreuses collectivités disposant d'un personnel et de ressources limitées pour travailler à l'adaptation (FCM, 2021).

Un autre exemple tangible de participation communautaire fructueuse vient de Seattle (Kelman, 2020). Après avoir subi un gros séisme en 1949, la ville a commencé à développer une culture de préparation — en 1971, elle a commencé à offrir des cours gratuits de réanimation cardiorespiratoire, ce qui s'est traduit par des vies sauvées grâce à l'intervention rapide de passants. En 1997, la ville s'est jointe à Project Impact, une initiative fédérale de mobilisation des résidents et des entreprises dans la préparation aux aléas. Ce programme finançait des activités

dirigées localement pour réduire la vulnérabilité et servait à inciter les propriétaires à apporter des modifications à leur maison en vue d'un tremblement de terre et à mettre à niveau l'infrastructure publique. En encourageant les partenariats public-privé et en transférant la responsabilité à l'échelon local, cette initiative a été un élément majeur de la résilience des habitants et de l'environnement bâti de Seattle durant le tremblement de terre de 2001 (Kelman, 2020).

6.1.2 Autonomie gouvernementale autochtone

Promouvoir l'autonomie gouvernementale autochtone réduit les conflits de compétences et améliore la résilience communautaire aux aléas naturels

Les conflits de compétences et la confusion peuvent compliquer la RRC dans les communautés autochtones (section 2.1.2) et une mise en œuvre des réponses aux catastrophes qui ne tient pas compte de l'autodétermination peut conduire à des traumatismes et à la marginalisation chez les groupes autochtones (Yumagulova *et al.*, 2019). Ces phénomènes ont accru la vulnérabilité et la confusion pendant et après une catastrophe (Verhaeghe *et al.*, 2019). Les incendies de 2017 en Colombie-Britannique ont été dévastateurs pour de nombreuses collectivités des Premières Nations (Abbott et Chapman, 2018). Dans le cas de la Nation Tsilhqot'in, 760 000 hectares de territoire ont été rasés par le feu et 3 de ses 6 communautés ont été détruites (Stacey, 2019). Cet exemple particulier illustre le potentiel de confusion et de conflit en ce qui concerne les compétences légales durant une intervention face à un incendie (Stacey, 2019; Verhaeghe *et al.*, 2019). Par exemple, la communauté Tl'etinqox avait élaboré un plan d'urgence complet qui tenait compte de sa structure de gouvernance traditionnelle, à cause de plusieurs évacuations inappropriées sur le plan culturel qu'elle avait subies (Verhaeghe *et al.*, 2019). Quand le feu a frappé, s'appuyant sur son protocole d'urgence, elle a décidé de ne pas évacuer (Verhaeghe *et al.*, 2019). Or, même si les ordres d'évacuation obligatoires provinciaux ne s'appliquent pas aux réserves, les autorités gouvernementales ont menacé la communauté de lui retirer ses enfants si elle n'obtempérait pas (Stacey, 2019; Verhaeghe *et al.*, 2019).

Pour éviter que des situations telles que celle-ci ne se répètent et pour réduire la vulnérabilité aux futurs aléas, il faut reconnaître les systèmes juridiques autochtones (Stacey, 2019). La Nation Tsilhqot'in a créé un précédent dans ce domaine : en 2014, les tribunaux canadiens ont reconnu pour la première fois le titre autochtone et ont identifié la Nation comme la titulaire légitime de la terre en vertu de la loi canadienne (Cour Suprême du Canada, 2014). De leur côté, les organisations autochtones nationales du Canada travaillent à la promotion de l'autodétermination pour l'amélioration de la résilience :

- L'Assemblée des Premières Nations élabore actuellement une stratégie en cas d'urgence pour les Premières Nations, qui tient compte du fait que la prévention des risques de catastrophe et la résilience ont besoin du leadership et de la culture autochtones (APN, 2017);
- L'Inuit Tapiriit Kanatami a conçu une stratégie de lutte contre les changements climatiques qui reconnaît les droits et la contribution des Inuits dans l'action climatique dans le nord et qui fournit des indications explicites sur la façon dont les partenaires peuvent collaborer à l'intérieur des structures de gouvernance existantes (ITK, 2019);
- Le Ralliement national des Métis cherche à conclure des ententes d'autonomie gouvernementale pour accroître son autodétermination et recherche des partenariats et du financement garantissant la participation des communautés métisses à la gestion des urgences et à la lutte contre les changements climatiques (MNC, 2019, 2021).

Les initiatives, les cadres et les programmes de recherche de ce type démontrent le rôle crucial que ces organisations jouent dans le soutien au leadership autochtone local et dans le renforcement de la capacité de résilience.

L'importance d'appuyer l'autodétermination des groupes autochtones ne peut être surestimée. Comme le décrivent Yumagulova *et al.* (2021), « renforcer la résilience dans les communautés autochtones face aux changements climatiques revient fondamentalement à créer des possibilités d'autodétermination et d'autosuffisance » [traduction libre]. Par exemple, l'appui à des organisations communautaires coordonnées et dirigées par les peuples autochtones peut favoriser un rétablissement respectueux de la culture et faire en sorte que les besoins des plus vulnérables sont satisfaits. Des organisations telles que le Dancing Deer Disaster Recovery Centre, administré par la Nation Siksika, a offert des services aux membres des Premières Nations déplacés à la suite des énormes inondations de 2013, dans le but de maintenir leur bien-être physique, mental et social (Yellow Old Woman-Munro *et al.*, 2021).

Pour créer des partenariats constructifs et inclusifs, il est nécessaire d'intégrer la participation autochtone et de la soutenir dès le début des processus décisionnels, y compris de ceux concernant la résilience aux catastrophes

Les démarches descendantes d'adaptation et de RRC échouent souvent parce qu'elles ne tiennent pas compte des besoins locaux et ignorent les possibilités d'intégration des ressources et des capacités autochtones (Delica-Willison *et al.*, 2017; Abbott et Chapman, 2018; Verhaeghe *et al.*, 2019). Par exemple, les feux de forêt ont entraîné de fréquentes évacuations, qui ont elles-mêmes causé des perturbations sociales, la fragmentation de la collectivité, des inquiétudes concernant la santé physique et mentale et des difficultés économiques (Sankey, 2018). Les personnes interrogées dans le cadre du rapport sur la prévention des incendies et la gestion des urgences dans les communautés autochtones publié en 2018 par la Chambre des Communes souligne que les répercussions sociales et culturelles d'une évacuation peuvent être bien plus graves que les conséquences de l'urgence elle-même, surtout si le soutien est inadéquat (Chambre des Communes, 2018). Les groupes autochtones connaissent leurs propres besoins et sont les mieux placés pour coordonner et diriger les interventions locales lors des catastrophes (Chambre des Communes, 2018). Murphy *et al.* (2017) fournissent l'exemple suivant d'initiative qui est parvenue à atténuer certains des effets négatifs :

> *La Première Nation Tobique, au Nouveau-Brunswick, a mis sur pied le réseau Wampum Critical Incident Stress Management (CISM, gestion du stress en cas d'incident critique Wampum), un réseau à présent partagé par plusieurs communautés malécites. Le réseau a été pensé par un Ancien, survivant des pensionnats autochtones, qui s'est aperçu que des besoins en santé mentale n'étaient pas satisfaits durant et après une crise, comme un suicide ou une catastrophe. Tous les individus sont formés aux protocoles du CISM, qui sont adaptés aux modes de connaissances autochtones. Par exemple, quand un incident se produit, une cérémonie de purification par la fumée ou une autre cérémonie peut* être organisée. Il est aussi possible d'allumer un feu sacré, autour duquel les gens se rassemblent et au*quel les membres de l'équipe participent sous forme de présence compatissante. Comme le réseau comporte désormais plusieurs équipes, celles-ci peuvent être invitées à intervenir lorsqu'une autre équipe est en crise. Ce fonctionnement est crucial pour les communautés frappées, dont les membres du réseau peuvent également être touchés par l'incident. [Traduction libre]*

Les plans de RRC communautaires s'appuient sur le SAL et sur les capacités et permettent de bien définir le rôle des acteurs externes afin qu'il soit approprié et complémentaire. Il est nécessaire que la communication, la formation, l'éducation et les activités d'établissement de relations soient respectueuses et soient permanentes, et pas seulement durant la saison des catastrophes (Verhaeghe *et al.*, 2019). Il a été suggéré qu'effectuer des exercices sur table annuels pour divers scénarios d'intervention face à une catastrophe avec tous les intervenants de la collectivité et des services d'urgence améliorerait la communication et permettait de vérifier la viabilité des plans (Abbott et Chapman, 2018). Une des façons d'y parvenir est de conclure de nouvelles ententes de RRC ou d'aide mutuelle. Par exemple, en 2018, la Nation Tsilhqot'in, le gouvernement fédéral et le gouvernement de la Colombie-Britannique ont conclu une entente de gestion collaborative des urgences visant à bâtir des partenariats efficaces et à éviter une répétition des événements de 2017 (Tsilhqot'in National Government *et al.*, 2018). La Nation a ensuite formulé un ensemble de recommandations afin de « faire des peuples autochtones de véritables partenaires, experts et autorités gouvernementales de la gestion des urgences » [traduction libre] (Verhaeghe *et al.*, 2019). Il ne s'agit toutefois que d'une première étape, car des ententes détaillées propres à chaque communauté devront être négociées afin de convenir des rôles et des responsabilités concernant tous les volets de la RRC (Verhaeghe *et al.*, 2019).

Les plans de RRC et d'adaptation élaborés au sein des communautés par des résidents de confiance ont tendance à être mieux acceptés et plus généralement mis en œuvre. Christianson *et al.* (2014) ont constaté qu'à l'établissement métis de Peavine, en Alberta, le plan d'atténuation des feux de forêt avait été bien accepté parce qu'il tenait compte des valeurs culturelles. Ce plan avait été conçu par un coordinateur de la foresterie membre de la communauté, qui avait veillé à inclure des éléments concernant les Anciens et les secteurs récréatifs, afin de refléter les valeurs locales et d'obtenir un vaste soutien de la collectivité (Christianson *et al.*, 2014). La création de plans favorise un sentiment de responsabilité et d'autonomie et peut susciter le soutien de la communauté tout en réduisant les risques (Clark, 2017). Bien que la majeure partie du travail accompli concerne la préparation et les interventions face aux aléas, les mêmes stratégies peuvent aussi être appliquées à la prévention, à l'atténuation et au rétablissement. Les communautés à qui on donne les moyens de décider par elles-mêmes peuvent également prendre des mesures pour prévenir les catastrophes, comme c'est le cas avec la gestion autochtone des incendies (section 3.1).

6.1.3 Leadership local

De nombreux risques sont mieux gérés à l'échelon local et communautaire, mais les municipalités ne possèdent généralement pas l'autorité et les ressources pour agir

Les répercussions des aléas naturels se manifestent le plus souvent à l'échelle locale, soit celle de la collectivité, du quartier ou de la municipalité. Généralement, ce sont les fonctionnaires locaux qui connaissent le mieux les problèmes touchant leur groupe, ils sont donc en mesure d'évaluer le potentiel des diverses solutions pour les résoudre (Juillet, 2013).

Si les collectivités et les municipalités sont les mieux placées pour connaître et évaluer leurs propres risques et vulnérabilité, elles n'ont souvent pas le mandat, les ressources et la volonté politique pour mettre en application les changements (Brown *et al.*, 2021). L'étendue des pouvoirs des autorités municipales dépend de ce que leur accorde le gouvernement provincial ou territorial (Juillet, 2013). Par exemple, les villes qui disposent de plaines inondables désignées notent que la désignation repose sur des normes établies à l'échelle provinciale et que les changements qu'elles proposent doivent tout d'abord être adoptés par la législature provinciale (Feltmate et Moudrak, 2021). De plus, bien qu'elles soient au premier plan de l'intervention face aux catastrophes, les municipalités disposent d'un pouvoir fiscal faible comparé aux autres ordres de gouvernement. Leur forte dépendance aux taxes foncières (puisqu'elles ne bénéficient pas de taxes à la consommation ou de l'impôt sur le revenu) les incite à favoriser la construction (Henstra, 2013). Les conseils municipaux, qui détiennent la plus grande responsabilité en matière de restriction d'utilisation du sol, peuvent contourner leurs propres règlements et approuver la reconstruction ou de nouveaux lotissements dans des secteurs reconnus comme propices aux aléas (Feltmate et Moudrak, 2016; Keller et McClearn, 2020). Elles subissent également la pression de groupes influents, comme les associations de propriétaires, les lobbyistes et les promoteurs immobiliers, qui s'opposent à des mesures telles que la réglementation de la construction et la place accrue des processus naturels quand elles interfèrent avec leurs plans (Bogdan *et al.*, 2020). Une étude s'appuyant sur un sondage sur les initiatives d'adaptation autour de la baie de Fundy, en Nouvelle-Écosse, a révélé que « les limites de temps et d'expertise du personnel, des budgets serrés et le manque de pouvoirs législatifs » nuisaient à la lutte contre la vulnérabilité face aux changements climatiques (Shauffler, 2014). Les difficultés sont encore plus importantes pour les petites municipalités qui manquent des mêmes ressources que de plus grandes villes (Raikes et McBean, 2017).

Les ordres de gouvernement supérieurs peuvent faciliter les progrès locaux en offrant des ressources et une orientation coordonnée

Les ordres du gouvernement supérieurs peuvent aider les administrations locales à bâtir leur capacité d'adaptation en leur procurant un appui social, technique et financier (Rutledge, 2017; UNCCS, 2017; Albright, 2019). De nombreuses municipalités n'ont pas la capacité de produire des cartes des risques d'inondation de grande qualité adaptées à la prise de décision locale; il a donc été suggéré que les ordres de gouvernement plus élevés les aident en leur fournissant des renseignements actualisés sur ces risques (Stevens et Hanschka, 2014). En Nouvelle-Écosse, le gouvernement provincial a obligé les municipalités souhaitant obtenir des fonds pour des projets d'infrastructure à élaborer des plans d'adaptation (Vogel *et al.*, 2020). Les municipalités ont bénéficié d'une assistance sous forme d'un soutien au renforcement des capacités sous forme d'ateliers, de webinaires et de projets de recherche participative sur l'adaptation, ainsi que d'un guide contenant des renseignements scientifiques de base servant de point de départ pour les plans avant qu'ils soient adaptés (Vogel *et al.*, 2020). Ce soutien a été jugé crucial pour le succès de l'initiative et à ce jour, 75 % des mesures d'adaptation côtière recensées dans ce programme ont été achevées ou sont en cours d'achèvement (Righter, 2021).

La coordination et l'exécution des mesures de réduction des risques de défaillance de l'infrastructure régionale sont un autre rôle important des ordres de gouvernement supérieurs. Les grands centres urbains comme Vancouver dépendent d'un système d'infrastructure complexe; par conséquent, lors d'une catastrophe majeure, des secteurs critiques, tels que la production électrique, l'approvisionnement en eau et les soins de santé, peuvent subir des défaillances en cascade (Chang *et al.*, 2019a).

Aux Pays-Bas, l'initiative Room for the River constitue un autre exemple d'intervention des gouvernements centraux. Le programme a été lancé en 2006 afin de créer plus d'espace autour des rivières quand le volume d'eau amont qui s'y jette est plus grand que ce qu'on avait calculé (Rijke *et al.*, 2012). Ce projet a utilisé une toute nouvelle combinaison de structures de gouvernance, qui incluait un soutien centralisé et une prise de décision décentralisée (Rijke *et al.*, 2012). Le gouvernement national a établi un bureau de programme central qui assurait le soutien aux équipes de projets régionales et effectuait le suivi des progrès (Zevenbergena *et al.*, 2015). Par exemple, ce bureau agissait comme une base de connaissances d'experts dans laquelle les équipes de projet régionales pouvaient puiser lorsqu'elles avaient besoin d'une expertise particulière; si les conseils recherchés n'étaient pas disponibles, le bureau leur expliquait où les trouver (Rijke *et al.*, 2012). Le bureau de programme fournissait également des guides et des

manuels sur les problèmes courants, ce qui permettait d'économiser temps et efforts (p. ex. pour effectuer des évaluations des risques ou pour la disposition des câbles souterrains). Enfin, lorsqu'une politique ou la législation freinait l'avancement du projet, le bureau de programme pouvait réunir les décideurs et les législateurs nationaux pour qu'ils modifient ou changent la loi. Le système permettait aux bureaux régionaux et locaux de conserver le contrôle de la conception, de la planification et de la mise en œuvre des modifications de la rivière tout en bénéficiant de l'aide du gouvernement national (Rijke *et al.*, 2012).

Le comité d'experts pense que le Canada a besoin d'un mélange d'approches de gouvernance pour améliorer la résilience face aux futures catastrophes et aux changements climatiques. Si le leadership local est essentiel pour créer et mettre en application des mesures de RRC et d'adaptation appropriées, les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux jouent également un rôle crucial en fournissant une orientation politique générale, en assurant la cohésion régionale et en mettant en application une législation incitant les administrations locales à réaliser des progrès en matière de résilience (Oulahen *et al.*, 2018). Cette combinaison de démarches de gouvernance a été maintes fois mentionnée dans divers rapports du GIEC comme étant nécessaire pour intégrer l'adaptation dans une gestion durable de la terre et des côtes, en particulier en raison « des avantages d'une gouvernance centralisée (p. ex. coordination, stabilité et conformité) combinés à ceux d'une structure plus horizontale (p. ex. flexibilité, autonomie décisionnelle locale, participation de multiples parties prenantes et gestion conjointe) » [traduction libre] (Hurlbert *et al.*, 2019). L'importance de la prise de décision locale est reconnue par le cadre de Sendai, qui insiste sur la nécessité de donner aux autorités locales et aux collectivités les outils pour s'attaquer à leurs propres risques grâce à des ressources et à la réglementation (UNISDR, 2015).

6.1.4 Réduire les silos

Les organisations et les partenariats intervenant à l'échelle régionale offrent des possibilités de partage des ressources et de planification régionale coordonnée

Les aléas naturels ne se limitent pas aux frontières politiques, ils les franchissent fréquemment pour s'étendre à des régions plus vastes que celles contrôlées par une même entité politique (Albright, 2019). Les États doivent donc être prêts à collaborer et à communiquer de façon efficace avec leurs voisins et avec les autres ordres de gouvernement. Par exemple, les feux de forêt étendus peuvent rapidement déborder le personnel dans les communautés autochtones et dépasser l'équipement et les fournitures de gestion des urgences dont ils disposent, ce qui

rend cruciale la collaboration avec les collectivités voisines sur la planification et la préparation (Intelli-feu Canada, 2020).

Cette collaboration peut prendre la forme d'ententes d'aide et de services mutuels, en vertu desquelles, par exemple, les communautés autochtones peuvent partager les besoins en ressources et les services. Ces ententes peuvent également faire appel aux municipalités voisines, aux organismes d'intervention d'urgence et même aux entreprises privées (Murphy *et al.*, 2017). Elles encouragent une méthode ascendante de gouvernance et de planification lorsque les régions peuvent collectivement organiser les ressources. Elles comprennent aussi parfois des demandes conjointes de mise à niveau de l'infrastructure critique, la lutte contre les risques d'inondation et de feu régionaux, la formation conjointe, le partage des coûts d'embauche d'un coordonnateur régional de gestion des urgences, la coordination des plans d'évacuation et d'éducation et la planification de la reconstruction et de la réparation coopératives (Murphy *et al.*, 2017).

Le système unique d'offices de protection de la nature de l'Ontario a été cité comme un moyen efficace de gérer les risques d'inondation pour un bassin hydrographique complet (résumé par Shrubsole *et al.* (2003)). Les offices de protection de la nature sont habilités à dresser des cartes des inondations et à limiter la construction dans les secteurs à haut risque; de plus, ils ont réussi à faciliter un repli à grande échelle après l'ouragan Hazel (Henstra et Thistlethwaite, 2017; Kelman, 2020). Ils sont un exemple d'approche pansociétale, qui permet la collaboration d'une variété de parties prenantes et favorise les discussions et la résolution de problème entre les gouvernements et les autres intervenants (Mitchell *et al.*, 2014). Leur réussite a été attribuée au fait qu'ils disposent « d'un mandat collectif comportant des objectifs mesurables, de rôles et de responsabilités définis pour tous les participants, de la capacité d'obtenir des ressources financières et humaines et de l'aptitude à influer sur les initiatives portant sur la sécurité hydrique » [traduction libre] (Pentland et Wood (2013), cités dans Mitchell *et al.* (2014)). Ce système a été récompensé à l'étranger, deux offices de protection de la nature (Grand River et Simcoe Lake Region) ayant reçu le prix Thiess International Riverprize (Mitchell *et al.*, 2014; IRF, 2021a, 2021b).

Autre exemple d'organisme régional, l'Okanagan Basin Water Board a été fondé par l'Assemblée législative de la Colombie-Britannique en 1970 pour résoudre les problèmes d'eau critiques à l'échelon du bassin hydrographique (OBWB, 2021a). Les problèmes sont analysés conjointement par trois entités régionales : l'Okanagan Nation Alliance (composé de huit communautés des Premières Nations), la Water Supply Association of B.C. et l'Okanagan Water Stewardship Council (un groupe d'acteurs qui fournit des conseils indépendants fondés sur la science au sujet des questions relatives à l'eau) (OBWB, 2021a). L'Okanagan Basin Water Board soutient de nombreux projets, comme la cartographie des plaines

inondables, la modélisation hydrologique, l'analyse des politiques et des outils de planification concernant les inondations et la surveillance des eaux souterraines (OBWB, 2021b).

North Shore Emergency Management, à Vancouver, suit une approche régionale coordonnée pour créer un plan d'adaptation complet en cas de hausse du niveau de la mer (KWL, 2020). Cet organisme est principalement voué à la cartographie des inondations et à l'évaluation des risques et son objectif global est de « favoriser la connaissance des risques posés par la hausse du niveau de la mer sur la rive Nord, d'établir un ensemble coordonné de champs d'action pour gérer les risques et, en fin de compte, renforcer la capacité d'adaptation et la résilience à la hausse du niveau de la mer dans les trois municipalités de la rive Nord, dans la Nation Squamish et à l'administration portuaire » [traduction libre] (KWL, 2020). Un autre exemple de partenariats régionaux réussis en Colombie-Britannique est le Fraser Basin Council, qui élabore la Lower Mainland Flood Management Strategy (Stratégie de gestion des inondations du Lower Mainland) (FBC, s.d.). Cette stratégie est une initiative de collaboration entre les gouvernements fédéral et provinciaux, les administrations locales du Lower Mainland, les Premières Nations, des ONG et le secteur privé (FBC, s.d.). La nature collaborative de la Stratégie de gestion des inondations du Lower Mainland permet aux participants de joindre leurs efforts pour échanger des renseignements, combler les lacunes de connaissances, établir un consensus sur les stratégies de gestion des inondations et partager les coûts (FBC, s.d.).

Les partenariats régionaux préalables permettent d'économiser temps et efforts en servant d'organes de gouvernance des nouvelles initiatives de RRC adaptées aux changements climatiques. Les districts d'irrigation des provinces des Prairies en sont un bon exemple : mis sur pied à l'origine pour gérer l'eau locale aux fins d'irrigation, ils contribuent aujourd'hui aux scénarios participatifs de préparation aux sécheresses et aux périodes d'humidité excessive (Sauchyn *et al.*, 2020). On a suggéré d'étoffer le mandat d'organismes tels que le Prairie Provinces Water Board pour qu'il inclue la coordination d'une démarche régionale de gestion des risques d'inondations qui respecte la vision politique générale du gouvernement fédéral (Morrison *et al.*, 2018).

Les individus et les groupes voués à la résilience peuvent abattre les cloisons institutionnelles et stimuler l'action en faveur de la résilience à l'échelon local et régional

Actuellement, les rôles et les responsabilités pour certains volets de l'adaptation et de la RRC ne sont pas clairs, que ce soit au sein des ordres de gouvernement ou entre eux, et des vides ou des chevauchements de compétences sont possibles. Par exemple, une étude réalisée par Morrison *et al.* (2018) sur les provinces des Prairies a constaté que la gestion globale des risques d'inondation incluait des champs politiques relevant de plusieurs ministères. L'absence de stratégie de coordination ou d'acteurs particulièrement responsables de la gestion des risques d'inondation a donné lieu à des politiques incompatibles et à une difficulté à aller au-delà des mesures de préparation et d'intervention standard (Morrison *et al.*, 2018). Cette étude a interrogé des intervenants des trois ordres de gouvernement, ainsi que des universitaires, des représentants d'ONG et d'autres parties prenantes. Elle a révélé qu'aucun ordre de gouvernement n'était précisément responsable de la coordination (Morrison *et al.*, 2018). Une autre étude portant sur la gouvernance multiniveau de l'adaptation en Colombie-Britannique a abouti à des conclusions semblables, et à la également noté que dans la province, « aucun ministère n'a le mandat d'assurer le leadership et la coordination, ce qui crée une ambiguïté quant à qui est responsable et à comment coordonner la prise de décision » [traduction libre] (Oulahen *et al.*, 2018).

Il est possible de surmonter ces écueils grâce à la nomination de personnes ou à la création de bureaux ayant pour tâche de diriger les efforts de résilience dans toute une ville ou toute une région. Les responsables en chef de la résilience, par exemple, peuvent unifier les capacités en établissant des liens entre les gouvernements, le milieu universitaire et les professionnels et en développant une langue commune au sujet de la résilience qui peut être comprise par toutes les parties concernées (Hill et Martinez-Diaz, 2020). Le poste de responsable en chef de la résilience a été créé et était financé à l'origine par 100 Resilient Cities, une initiative de la Fondation Rockefeller; il est actuellement soutenu par le Resilient Cities Network (RCN, 2021). Il a pour but de coordonner les efforts de résilience d'une ville et de faciliter la collaboration entre les services internes ainsi qu'avec les communautés et autres parties prenantes (Berkowitz, 2014). Le Resilient Cities Network regroupe 97 des anciens participants au programme des 100 villes résilientes, sur lesquels 83 ont officiellement créé un poste de responsable en chef de la résilience. En 2018, 40 villes avaient publié une stratégie de résilience à la suite de cette initiative, et nombre d'entre elles l'avaient mise en œuvre (Martin-Moreau et Ménascé, 2018). D'autres villes ont créé des services complets chargés de la planification de la résilience, comme Montréal avec le Bureau de la transition écologique et de la résilience (Cloutier *et al.*, 2020). Ce bureau s'occupe de la mise

en œuvre de la stratégie de résilience de la ville et travaille avec d'autres unités opérationnelles à la réalisation de progrès en matière de réduction des émissions de GES, de capital social, de carboneutralité, d'adaptation et de protection de l'environnement naturel (Cloutier *et al.*, 2020).

Les stratégies de résilience ne portent pas seulement sur l'adaptation et la RRC, elles admettent également souvent l'équité comme élément clé d'un futur résilient. Durant l'élaboration de la stratégie de résilience de Toronto, les consultations publiques ont souligné que « des éléments tels que le manque de logements abordables et stables, le manque de fiabilité du transport en commun, les craintes concernant la sécurité dans la ville et pour sa vie et la discrimination en matière d'emploi » [traduction libre] nuisaient à la capacité de résilience des citoyens (Ville de Toronto, 2019). Des mesures comme l'offre de logements abordables aux populations marginalisées et mal desservies réduisent la vulnérabilité et l'exposition aux aléas et aident à améliorer la résilience de ces populations. De plus, des logements conçus pour supporter les diverses conditions que devraient créer les changements climatiques protégeront mieux les citoyens qui en ont le plus besoin (RNPN *et al.*, 2021).

« Les stratégies de résilience ne portent pas seulement sur l'adaptation et la RRC, elles admettent également souvent l'équité comme élément clé d'un futur résilient. »

L'inclusion de spécialistes de l'aménagement dans les efforts de RRC peut favoriser la réflexion à long terme et créer un espace explicite d'intégration de l'adaptation

Les spécialistes de l'aménagement et des transports, les designers et les ingénieurs ont un rôle important à jouer dans la transition des gouvernements et des acteurs de la RRC vers la préparation et l'atténuation (Marten *et al.*, 2019; Schwab, 2019). La croissance démographique, la hausse de la demande d'espace et la transformation des aléas contribuent à la nécessité de penser à long terme, pas seulement en ce qui concerne la façon dont le climat changera, mais également sur l'évolution des conditions sociales (Chang *et al.*, 2019b). Les spécialistes de l'aménagement peuvent notablement contribuer aux discussions et aux décisions relatives à l'atténuation des aléas et procurer une expertise que ne possèdent généralement pas les professionnels de la RRC (Schwab, 2019). Certaines municipalités, comme Baltimore et New York, ont déjà commencé à reconnaître les liens entre les décisions d'aménagement et la RRC. La conception du plan intégré d'adaptation climatique et d'atténuation des aléas locaux de Baltimore a largement fait appel aux urbanistes et aux planificateurs communautaires, qui ont collaboré avec les professionnels de la gestion des urgences et avec les spécialistes

du développement durable (Ville de Baltimore, 2018). La planification de la résilience au lendemain du passage de l'ouragan Sandy à New York City tient compte du fait que la reconstruction et la construction des quartiers doivent suivre les tendances locales d'aménagement, en particulier en ce qui concerne la densité prévue (NYCDCP, 2020). Certains quartiers sont capables de respecter la densité prévue grâce à une modernisation résiliente aux changements climatiques, alors que des secteurs à haut risque peuvent devoir limiter leur densité par le zonage et le rachat afin de réduire l'exposition à la future hausse du niveau de la mer (NYCDCP, 2020).

6.2 Action forcée pour améliorer la résilience aux catastrophes

Les gouvernements peuvent obliger à accorder la priorité à la prévention et à l'atténuation au niveau individuel, organisationnel et municipal au moyen de la législation et de la réglementation

La législation sur la gestion des urgences au niveau provincial et territorial porte presque exclusivement sur la préparation et l'intervention, au détriment des autres phases (OAGO, 2017; Lindsay, 2018). Pour le comité d'experts, cela nuit à l'inclusion de nombreuses mesures d'adaptation, qui ont souvent une forte influence sur les initiatives de prévention, d'atténuation et de rétablissement.

Dans la majorité des cas, les officiels locaux qui détiennent les pouvoirs et les responsabilités en matière de préparation et d'intervention possèdent également les outils légaux nécessaires pour améliorer la prévention, comme le zonage et la réglementation de la construction (Lindsay, 2018). Cependant, les municipalités n'ont souvent pas les incitations ou les ressources adéquates pour concilier ses activités. En plus du soutien financier (section 5.2.1) et de l'accès aux renseignements appropriés (section 4.2.5), les administrations municipales peuvent utiliser la législation provinciale pertinente pour obliger l'inclusion des outils de prévention et d'atténuation, en grande partie par l'aménagement du territoire (Lindsay, 2018). Des exemples de façons dont la législation pourrait être mise en œuvre sont présentés ci-dessous :

- Au Québec, la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme* exige des municipalités qu'elles conçoivent des plans qui répertorient les zones dans lesquelles des restrictions de l'utilisation des terres sont nécessaires pour la sécurité du public. Ces plans doivent être régulièrement mis à jour et déposés auprès des autorités régionales et provinciales (Gouv. du Qc, 1979). Elle stipule également que les municipalités doivent ensuite établir des mesures de contrôle appropriées pour atténuer les aléas. Les municipalités qui ne se plient pas à ces dispositions — par exemple, si elles ont permis en toute connaissance de cause

une construction non restreinte sur des terrains à risque — peuvent alors voir leur demande d'aide financière après une catastrophe rejetée (Gouv. du Qc, 2021). Une telle loi constitue un puissant instrument pour inciter aux mesures d'atténuation (Lindsay, 2018).

- Lorsqu'elle sera adoptée, la *Coastal Protection Act* de la Nouvelle-Écosse protégera les milieux naturels et limitera la construction et le développement dans les zones propices à la hausse du niveau de la mer et aux inondations côtières (Gouv. de la N.-É., 2019b). Elle prévoit notamment la création de zones de protection côtière, l'établissement de nouvelles restrictions de la construction sur la côte et la mise en place de retraits pour les permis de construire municipaux (Gouv. de la N.-É., 2021). Pour établir cette loi, le gouvernement de la Nouvelle-Écosse a consulté les municipalités, les groupes d'intérêts des Premières Nations, les propriétaires et d'autres parties prenantes, comme les associations professionnelles, les ONG, les organisations touristiques, les pêcheries et les associations agricoles (Gouv. de la N.-É., 2019a).
- La Colombie-Britannique a entrepris la modernisation de sa loi sur la gestion des urgences (qui devrait être introduite en 2022). On s'attend à ce qu'elle tienne compte des priorités des initiatives mondiales telles que le cadre de Sendai et la Déclaration des droits des peuples autochtones des Nations Unies, ainsi que des leçons retenues de la COVID-19 et des expériences des inondations et des feux de forêt de 2017 et 2018 (Gouv. de la C.-B., 2021). Fait notable, la loi traitera des quatre phases de la gestion des urgences et des consultations avec vaste éventail de parties prenantes sont en cours (Gouv. de la C.-B., 2021).

Une autre solution consiste à élaborer des plans d'adaptation et de résilience explicitement axés sur la mise en œuvre (et non exclusivement sur la planification) (Brown *et al.*, 2021). De plus, l'intégration de l'optique des changements climatiques dans toute décision politique pertinente (Lempert *et al.*, 2018) gagne énormément en popularité dans le milieu de l'adaptation (Field *et al.*, 2014). Elle permet une adaptation proactive, car les changements climatiques sont pris en compte dans les décisions courantes (Field *et al.*, 2014). Vancouver et Surrey ont toutes deux inclus l'intégration de l'optique des changements climatiques dans leurs politiques, avec l'aide d'un personnel chargé de diriger la coordination interservices (Oulahen *et al.*, 2018). Il existe également d'autres méthodes d'action contraignante pour améliorer la résilience aux catastrophes, comme l'assurance obligatoire et les nouveaux types d'assurance (section 5.2.2).

Exiger le respect de codes et de normes qui incluent l'adaptation aux changements climatiques est une étape importante pour réduire la vulnérabilité de l'environnement bâti

Les sections 3.3.1 et 4.2.5 examinent l'importance de la prise en compte des changements climatiques dans l'élaboration et la mise à jour des codes et des normes sur les structures physiques. Bien qu'on ait réalisé des progrès dans la création de ces normes, pour qu'elles réalisent tout leur potentiel, elles doivent être invoquées dans les lois et les règlements. Par exemple, le Code national de la plomberie du Canada exige la pose dans chaque nouvelle maison d'un clapet antiretour dans les égouts pluviaux et sanitaires (NRC, 2015; Feltmate et Moudrak, 2021). Cependant, comme le respect de ce code est volontaire (comme pour les autres codes nationaux, p. ex. le Code national du bâtiment), ce sont les gouvernements provinciaux et territoriaux qui décident en fin de compte des éléments du code à intégrer sur leur territoire (Arsenault, 2019). Dans certaines provinces, les clapets antiretour sont seulement facultatifs, et la décision finale revient alors à la municipalité, par voie de règlement (Feltmate et Moudrak, 2021). L'exigence et la mise en application de codes à l'échelon municipal sont importantes pour améliorer la résilience des résidences individuelles et des structures. Cependant, une mise en application stricte par le biais d'inspections, de pénalités et de poursuites en cas d'infraction demande d'importantes ressources, ce qui conduit les gouvernements à choisir d'autres outils pour promouvoir la conformité, comme des recommandations, des lignes directrices et des meilleures pratiques (Quigley *et al.*, 2017). Le comité d'experts pense que, même si cela peut être moins attrayant sur le plan politique, exercer ses pouvoirs réglementaires afin d'atteindre une RRC accrue peut être nécessaire pour améliorer la résilience.

La plupart des normes de conception ne tiennent pas encore compte des impacts des changements climatiques, bien que cela commence à changer (INFC, 2019d). Rendre obligatoires des codes exigeant une meilleure prise en considération de ces impacts et des catastrophes est un formidable moyen de rendre les édifices résilients, bien que leur adoption puisse également être encouragée au moyen d'incitations financières (section 5.2.1). En Colombie-Britannique, le ministère des Transports et de l'Infrastructure exige que les répercussions des changements climatiques soient incluses dans la conception de l'infrastructure de transport et offre des conseils appropriés à cette fin (BCMOTI, 2019). Dans un exemple municipal, Vancouver a exigé en 2014 que les niveaux de construction minimum contre les inondations soient relevés d'un mètre pour tenir compte de la hausse du niveau de la mer prévue d'ici à 2100 (Ville de Vancouver, 2014).

Les municipalités ont également un rôle à jouer dans l'établissement de normes et de règlements visant à améliorer la résilience des structures. Les gouvernements

provinciaux et territoriaux « confient aux agents municipaux la responsabilité de délivrer les permis de construire, d'inspecter la conception et la construction des nouveaux bâtiments ou leur modification et d'assurer la conformité avec le code du bâtiment provincial et les règlements municipaux » [traduction libre] (Kovacs, 2010). Toronto a utilisé avec succès des règlements pour réduire les impacts des changements climatiques sur son infrastructure physique (section 3.1). Les règlements peuvent également être appliqués au retrait et au zonage, comme dans le cas du règlement sur la plaine inondable de Mill Creek à Kelowna, en Colombie-Britannique. Ce règlement traite de l'emplacement, de la conception et de la construction des bâtiments dans la plaine inondable et stipule une distance de retrait et une élévation au-dessus du sol minimales pour les bâtiments (Ville de Kelowna, 2010).

Rendre les institutions responsables des progrès en matière de résilience aux catastrophes favorisera une attention et un effort soutenus

En anglais, les catastrophes liées aux aléas naturels sont appelées *Acts of God*, soit des situations que personne ne pouvait empêcher. La nature est alors vue comme la fautive, et la réaction la plus courante est de demander une compensation aux gouvernements ou aux assureurs, puis de reconstruire (Lavell et Maskrey, 2014). Le fait qu'on se concentre de plus en plus sur les changements climatiques à l'échelle mondiale accentue cette façon de voir; les changements climatiques sont blâmés pour les impacts des aléas, ce qui fait oublier la vulnérabilité préalable découlant de décisions qui ont à l'origine mis les gens en danger (Kelman *et al.*, 2017). On réagit de façon complètement différente pour ce qu'on considère comme des « catastrophes d'origine humaine », comme les accidents de transport, pour lesquelles la population exige à hauts cris qu'on lui rende compte (Quigley *et al.*, 2017). Dans le cas de catastrophes telles que les inondations et les incendies, les gouvernements sont souvent loués pour leur préparation et leur intervention, sans tenir compte des lacunes en matière de mesures de prévention et d'atténuation grâce auxquelles on aurait pu éviter la catastrophe en question (Quigley *et al.*, 2017). Les décideurs ne sont alors pas adéquatement tenus responsables des mesures qui ont conduit à l'exposition et à la vulnérabilité des populations et de l'infrastructure (Kelman, 2020). Par exemple, après les dommages subis par Fort McMurray en 2016, on a autorisé la reconstruction dans l'effluent de crue, même si la zone n'était pas admissible à l'assurance-inondation (Bogdan *et al.*, 2020). Lorsqu'en 2020, un embâcle a de nouveau causé une vaste inondation, le fait d'avoir catégorisé cet événement comme une catastrophe naturelle a absous le gouvernement de sa négligence alors qu'il n'a pas restreint la construction ou accru les mesures d'atténuation des inondations (Bogdan *et al.*, 2020).

Certaines poursuites devant les tribunaux commencent à tenir les décideurs responsables, arguant que les dommages subis découlent de la négligence concernant l'infrastructure et d'une planification déficiente. Des recours collectifs à Mississauga et Thunder Bay, en Ontario, ont blâmé les autorités municipales pour l'inondation de propriétés résidentielles (Clay, 2012; CBC News, 2013). Le même genre de poursuite a été intenté à Laval et à Sainte-Marthe-sur-le-Lac, au Québec (Bogdan *et al.*, 2020; Giroux, 2020). La menace d'actions en justice peut inciter les décideurs à réduire préventivement les risques et à promouvoir la résilience (Hill et Martinez-Diaz, 2020).

Une autre façon d'accroître la reddition de comptes est d'effectuer des audits publics, qui peuvent fournir aux parties prenantes externes des renseignements sur les actions des gouvernements et des décideurs (Quigley *et al.*, 2017). Contrairement aux catastrophes d'origine humaine, la plupart des catastrophes pour lesquelles on accuse les aléas naturels ne font pas l'objet d'audits, et lorsqu'elles le font, l'audit porte souvent uniquement sur les interventions d'urgence et leurs résultats sont souvent très positifs. Encourager des audits indépendants comprenant l'étude des décisions politiques qui ont contribué à l'exposition et à la vulnérabilité aiderait à améliorer la reddition de comptes (Quigley *et al.*, 2017).

Une des raisons de la difficulté à tenir les institutions responsables des décisions qui ont contribué à accroître l'exposition est l'absence de suivi des activités de prévention et d'atténuation, adaptation comprise. Après avoir évalué les documents disponibles et effectué des entrevues avec des praticiens de l'adaptation en Ontario et au Manitoba, Bednar *et al.* (2019) ont constaté qu'aucune des deux provinces n'était passée aux phases de suivi et d'évaluation de l'adaptation. Il est donc difficile de mesurer l'efficacité des efforts actuels ou de déterminer si des progrès ont été réalisés. Dans certaines situations, les rapports renseignent uniquement sur les activités réalisées, pas sur les résultats (Sauchyn *et al.*, 2020). Par exemple, le Manitoba produit des rapports sur les risques des changements climatiques et sur les mesures d'adaptation, mais n'examine pas l'efficacité de ces mesures en ce qui concerne la réduction ou l'atténuation des risques (AGM, 2017). Au niveau fédéral, SP ne rend pas publiquement compte des activités relatives à la prévention; il se concentre exclusivement sur l'intervention d'urgence et sur la préparation (SP, 2020a). Pour le comité d'experts, institutionnaliser le suivi est une bonne stratégie pour améliorer la résilience par une meilleure reddition de comptes. Un groupe d'experts indépendants a d'ailleurs conseillé le gouvernement fédéral sur un ensemble d'indicateurs d'adaptation et de résilience qui pourraient servir à évaluer les progrès dans les cinq domaines de l'adaptation répertoriés dans le Cadre pancanadien (ECCC, 2018b). Bon nombre de ces indicateurs s'appliquent à la RRC — p. ex. l'indicateur 19, « Pourcentage ou

nombre de collectivités dotées de politiques, de règlements et d'autres outils réglementaires régissant le développement et le réaménagement selon le concept "reconstruire en mieux" dans les zones à risque de dangers climatiques, qui sont culturellement adaptés et qui intègrent les systèmes de connaissances autochtones, le cas échéant. » et l'indicateur 29, « Nombre de personnes directement touchées par une catastrophe climatique » (ECCC, 2018b). On a également suggéré qu'un domaine de synergie pour atteindre les ODD et les objectifs de l'Accord de Paris et du cadre de Sendai consistait est l'élaboration et la mise en œuvre de cibles et d'indicateurs pouvant mesurer les progrès concernant les actions qui contribuent aux objectifs de ces trois ententes (UNCCS, 2017). Certaines provinces ont également lancé leur propre programme de suivi : la stratégie relative aux changements climatiques de la Saskatchewan comprend 25 indicateurs concernant les systèmes naturels, l'infrastructure physique, la viabilité économique, la préparation des collectivités et le bien-être humain (Gouv. de la Sask., 2018).

6.3 Principales occasions d'opérationnaliser l'intégration

Par définition, les approches pansociétales constituent un moyen d'intégrer toutes les sortes d'experts nécessaires pour accroître la résilience, comme les spécialistes de l'aménagement, les ingénieurs, les assureurs, les ONG et les détenteurs du SAL, ainsi que les résidents. Au sein des gouvernements et des organisations, des personnes telles que les responsables en chef de la résilience permettent de surmonter les entraves à la communication entre des groupes disparates et peuvent stimuler la création et la mise en œuvre de plans de résilience intégrée, et motiver l'action concernant le développement durable et l'équité. Enfin, obliger d'accorder la priorité à la prévention et à l'atténuation dans tous les ordres de gouvernement favorise l'intégration de l'expertise en matière d'adaptation et de planification dans la RRC.

7

Vers un futur plus résilient

7.1 Choisir la résilience

7.2 Réflexions du comité d'experts

Dans un climat changeant, les catastrophes constituent une menace existentielle pour les collectivités canadiennes. Ces dernières années, les feux de forêt, les vagues de chaleur et les inondations catastrophiques ont contribué à accroître le sentiment d'urgence et la reconnaissance qu'il faut en faire beaucoup plus pour contrecarrer les risques croissants de catastrophe. Il est essentiel de réduire les émissions de GES pour atténuer et éliminer les menaces posées par les changements climatiques. En plus de ces réductions, on peut également faire plus d'efforts pour protéger les gens et pour mieux se préparer aux aléas, au moins pour ceux dont on peut éviter la matérialisation.

7.1 Choisir la résilience

Les catastrophes climatiques ne sont ni naturelles ni inévitables. Le terme *catastrophe naturelle* est de plus en plus considéré comme un terme impropre, et ce rapport l'évite dans la mesure du possible. Les catastrophes découlent de l'interaction entre des collectivités et des aléas qui se concrétisent naturellement et sont les conséquences de choix humains à l'échelle individuelle et sociétale. Il est crucial de reconnaître cette réalité pour créer une reddition de comptes et susciter l'action. La résilience est un choix. Les collectivités locales peuvent choisir de la renforcer par des efforts de sensibilisation, des entreprises collaboratives d'atténuation des aléas et la prise en compte des capacités et des connaissances autochtones locales. Les décideurs peuvent renforcer la résilience en prenant en considération les risques de catastrophe face aux changements climatiques dans l'infrastructure, le zonage et les choix de financement. Les chercheurs peuvent intégrer les éléments de RRC et d'adaptation dans leurs travaux, nouer le dialogue avec les utilisateurs des renseignements pour déterminer les domaines de focalisation importants et présenter les résultats dans des formats qui aideront divers publics cibles. Les propriétaires peuvent s'efforcer de comprendre les aléas locaux et poser des gestes pour réduire leur vulnérabilité et leur exposition par la modernisation, des mesures de préparation et l'aménagement paysager. Dans le secteur privé, les entreprises peuvent accroître leur compétitivité en évaluant et en gérant les risques de catastrophe auxquels elles font face en raison de changements climatiques, par exemple en bâtissant des redondances dans la chaîne d'approvisionnement.

Pour progresser, il est essentiel d'admettre que le futur n'est pas prédéterminé et que les possibilités de renforcer la résilience sont vastes. En même temps, le comité d'expert reconnaît que les choix sont souvent réduits. Il manque souvent aux collectivités et aux individus les ressources nécessaires pour mettre en place des stratégies résilientes et fréquemment, ce sont les populations les plus vulnérables qui sont les moins en mesure d'opter pour la résilience parce qu'elles

font face à de nombreuses contraintes. De plus, les choix sont interdépendants et aucun groupe ne peut prendre toutes les mesures nécessaires pour parvenir à la résilience.

7.2 Réflexions du comité d'experts

Afin de répondre au mandat que Sécurité publique Canada lui a confié, le comité d'experts a passé en revue un large éventail de données probantes et d'exemples sur la façon dont les gouvernements et autres parties prenantes intègrent l'adaptation et la RRC pour améliorer leur résilience. Une constatation qui ressort clairement de cet examen est qu'il n'y a pas de bonne façon (ou d'outil, de cadre ou d'approche) unique pour parvenir à cette intégration. Les approches fructueuses sont celles qui sont bien adaptées au contexte. Le comité d'experts a mis en évidence de nombreux outils et ressources d'intégration, dont certains ont déjà été implantés au Canada et beaucoup d'autres, pas encore. L'évaluation tous risques, une communication sur les risques adaptée, des solutions fondées sur la nature, une collaboration à l'échelle de la collectivité, des polices d'assurance bien conçues et un financement public ciblé sont parmi les moyens d'améliorer la résilience aux catastrophes, et produisent parfois d'autres avantages considérables. Une multitude de leçons peuvent être tirées de ces exemples, et leurs conséquences diffèrent, notamment, selon le gouvernement, l'entreprise ou l'individu. Dans l'ensemble, toutefois, la constatation globale qui émerge de ces données probantes est simplement qu'il est impératif de faire le meilleur usage possible des ressources disponibles lorsqu'on cherche à favoriser la résilience — quel que soit le ministère ou la discipline d'où elles proviennent.

L'intégration de l'adaptation et de la RRC n'est qu'un des moyens d'accroître la résilience. D'autres possibilités méritent également une recherche et une attention approfondies. Par exemple, les efforts pour stimuler la résilience et ceux visant à répondre à d'autres besoins sociaux, comme le soutien aux populations vulnérables, la réduction des inégalités des revenus et l'allégement de la pauvreté, se renforcent souvent mutuellement. Une partie de l'amélioration de la résilience aux catastrophes consiste à s'attaquer aux causes profondes de la vulnérabilité et de l'exposition aux aléas. Dans nombreux cas, le résultat est qu'il y a plus de place pour une synergie entre les politiques axées sur la résilience et les politiques sociales et économiques. De même, les progrès au chapitre de la réconciliation et de l'autonomie gouvernementale autochtone accroîtront également la résilience. Renforcer la résilience au moyen d'une approche pansociétale comporte une énorme dimension d'équité, soit l'inclusion dans la planification et la prise de décision des groupes qui seront probablement les plus touchés par les catastrophes. Étant donné la rareté des ressources, concentrer les investissements dans la résilience aux catastrophes dans les domaines qui offrent les plus grands

gains de bien-être, plutôt que les meilleurs rendements financiers, est crucial dans la lutte pour l'équité.

Si l'objectif est toujours d'éviter que des catastrophes surviennent, lorsque celles-ci se produisent, elles offrent d'importantes occasions d'apprentissage, de renforcement de la collectivité et de réinvestissement. Lorsqu'une société se rétablit après une catastrophe, les décisions prises peuvent soit préparer le terrain pour une répétition du même événement soit favoriser une reconstruction différente afin de réduire l'exposition et la vulnérabilité. Des plans de rétablissement et de résilience proactifs peuvent préparer les collectivités à un rétablissement résilient et pensé sur le long terme, lorsqu'ils bénéficient d'encouragements des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux et des administrations locales pour leur élaboration et leur mise en œuvre. Le rétablissement après une catastrophe fournit donc des occasions uniques de créer un soutien et une dynamique dans la société pour les investissements dans la résilience. Dans certains cas, ces occasions s'étendent bien au-delà des limites de la catastrophe. La COVID-19 en constitue un exemple, à certains égards. La pandémie a favorisé dans la population une meilleure littéracie sur les risques et a attiré l'attention sur l'interdépendance mondiale d'éléments de la société, et a mis en évidence les répercussions et les risques d'une perturbation sociale et économique étendue et des aléas en cascade, ainsi que le potentiel de réponse pansociétale face à un tout nouvel aléa. Le plus la réaction à la crise de la COVID-19 a contribué à accroître la résilience aux catastrophes grâce à l'optique climatique donnée aux fonds de relance économique.

> « Étant donné la rareté des ressources, concentrer les investissements dans la résilience aux catastrophes dans les domaines qui offrent les plus grands gains de bien-être, plutôt que les meilleurs rendements financiers, est crucial dans la lutte pour l'équité. »

Les cadres nationaux actuels concernant les changements climatiques et la gestion des urgences reconnaissent déjà (et leur accordent souvent la priorité) bon nombre des concepts avancés dans ce rapport, y compris la collaboration et la gouvernance pansociétales, une meilleure connaissance des risques, la prévention et l'atténuation des risques et mieux reconstruire. Le Cadre pancanadien cite la construction d'une infrastructure résiliente aux changements climatiques et la réduction des risques de catastrophe parmi les domaines prioritaires de l'adaptation. L'élaboration d'une stratégie nationale adaptation offre une importante occasion de tisser des liens dans tout le pays, de faire progresser l'intégration et de veiller à ce que les stratégies d'amélioration de l'adaptation et de la RRC se renforcent mutuellement. Pour être efficace, cependant, cette

entreprise nécessitera d'accorder une grande attention aux obstacles qui gênent fréquemment les progrès et de faire en sorte que les actions et les investissements futurs soient fondés sur le contexte et les besoins locaux.

Améliorer la résilience face aux changements climatiques exige aussi d'être davantage conscients que la société n'est pas isolée ou distincte de l'environnement naturel. L'intérêt croissant à l'égard des solutions fondées sur la nature reflète cette compréhension, mais les catastrophes sont encore généralement formulées dans des termes relativement étroits reposant principalement sur les pertes humaines et les coûts économiques. Bien qu'elles dépassent la portée de cette évaluation, les répercussions négatives sur le système naturel peuvent se transformer en répercussions négatives sur les collectivités humaines, et causer des catastrophes ou y contribuer. Des opérations comme l'assèchement de milieux humides et de marais aux fins de construction, la déforestation et la fragmentation des écosystèmes et la transformation de forêts et de prairies en terres agricoles peut nuire à la résilience des écosystèmes. Selon le comité d'experts, la protection des écosystèmes contre les aléas climatiques et la promotion de la résilience des zones de conservation mérite une étude approfondie, car les services que ces écosystèmes procurent contribuent à la gestion et à la réduction des impacts des changements climatiques. Une fois encore, tout comme pour l'atténuation des changements climatiques en général et l'investissement plus proactif dans la résilience, les choix que nous faisons collectivement aujourd'hui détermineront le degré auquel nos collectivités demeureront vulnérables et exposées aux aléas climatiques dans les décennies à venir.

Références

A.M. Best Company Inc., 2016. *Future Proofing: The Value of Natural Catastrophe Schemes in Europe*, Oldwick, NJ, A.M. Best Company Inc.

AANC – Affaires autochtones et du Nord Canada, 2017. *Évaluation du Programme d'aide à la gestion des urgences*, Gatineau QC, AANC.

AAPC – Association des architectes paysagistes du Canada, 2018. Abécédaire. Adresse : https://www.aapc-csla.ca/zones-des-missions/abecedaire (consulté en mars 2021).

AAPPQ – Association des Architectes en pratique privée du Québec, 2018. News Release: Public Procurement Process - Protesting the Lowest Bidder Formula. Adresse : https://www.newswire.ca/news-releases/public-procurement-process---protesting-the-lowest-bidder-formula-690334441.html (consulté en janvier 2021).

Abbott, G. et M. Chapman, 2018. *Addressing the New Normal: 21st Century Disaster Management in British Columbia*, Victoria, BC, Gouvernement de la Colombie-Britannique.

ACVM – Autorités canadiennes en valeurs mobilières, 2019. *CSA Staff Notice 51-358: Reporting of Climate Change-related Risks*, Montréal, QC, ACVM.

AGM – Auditor General of Manitoba, 2017. *Managing Climate Change*, Winnipeg, MB, AGM.

Agrawal, N., 2018. *Natural Disasters and Risk Management in Canada: An Introduction*, Toronto, ON, Springer.

AIDR – Australian Institute for Disaster Resilience, 2020. *Land Use Planning for Disaster Resilient Communities*, Melbourne, Australie, AIDR.

Ainslie, G. et N. Haslam, 1992. « Hyperbolic Discounting », dans Loewenstein, G. et J. Elster (réd.), *Choice Over Time*, New York, NY, Russell Sage Foundation.

Albright, E., 2019. « Climate Change as a Transboundary Policymaking Natural Hazards Problem », dans, *Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science*, Oxford, Royaume-Uni, Oxford University Press.

Albris, K., K. C. Lauta, et E. Raju, 2020. « Disaster knowledge gaps: Exploring the interface between science and policy for disaster risk reduction in Europe », *International Journal of Disaster Risk Science*, vol. 11, n°1, p. 1–12.

Amano, Y., 2013. *Flood Damage Statistics in Japan - What is Required for Mainstreaming DM?*, Tokyo, Japon, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japon.

Amaratunga, D., R. Haigh, N. Dias, et C. Malalgoda, 2017. *Synthesis report of existing legal, policy and science approaches in relation to DRR and CCA*, Bruxelles, Belgique, Union européenne.

Andrachuk, M. et B. Smit, 2012. « Community-based vulnerability assessment of Tuktoyaktuk, NWT, Canada to environmental and socio-economic changes », *Regional Environmental Change*, vol. 12, p. 867-885.

Antoneshyn, A., 2020. « $100M in Damage Caused in Fort McMurray Flood, Mayor Estimates ». *CTV News* (4 mai).

APN – Assemblée des Premières Nations, 2017. *Assembly of First Nations Emergency Management Forum: Summary Report*, Ottawa, ON, APN.

Arent, D. J., R.S.J. Tol, E. Faust, J.P. Hella, S. Kumar, K.M. Strzepek, … D. Yan, 2014. « Key Economic Sectors and Services », dans Field, C. B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, . . . L. L. White (réd.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, New York, NY, Cambridge University Press.

Arsenault, C., 2019. « Canada's Building Code is Getting a Climate Change Rewrite. Is Your Home Ready? ». *CBC News* (11 avril).

Atlas climatique du Canada, s.d. Bienvenue à l'Atlas climatique. Adresse : https://atlasclimatique.ca/ (consulté en janvier 2021).

BAC – Bureau d'assurance du Canada, 2019. *Options for Managing the Flood Costs of Canada's Highest Risk Residential Properties*, Ottawa, ON, BAC.

BAC – Bureau d'assurance du Canada, 2020a. Assurer sa maison. Adresse : http://www.ibc.ca/fr/ns/maison/assurer-sa-maison (consulté en décembre 2020).

BAC – Bureau d'assurance du Canada, 2020b. Backwater Valve. Adresse : http://www.ibc.ca/pe/home/risk-management/mitigation-techniques/backwater-valve (consulté en décembre 2020).

BAC – Bureau d'assurance du Canada, 2021. Severe Weather Caused $2.4 Billion in Insured Damage in 2020. Adresse : http://www.ibc.ca/on/resources/media-centre/media-releases/severe-weather-caused-$2-4-billion-in-insured-damage-in-2020 (consulté en février 2021).

BAC et FCM – Bureau d'assurance du Canada et Fédération Canadienne des Municipalités, 2020. *Investir dans l'avenir du Canada: le coût de l'adaptation au changement climatique*, Toronto, ON, BAC et FCM.

Ball, D. P., 2021. « Extreme Heat Alerts Issued as Weather Agency Warns of Catch-22 from Smoke, High Temperatures ». *CBC News* (12 août).

Ballard, M. et S. Thompson, 2013. « Flooding hope and livelihoods: Lake St. Martin First Nation », *Canadian Journal of Nonprofit and Social Economy Research*, vol. 4, n°1, p. 43-65.

Banque Mondiale, 2020. Canada. Adresse : https://donnees.banquemondiale.org/pays/canada (consulté en mars 2020).

Barthel, F. et E. Neumayer, 2012. « A trend analysis of normalized insured damage from natural disasters », *Climatic Change*, vol. 113, p. 215-237.

Bauer, F. et J. Smith (réd.), 2015. *The Climate Knowledge Brokers Manifesto*. Vienne, Autriche, Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership.

BCLA – British Columbia Lung Association, 2021. COVID-19 and Wildfire Smoke. Adresse : https://bc.lung.ca/patient-support/covid-19-and-wildfire-smoke (consulté en juin 2021).

BCMOTI – British Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure, 2019. *Resilient Infrastructure Engineering Design - Adaptation to the Impacts of Climate Change and Weather Extremes: Technical Circular T-04/19*, Vancouver, BC, BCMOTI.

BCMOTI, NCI, et PCIC – British Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure, Nodelcorp Consulting Inc., and Pacific Climate Impacts Consortium, 2014a. *Developing Effective Dialogue between Practitioners of Climate Change Vulnerability-Risk Assessments: A Primer for Understanding Concepts, Principles and Language Use Across Disciplines*, Victoria, BC, BCMOTI.

BCMOTI, NCI, et PCIC – British Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure, Nodelcorp Consulting Inc., and Pacific Climate Impacts Consortium, 2014b. *Considerations for Addressing Climate Change Adaptation for Transportation Infrastructure in Highway Management, Design, Operation and Maintenance in British Columbia: Best Practices Document*, Victoria, BC, BCMOTI.

Beatley, T., 1998. « The Vision of Sustainable Communities », dans Burby, R. J. (réd.), *Cooperating with Nature: Confronting Natural Hazards with Land-Use Planning for Sustainable Communities*, Washington, DC, Joseph Henry Press.

Bednar, D., D. Henstra, et G. McBean, 2019. « The governance of climate change adaptation: Are networks to blame for the implementation deficit? », *Journal of Environmental Policy and Planning*, vol. 21, n°6, p. 702-717.

Beltrán, A., D. Maddison, et R. Elliott, 2019. « The impact of flooding on property prices: A repeat-sales approach », *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 95, p. 62-86.

Berkowitz, M., 2014. « What a Chief Resilience Officer Does ». *The Rockefeller Foundation* (7 juillet).

Binder, S. B. et A. Greer, 2016. « The devil is in the details: Linking home buyout policy, practice, and experience after Hurricane Sandy », *Politics and Governance*, vol. 4, n°4, p. 97-106.

Binder, S. B., C. K. Baker, et J. P. Barile, 2015. « Rebuild or relocate? Resilience and postdisaster decision-making after Hurricane Sandy », *American Journal of Community Psychology*, vol. 56, p. 180-196.

Birkmann, J. et K. von Teichman, 2010. « Integrating disaster risk reduction and climate change adaptation: Key challenges—scales, knowledge, and norms », *Sustainability Science*, vol. 5, n°2, p. 171-184.

Birkmann, J., K. von Teichman, P. Aldunce, C. Bach, N. T. Binh, M. Garschagen, … L. N. Thach, 2009. « Addressing the Challenge: Recommendations and Quality Criteria for Linking Disaster Risk Reduction and Adaptation to Climate Change », dans Birkmann, J., G. Tetzlaff et K.-O. Zentel (réd.), *DKKV Publications Series 38*, Bonn, Allemagne, German Committee for Disaster Reduction.

Birkmann, J., O. D. Cardona, M. L. Carreno, A. H. Barbat, M. Pelling, S. Schneiderbauer, … T. Welle, 2013. « Framing vulnerability, risk and societal responses: The MOVE framework », *Natural Hazards*, vol. 67, p. 193-211.

Blaikie, P., I. Davis, T. Cannon, et B. Wisner, 1994. *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*, New York, NY, Routledge.

Blaze Baum, K., I. Semeniuk, et M. McClearn, 2021. « B.C.'s Heat Wave and Fires Were Driven by Climate Change, and They Won't Be the Last. What Must We Do Next? ». *The Globe and Mail* (1 juillet).

BNQ – Bureau de Normalisation du Québec, 2013. *Lutte aux ilots de chaleur urbains - Aménagemnet des aires de stationnement - Guide à l'intention des concepteurs*, Quebec QC, BNQ.

Bogdan, E. A., D. Henstra, et J. Thistlethwaite, 2020. « Fort McMurray's Flood Disaster was Foreseeable and Preventable ». *The Conversation* (21 mai).

Bolton, P., M. Despres, L. A. Pereira da Silva, F. Samama, et R. Svartzman, 2020. *The Green Swan: Central Banking and Financial Stability in the Age of Climate Change*, Basel, Suisse, Bank for International Settlements.

Bonsal, B. R., D. L. Peters, F. Seglenieck, A. Rivera, et A. Berg, 2019. « Chapitre 6: Évolution de la disponibilité de l'eau douce à l'échelle du Canada », dans Bush, E. et D. S. Lemmen (réd.), *Rapport sur le climat changeant du Canada*, Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.

Boudreault, M., 2021. « Inondations au Québec: Qui Paie Pour Quoi et Comment ». *The Conversation* (31 mars).

Boulder County, 2016. Wildfire Partners Recognized as Model Community Wildfire Mitigation Program. Adresse : https://www.bouldercounty.org/news/wildfire-partners-recognized-as-model-community-wildfire-mitigation-program/ (consulté en décembre 2020).

Bowman, D. M. J. S., C. A. Kolden, J. T. Abatzoglou, F. H. Johnston, G. R. van der Werf, et M. D. Flannigan, 2020. « Vegetation fires in the Anthropocene », *Nature Reviews Earth & Environment*, vol. 1, n°10, p. 500-515.

Bowman, D., 2018. « Wildfire science is at a loss for comprehensive data », *Nature*, vol. 560, n°7.

Bräuninger, M., S. Butzengeiger-Geyer, A. Dlugolecki, S. Hochrainer, M. Köhler, J. Linnerooth-Bayer, … S. Schulze, 2011. *Application of Economic Instruments for Adaptation to Climate Change: Final Report*, Hamburg, Allemagne, Perspectives Climate Change.

Breummer, R., 2019. « Is $200,000 a Fair Buyout Price for a House in a Quebec Flood Zone? ». *Montreal Gazette* (24 avril).

Brown, C., E. Jackson, D. Harford, et D. Bristow, 2021. « Chapitre 2: Villes et milieux urbains », dans F. J. Warren et N. Lulham (réd.), *Le Canada dans un climat en changement : Rapport sur les enjeux nationaux*, Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.

Bryson, J. M., B. C. Crosby, et M. Middleton Stone, 2006. « The design and implementation of cross-sector collaborations: Propositions from the literature », *Public Administration Review*, vol., n°Special Issue, p. 44-55.

BSIF – Bureau du surintendant des institutions financières Canada, 2021. *Incertitude et changements climatiques : Déjouer le risque lié aux changements climatiques par la préparation et la résilience*, Ottawa, ON, BSIF.

Bubeck, P., A. Otto, et J. Weichselgartner, 2017. « Societal impacts of flood hazards », *Natural Hazard Science*.

Buchanan, J. M., 1975. « The Samaritan's Dilemma », dans Phelps, E. S. (réd.), *Altruism, Morality, and Economic Theory*, New York, NY, Russell Sage Foundation.

Burby, R. J., 1998. « Natural Hazards and Land Use: An Introduction », dans Burby, R. J. (réd.), *Cooperating with Nature: Confronting Natural Hazards with Land-Use Planning for Sustainable Communities*, Washington, DC, Joseph Henry Press.

Burke, M., S. M. Hsiang, et E. Miguel, 2015. « Global non-linear effect of temperature on economic production », *Nature*, vol. 527, n°7577, p. 235-239.

Bush, J. et A. Doyon, 2019. « Building urban resilience with nature-based solutions: How can urban planning contribute? », *Cities*, vol. 95, n°102483, p. 1-8.

BVG – Bureau du vérificateur générale du Canada, 2018. *Perspectives sur l'action contre les changements climatiques au Canada — Rapport collaboratif de vérificateurs généraux*, Ottawa, ON, BVG.

Byerly, H., J. R. Meldrum, H. Brenkert-Smith, P. Champ, J. Gomez, L. Falk, et C. Barth, 2020. « Developing behavioral and evidence-based programs for wildfire risk mitigation », *Fire*, vol. 3, n°66.

CAC – Conseil des académies canadiennes, 2019a. *Plus grand que la somme de ses parties : Vers une gestion intégrée des ressources naturelles au Canada*, Ottawa ON, Comité d'experts sur l'état des connaissances et des pratiques relatives aux approches de gestion intégrée des ressources naturelles au Canada, CAC.

CAC – Conseil des académies canadiennes, 2019b. *Les principaux risques des changements climatiques pour le Canada*, Ottawa ON, Comité d'experts sur les risques posés par les changements climatiques et les possibilités d'adaptation, CAC.

Cannon, A. J., D. I. Jeong, X. Zhang, et F. W. Zwiers, 2020. *Bâtiments et infrastructures publiques de base résistants aux changements climatiques: Évaluation des effets des changements climatiques sur les données de conception climatique au Canada*, Gatineau, QC, Environnement et Changement climatique Canada.

Cao, Z., 2008. « Severe hail frequency over Ontario, Canada: Recent trend and variability », *Geophysical Research Letters*, vol. 35, n°14.

Carlson, D., V. Eyring, N. van der Wel, et G. Langendijk, 2017. WCRP's Coupled Model Intercomparison Project: A Remarkable Contribution to Climate Science. Adresse : https://www.egu.eu/news/highlight-articles/586/wcrps-coupled-model-intercomparison-project-a-remarkable-contribution-to-climate-science/ (consulté en mars 2021).

Carlson, H., A. Pietroniro, P. Gober, W. Leger, et S. Merrill, 2021. « Chapitre 4: Ressources en eau », dans Warren, F. J. et N. Lulham (réd.), *Le Canada dans un climat en changement : Rapport sur les enjeux nationaux*, Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.

Carney, M., 2015. *Breaking the Tragedy of the Horizon – Climate Change and Financial Stability*, Londres, Royaume-Uni, la Banque d'Angleterre.

Cash, D. W., W. C. Clark, F. Alcock, N. M. Dickson, N. Eckley, D. H. Guston, … R. B. Mitchell, 2003. « Knowledge systems for sustainable development », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 100, n°14, p. 8086.

CBC News, 2013. « Thunder Bay $375M Flood Lawsuit Moves Ahead ». *CBC News* (24 septembre).

CCC – Climate Change Committee, 2016. *UK Climate Change Risk Assessment 2017 Synthesis Report: Priorities for the Next Five Years*, Londres, Royaume-Uni, CCC.

CCC – Climate Change Committee, 2021. *Independent Assessment of UK Climate Risk: Advice to Governent for the UK's Third Climate Change Risk Assessment (CCRA3)*, Londres, Royaume-Uni, CCC.

CCNUCC – Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, 2015. Accord de Paris. Adresse : https://unfccc.int/sites/default/files/french_paris_agreement.pdf consulté en décembre 2018).

CED – Climate Emergency Declaration, 2021. Climate Emergency Declarations in 2,025 Jurisdictions and Local Governments Cover 1 Billion Citizens. Adresse : https://climateemergencydeclaration.org/climate-emergency-declarations-cover-15-million-citizens/ (consulté en novembre 2021).

Chambre des Communes, 2018. *Naître des cendres : Réinventer la sécurité-incendie et la gestion des urgences dans les collectivités autochtones : Rapport du Comité permanent des affaires autochtones et du Nord* , Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.

Chambres des Communes, 2019. 42e Législature, 1re Session - Vote No. 1366: Affaires émanant du gouvernement no 29 (Urgence climatique nationale). Adresse : https://www.noscommunes.ca/Members/fr/votes/42/1/1366 (consulté en mars 2021).

Chang, S. E., J. Z. K. Yip, et W. Tse, 2019b. « Effects of urban development on future multi-hazard risk: The case of Vancouver, Canada », *Natural Hazards*, vol. 98, p. 251-265.

Chang, S. E., T. L. McDaniels, L. Yumagulova, et M. Stevens, 2019a. « Dynamics and Governance of Risk in Metro Vancouver », dans Hutton, T. A. et P. Gurstein (réd.), *Planning on the Edge: Vancouver and the Challenges of Reconciliation, Social Justice, and Sustainable Development*, Vancouver, BC, UBC Press.

Chapagain, J. et A. Steer, 2020. Why Disaster Preparedness Cannot Wait. Adresse : https://www.ifrc.org/article/why-disaster-preparedness-cannot-wait (consulté en mars 2021).

Chmutina, K., R. Jigyasu, et L. Bosher, 2017. « Integrating Disaster Risk Reduction Including Climate Change Adaptation Into the Delivery and Management of the Built Environment », dans Kelman, I., J. Mercer et J. C. Gaillard (réd.), *The Routledge Handbook of Disaster Risk Reduction Including Climate Change Adaptation*, Londres, Royaume-Uni, Routledge.

Christianson, A. C., T. K. McGee, et L. L'Hirondelle, 2014. « The influence of culture on wildfire mitigation at Peavine Métis Settlement, Alberta, Canada », *Society & Natural Resources*, vol. 27, n°9, p. 931-947.

CICC – Institut canadien pour des choix climatiques, 2021. *Les coûts des Changements Climatiques Pour la santé : Comment le Canada peut S'adapter, se préparer et sauver des vies*, Ottawa, ON, CICC.

CIIVP – Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques, s.d. PIEVC Protocol. Adresse : https://pievc.ca/protocol/ (consulté en juin 2021).

CIRC – Bulletin de rendement des infrastructures canadiennes, 2019. *Suivi de l'état des infrastructures publiques essentielles du Canada*, CIRC.

Circé, M., L. Da Silva, X. Mercier, U. Boyer-Villemaire, C. Desjarlais, et F. Morneau, 2016. *Analyse Coûts-avantages des Options D'Adaptation en Zone Côtière à Percé.*, Montréal, QC, Ouranos.

Clark, D., 2020. Quand les catastrophes entrent en collision. Adresse : https://choixclimatiques.ca/quand-les-catastrophes-entrent-en-collision/ consulté en mars 2021).

Clark, T. D., 2017. *Natural Disasters, Vulnerability, and Resilience in Indigenous Communities: Literature Review and Conceptual Framework*, Cochrane, AB, Willow Springs Strategic Solutions.

Clarke, L., L. Nichols, R. Vallario, M. Hejaz, J. Horing, A. C. Janetos, … D. D. White, 2018. « Sector Interactions, Multiple Stressors, and Complex Systems », dans Reidmiller, D. R., C.W. Avery, D.R. Easterling, K.E. Kunkel, K.L.M. Lewis, T.K. Maycock et B. C. Stewart (réd.), *Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II*, Washington, DC, U.S. Global Change Research Program.

Clay, C., 2012. « Lisgar Flooding Leads to $200M Lawsuit ». *Mississauga News* (14 juin).

Cleary, K., S. Mathewson, A. Tran, J. Burkett, P. Causgrove, J. Feldman, … K. Ryan, 2018. *Uses of Catastrophe Model Output*, Washington, DC, American Academy of Actuaries.

Climate Action 100+, 2021a. The Three Asks. Adresse : https://www.climateaction100.org/approach/the-three-asks/ (consulté en octobre 2021).

Climate Action 100+, 2021b. Investor Signatories. Adresse : https://www.climateaction100.org/whos-involved/investors/ (consulté en octobre 2021).

Cloutier, M., R. Ribaux, et I. Cloutier, 2020. « Le capital social à Montréal :vecteur de résilience descommunautés et de latransition écologique ». *Maison de l'innovation sociale* (29 mai).

CNN – Conseil canadien des normes, 2018. L'Initiative de normalisation des infrastructures du Nord. Adresse : https ://www.scc.ca/fr/inin (consulté en mars 2019).

CNN – Conseil canadien des normes, 2019a. *Stratégie de normalisation adaptée aux genres*, Ottawa, ON, CNN.

CNN – Conseil canadien des normes, 2019b. *Des normes pour la résilience climatique des infrastructures : bilan et défis à relever*, Ottawa, ON, CNN.

CNN et Manifest Climate – Conseil canadien des normes, 2021. *Guide pour l'intégration de l'adaptation aux changements climatiques dans les normes canadiennes*, Ottawa, ON, CNN.

CNRC – Conseil national de recherches du Canada, 2015. *National Plumbing Code of Canada 2015*, Ottawa, ON, CNRC.

Conseil des droits de l'homme des Nations unies, 2014. *Promotion et protection des droits des peuples autochtones dans le cadre des initiatives de réduction et de prévention des risques de catastrophe naturelle et de planification préalable*, Genève, Suisse, Conseil des droits de l'homme des Nations unies.

Conservation Ontario, 2013. *Dodging the 'Perfect Storm': Conservation Ontario's Business Case for Strategic Reinvestment in Ontario's Flood Management Programs, Services, and Structures*, Newmarket, ON, Conservation Ontario.

Cook, L. M., S. McGinnis, et C. Samaras, 2020. « The effect of modeling choices on updating intensity-duration-frequency curves and stormwater infrastructure designs for climate change », *Climatic Change*, vol. 159, p. 289-308.

Coppola, D. et E. Maloney, 2017. *Communicating Emergency Preparedness: Strategies for Creating a Disaster Resilient Public*, New York, NY, CRC Press Taylor and Francis Group.

Coronese, M., F. Lamperti, K. Keller, F. Chiaromonte, et A. Roventini, 2019. « Evidence for sharp increase in the economic damages of extreme natural disasters », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 116, n°43, p. 21450.

Cour Suprême du Canada, 2014. Nation Tsilhqot'in c. Colombie-Britannique. Adresse : https://scc-csc.lexum.com/scc-csc/scc-csc/en/item/14246/index.do?q=tsilhqot%27in (consulté en mars 2021).

CPA – Comptables professionnels agréés du Canada, 2016. *Comment les comptables professionnels agréés peuvent aider les organisations à s'adapter aux changements climatiques*, Toronto, ON, CPA.

Craig, L., N. Craig, E. Calgaro, D. Dominey-Howes, et K. Johnson, 2019. « Chapter 13 - People with Disabilities: Becoming Agents of Change in Disaster Risk Reduction », dans Rivera, F. I. (réd.), *Emerging Voices in Natural Hazards Research*, Oxford, Royaume-Uni, Butterworth-Heinemann, Elsevier Inc.

CREW – Community Resilience to Extreme Weather, s.d.-a. Extreme Weather Volunteers: Floor and Block Capitains. Adresse : http://www.crewtoronto.ca/our-projects/floor-and-block-captains/ (consulté en avril 2021).

CREW – Community Resilience to Extreme Weather, s.d.-b. About Us. Adresse : http://www.crewtoronto.ca/about-us/ (consulté en février 2021).

Cryderman, K., 2013. « Alberta government offers to buy homes in flood-prone areas ». *The Globe and Mail* (22 août).

CSFO – Commission des services financiers de l'Ontario, 2005. *Insurance Coverage Issues Affecting Older Homes*, Toronto, ON, FSCO.

Curran, T. J., G. L. W. Perry, S. V. Wyse, et M. A. Alam, 2018. « Managing fire and biodiversity in the wildland-urban interface: A role for green firebreaks », *Fire*, vol. 1, n°3.

Cutter, S. L., 1996. « Vulnerability to environmental hazards », *Progress in Human Geography*, vol. 20, n°4, p. 529-539.

Darwish, L., 2018. *Dufferin County: Reducing the risk of wind damage by building stonger homes*, Toronto, ON, Institute for Catastrophic Loss Reduction.

Davis, P. K., 2002. *Analytic Architecture for Capabilities-Based Planning, Mission-System Analysis, and Transformation*, Santa Monica, CA, RAND.

Dawson, P. L., Richard, 2016. « From science to survival: Using virtual exhibits to communicate the significance of polar heritage sites in the Canadian Arctic », *Open Archaeology*, vol. 2, p. 209-231.

Delcan, 2012. *Cost of Adaptation - Sea Dikes & Alternative Strategies*, Victoria, BC, British Columbia Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations.

Delica-Willison, Z., L. B. dela Cruz, et F. G. J. Molina, 2017. « Communities Doing Disaster Risk Reduction Including Climate Change Adaptation », dans Kelman, I., J. Mercer et J. Gaillard (réd.), *The Routledge Handbook of Disaster Risk Reduction*, Londres, Royaume-Uni, Routledge.

Derksen, C., D. Burgess, C. Duguay, S. Howell, L. Mudryk, S. Smith, … M. Krchmeier-Young, 2019. « Chapitre 5 : Évolution de la neige, de la glace et du pergélisol à l'échelle du Canada », dans Bush, E. et D. S. Lemmen (réd.), *Rapport sur le climat changeant du Canada*, Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.

Dillon, R. L., C. H. Tinsley, et M. Cronin, 2011. « Why near-miss events can decrease an individual›s protective response to hurricanes », *Risk Analysis*, vol. 31, n°3, p. 440-449.

Doberstein, B., J. Fitzgibbons, et C. Mitchell, 2019. « Protect, accommodate, retreat or avoid (PARA): Canadian community options for flood disaster risk reduction and flood resilience », *Natural Hazards*, vol. 98, n°1, p. 31-50.

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, ON, DPB.

ECCC – Environnement et Changement climatique Canada, 2018a. *Introduction to the MSC's Collaborative Monitoring Initiative*, Ottawa, ON, ECCC.

ECCC – Environnement et Changement climatique Canada, 2018b. *Measuring Progress on Adaptation and Climate Resilience: Recommendations to the Government of Canada*, Ottawa, ON, ECCC.

ECCC – Environnement et Changement climatique Canada, 2019a. *The MSC's Collaborative Monitoring Initiative & Risk Based Approach to Hydrometric Network Design*, Ottawa, ON, Meteorological Service of Canada.

ECCC – Environnement et Changement climatique Canada, 2019b. *Inuit Field Training Program*, Gatineau, QC, ECCC.

ECCC – Environnement et Changement climatique Canada, 2020a. *Science du climat 2050 : Faire progresser la science et le savoir sur les changements climatiques*, Gatineau, QC, ECCC.

ECCC – Environnement et Changement climatique Canada, 2020b. *Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques : Troisième rapport annuel de synthèse sur la situation de la mise en œuvre*, Gatineau, QC, ECCC.

ECCC – Environnement et Changement climatique Canada, 2021. *Un environnement sain et une économie saine : C Le plan climatique renforcé du Canada pour créer des emplois et soutenir la population, les communautés et la planète*, Gatineau, QC, ECCC.

ECO – Environmental Commissioner of Ontario, 2018. *Climate Action in Ontario: What's Next? 2018 Greenhouse Gas Progress Report*, Toronto, ON, ECO.

EEA – European Environment Agency, 2017. *Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction in Europe: Enhancing Coherence of the Knowledge Base, Policies and Practices*, Copenhague, Danemark, EEA.

Eisenberg, R., 2018. How Permafrost Insurance Could Revolutionize Arctic Development. Adresse : https://www.arctictoday.com/permafrost-insurance-revolutionize-arctic-development/ (consulté en juillet 2021).

EMBC – Emergency Management BC, 2020. *Hazard, Risk and Vulnerability Analysis (HRVA) for Local Authorities and First Nations: Companion Guide for the HRVA Tool*, Saanichton, BC, EMBC.

EMV – Emergency Management Victoria, 2017. *Community Resilience Framework for Emergency Management*, Melbourne, Australie, EMV.

EMV – Emergency Management Victoria, 2018. *Creating Safer and More Resilient Communities: Emergency Management Victoria*, Victoria, Australie, EMV.

ERCOT – Electric Reliability Council of Texas, 2017. ERCOT Responds to Hurricane Harvey. Adresse : http://www.ercot.com/help/harvey (consulté en juin 2021).

ESA – Electrical Safety Authority, s.d. Knob and Tube Wiring. Adresse : https://esasafe.com/home-renovation-buying-and-selling/knob-and-tube/ (consulté en décembre 2020).

Etkin, D. et E. Ho, 2007. « Climate change: Perceptions and discourses of risk », *Journal of Risk Research*, vol. 10, n°5, p. 623-641.

Etkin, D., 2010. *Canadians at Risk: Our exposure to natural hazards*, Toronto, ON, Institute for Catastrophic Loss Reduction.

Evans, M. et J. Carlson, 2012. « Left in the Dark ». *Modern Healthcare* (3 novembre).

Eves, C., 2002. « The long-term impact of flooding on residential property values », *Property Management*, vol. 20, n°4, p. 214-227.

Eyzaguirre, J. et F. J. Warren, 2014. « Chapitre 9 : Adaptation : établir un lien entre la recherche et la pratique », dans F.J. Warren et D.S. Lemmen (réd.), *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*, Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.

Eyzaguirre, J., M. Nelitz, H. Stager, et T. Webb, 2018. *Scoping the Integration of Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation in the Canadian Context*, Vancouver, BC, ESSA Technologies, Ltd.

Fahys, J., 2020. « Long-Term Health Effects of Wildfire Smoke Feared, With COVID as Wild Card ». *InsideClimate News* (26 octobre).

FBC – Fraser Basin Council, 2016. *Lower Mainland Flood Management Strategy: Phase 1 Summary Report*, Vancouver, BC, FBC.

FBC – Fraser Basin Council, s.d. Flood Management. Adresse : https://www.fraserbasin.bc.ca/water_flood.html (consulté en mars 2021).

FCM – Fédération Canadianne des Municipalités, 2021. Une solution nordique pour l'adaptation des collectivités. Adresse : https://fcm.ca/fr/ressources/mic/une-solution-nordique-pour-ladaptation-des-collectivites (consulté en janvier 2021).

FCM, UBC, et Université de Waterloo – Fédération Canadianne des Municipalitiés, Université de Colombie Britannique, and Université de Waterloo, 2019. *Local Adaptation in Canada: Survey Report*, Kelowna, BC, UBC.

Feltmate, B. et M. Moudrak, 2016. *Climate Change and the Preparedness of Canadian Provinces and Yukon to Limit Potential Flood Damage*, Waterloo, ON, Intact Centre on Climate Adaptation, University of Waterloo.

Feltmate, B. et M. Moudrak, 2021. *Climate Change and the Preparedness of 16 Major Canadian Cities to Limit Flood Risk*, Waterloo, ON, Intact Centre on Climate Adaptation.

Feltmate, B., N. Moudrak, K. Bakos, et B. Schofield, 2020. *Factoring Climate Risk into Financial Valuation*, Waterloo, ON, University of Waterloo.

FEMA – Federal Emergency Management Agency, 2011. *A Whole Community Approach to Emergency Management: Principles, Themes, and Pathways for Action*, Washington, DC, FEMA.

FEMA – Federal Emergency Management Agency, 2020. *National Risk Index: Primer*, Washington, DC, FEMA.

FEMA – Federal Emergency Management Agency, 2021a. Risk Rating 2.0: Equity in Action. Adresse : https://www.fema.gov/flood-insurance/risk-rating (consulté en juillet 2021).

FEMA – Federal Emergency Management Agency, 2021b. National Flood Insurance Program Community Rating System. Adresse : https://www.fema.gov/floodplain-management/community-rating-system (consulté en février 2021).

Fiedler, T., A. J. Pitman, K. Mackenzie, N. Wood, C. Jakob, et S. E. Perkins-Kirkpatrick, 2021. « Business risk and the emergence of climate analytics », *Nature Climate Change*, vol. 11, n°2, p. 87-94.

Field, C. B., V. R. Barros, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, M. van Aalst, W. N. Adger, … G. W. Yohe, 2014. « Technical Summary », dans Field, C. B., V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, . . . L. L. White (réd.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, New York, NY, Cambridge University Press.

FireSmart BC – FireSmart British Columbia, s.d. Indigenous Cultural Burning – Shackan. Adresse : https://firesmartbc.ca/resource/indigenous-cultural-burning-shackan/ (consulté en août 2021).

First Street Foundation, 2020a. First Street Foundation Releases New Data Disclosing Flood Risk of Every U.S. Home. Adresse : https://firststreet.org/press/2020-first-street-foundation-flood-model-launch/ (consulté en janvier 2021).

First Street Foundation, 2020b. *The First National Flood Risk Assessment: Defining America's Growing Risk*, New York, NY, First Street Foundation.

Flato, G., N. Gillett, V. Arora, A. Cannon, et J. Anstey, 2019. « Chapitre 3 : Modélisation des changements climatiques à l'avenir », dans Bush, E. et D. S. Lemmen (réd.), *Rapport sur le climat changeant du Canada*, Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.

Flavelle, C., 2020. « U.S. Flood Strategy Shifts to 'Unavoidable' Relocation of Entire Neighborhoods ». *The New York Times* (26 août).

Flint, C. G. et J. Stevenson, 2010. « Building community disaster preparedness with volunteers: Community emergency response teams in Illinois », *Natural Hazards Review*, vol. 11, n°3, p. 118-124.

Flood Re, 2018. *Our Vision: Securing a Future of Affordable Flood Insurance*, Londres, Royaume-Uni, Flood Re.

FMI – Fonds monétaire international 2020. *Rapport sur la stabilité financière dans le monde*, Washington, DC, FMI.

FMI – Fonds monétaire international, 2021. Remarks by IMF Managing Director at the Climate Adaptation Summit. Adresse : https://www.imf.org/en/News/Articles/2021/01/25/sp012521-md-remarks-at-the-climate-adaptation-summit (consulté en janvier 2021).

FNESS – First Nations' Emergency Services Society, 2021. First Nations Adapt Program (FNAP): Backgrounder - Infographics. Adresse : https://www.fness.bc.ca/core-programs/forest-fuel-management/first-nations-adapt-program (consulté en juillet 2021).

Foster, J., A. Lowe, et S. Winkelman, 2011. *The Value of Green Infrastructure for Urban Climate Adaptation*, Washington, DC, The Center for Clean Air Policy.

Fothergill, A., 2000. « Knowledge transfer between researchers and practitioners », *Natural Hazards Review*, vol. 1, n°2, p. 91-98.

Frank, S., E. Gesick, et D. G. Victor, 2021. *Inviting Danger: How Federal Disaster, Insurance and Infrastructure Policies are Magnifying the Harm of Climate Change*, Washington, DC, Brookings Institution.

Frank, T., 2020. « Riskiest Spot for Rising Seas Is 50 Miles from the Ocean ». *Scientific American* (25 novembre).

Fuentes, R., M. Galeotti, A. Lanza, et B. Manzano, 2020. « COVID-19 and climate change: A tale of two global problems », *Sustainability*, vol. 12, p. 8560.

Funston, B., 2014. *Emergency Preparedness in Canada's North: An Examination of Community Capacity*, St. John's, NL, Harris Centre.

Gallagher, J., 2014. « Learning about an infrequent event: Evidence from flood insurance take-up in the United States », *American Economic Journal: Applied Economics*, vol. 6, n°3, p. 206-233.

Galloway, G., 2012. « Flooded Out to Save Winnipeg, Lake St. Martin Residents Now Feel Forgotten ». *The Globe and Mail* (24 novembre).

Galloway, G., 2018. « 'It's Devastating to See': How a Rail Line Crisis is Threatening Churchill, Manitoba ». *The Globe and Mail* (6 août).

Gaskin, C. J., D. Taylor, S. Kinnear, J. Mann, W. Hillman, et M. Moran, 2017. « Factors associated with the climate change vulnerability and the adaptive capacity of people with disability: A systematic review », *Weather, Climate, and Society*, vol. 9, p. 801-814.

GC – Gouvernement du Canada, 2007. *Loi sur la gestion des urgences (L.C. 2007, ch. 15)*, Ottawa, ON, GC.

GC – Gouvernement du Canada, 2016. *Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques*, Ottawa, ON, Gouvernements fédéral, provincial et territorial.

GC – Gouvernement du Canada, 2019a. Possibilités de financement pour appuyer les mesures d'adaptation. Adresse : https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/adapter/financement.html (consulté en décembre 2020).

GC – Gouvernement du Canada, 2019b. *Stratégie de sécurité civile pour le Canada : Vers un 2030 marqué par la résilience*, Ottawa, ON, Sécurité publique Canada.

GC – Gouvernement du Canada, 2019c. *Rapport final du Groupe d'experts sur la finance durable – Mobiliser la finance pour une croissance durable*, Gatineau, QC, GC.

GC – Gouvernement du Canada, 2019d. *Investir dans la classe moyenne : Le budget de 2019*, Ottawa, ON, GC.

GC – Gouvernement du Canada, 2020. À propos du Centre canadien des services climatiques. Adresse : https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/centre-canadien-services-climatiques/a-propos.html (consulté en février 2020).

GC – Gouvernement du Canada, 2021a. Pourquoi le Canada veut-il mettre en œuvre la Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones? Adresse : https://www.justice.gc.ca/fra/declaration/pourquoi-why.html (consulté en mars 2021).

GC – Gouvernement du Canada, 2021b. *S'adapter aux impacts des changements climatiques au Canada : une mise à jour sur la Stratégie nationale d'adaptation*, Gatineau QC, GC.

GC – Gouvernement du Canada, 2021c. *Budget 2021 : une relance axée sur les emplois, la croissance et la résilience*, Ottawa, ON, GC.

GC – Gouvernement du Canada, s.d. *Integrating Capability-Based Planning into the Canadian Emergency Management System*, Ottawa, ON, GC.

GCA – Global Commission on Adaptation, 2019. *Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience*, Rotterdam, Pays-Bas, Global Center on Adaptation & World Resources Institute.

GIEC – Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2012. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, Cambridge University Press.

GIEC – Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Genève, Suisse, GIEC.

GIEC – Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2018. « Annex I: Glossary », dans Matthews, J. B. R. (réd.), *Special Report: Global Warming of 1.5°C*, sous presse.

GIEC – Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2021. « IPCC, 2021: Summary for Policymakers », dans Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, . . . B. Zhou (réd.), *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, sous presse, Cambridge University Press.

Giorgi, F., C. Jones, et G. R. Asrar, 2009. « Addressing climate information needs at the regional level: The CORDEX framework », *WMO Bulletin*, vol. 58, n°3, p. 175-183.

Giroux, S., 2020. « Laval Residents Affected by Flooding Request Class Action Lawsuit ». *CTV News* (8 janvier).

Glick, P., Powell, E., Schlesinger S., Ritter, J., Stein, B.A., Fuller, A., 2020. *The Protective Value of Nature: A Review of the Effectiveness of Natural Infrastructure for Hazard Risk Reduction*, Washington, DC, National Wildlife Federation.

Gneezy, A., A. Imas, et A. Jaroszewicz, 2020. « The impact of agency on time and risk preferences », *Nature Communications*, vol. 11, p. 1-9.

Golnaraghi, M., R. Muir-Wood, J. Guin, D. Whitaker, J. Slingo, G. Asrar, ... M. Beck, 2018. *Managing Physical Climate Risk: Leveraging Innovations in Catastrophe Risk Modelling*, Zurich, Suisse, The Geneva Association.

Golnaraghi, M., S. Surminski, et K.-U. Schanz, 2016. *An Integrated Approach to Managing Extreme Events and Climate Risks: Executive Summary and Policy Brief*, Zurich, Suisse, The Geneva Association.

Goodison, B. E., P. Y. T. Louie, et D. Yang, 1998. *WMO Solid Precipitation Measurement Intercomparison: Final Report*, Genève, Suisse, World Meteorological Association.

Gouv. de l'Ont. – Gouvernement de l'Ontario, 2020a. L'Ontario lance un volet Résilience à la COVID-19 pour des projets d'infrastructure. Adresse : https://news.ontario.ca/fr/release/58972/lontario-lance-un-volet-resilience-a-la-covid-19-pour-des-projets-dinfrastructure (consulté en décembre 2020).

Gouv. de l'Ont. – Gouvernement de l'Ontario, 2020b. *Sciences du comportement en Ontario : Rapport de mise à jour de 2020*, Toronto, ON, Gouv. de l'Ont.

Gouv. de la C.-B. – Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2019. *Resilient Infrastructure Engineering Design - Adaptation to the Impacts of Climate Change and Weather Extremes*, Vancouver, BC, BC Ministry of Transportation and Infrastructure.

Gouv. de la C.-B. – Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2021. Modernized Emergency Management Legislation. Adresse : https://www2.gov.bc.ca/gov/content/safety/emergency-preparedness-response-recovery/emergency-management-bc/legislation-and-regulations/modernizing-epa (consulté en mars 2021).

Gouv. de la C.-B. – Gouvernement de la Colombie-Britannique, s.d.-a. Behavioural Insights. Adresse : https://www2.gov.bc.ca/gov/content/governments/services-for-government/service-experience-digital-delivery/behavioural-insights (consulté en mars 2021).

Gouv. de la C.-B. – Gouvernement de la Colombie-Britannique, s.d.-b. Dike Management. Adresse : https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/air-land-water/water/drought-flooding-dikes-dams/integrated-flood-hazard-management/dike-management (consulté en août 2021).

Gouv. de la N.-É. – Gouvernement de la Nouvelle-Écosse, 2019a. *Public and Stakeholder Consultations on Coastal Protection Legislation in Nova Scotia*, Halifax, NS, Gouv. de la N.-É.

Gouv. de la N.-É. – Gouvernement de la Nouvelle-Écosse, 2019b. *Coastal Protection Act*, Halifax, NS, General Assembly of Nova Scotia.

Gouv. de la N.-É. – Gouvernement de la Nouvelle-Écosse, 2021. *Proposed Coastal Protection Act Regulations*, Halifax, NS, Gouv. de la N.-É.

Gouv. de la Sask. – Gouvernement de la Saskatchewan, 2018. *Saskatchewan's Climate Resilience Measurement Framework*, Regina, SK, Gouv. de la Sask.

Gouv. du N.-B. – Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2002. *Politique de conservation des terres humides du Nouveau-brunswick*, Fredericton, NB, Gouv. du N.-B.

Gouv. du Qc – Gouvernement du Québec, 1979. Act Respecting Land Use Planning and Development (R.S.Q., c. A-19.1). Adresse : https://www.ecolex.org/details/legislation/act-respecting-land-use-planning-and-development-rsq-c-a-191-lex-faoc052906/ (consulté en mars 2020).

Gouv. du Qc – Gouvernement du Québec, 2021. *Civil Protection Act, CQLR c S-2.3*, Quebec, QC, CanLII.

Greenan, B. J. W., T. S. James, J. W. Loder, P. Pepin, K. Azetsu-Scott, D. Ianson, … W. Perrie, 2019. « Chapitre 7: Changements touchant les océans qui bordent le Canada », dans Bush, E. et D. S. Lemmen (réd.), *Rapport sur le climat changeant du Canada*, Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.

GRID-Arendal, 2020. Northern Perspectives. Adresse : https://storymaps.arcgis.com/stories/74bf8d1540c542b7a444a5a2ba1559e2 (consulté en juillet 2021).

Grothmann, T. et F. Reusswig, 2006. « People at risk of flooding: Why some residents take precautionary action while others do not », *Natural Hazards*, vol. 38, n°1, p. 101-120.

Groupe Agéco, 2019. *Vers de Grandes Villes Résilientes : Le Coût de L'Adaptation aux Changements Climatiques*, Québec, QC, Groupe Agéco.

GVS – Gathering Voices Society, s.d. Revitalizing Traditional Fire Management in Tsilhqot'in Territory. Adresse : https://www.gatheringvoices.com/tsilhqotin1 (consulté en février 2021).

Hansen, K., 2018. « When Churchill Needed Ottawa, the Town was Ignored. Now, Ottawa Needs Churchill ». *Macleans* (13 novembre).

Hayhoe, K., D. J. Wuebbles, D. R. Easterling, D. W. Fahey, S. Doherty, J. Kossin, … M. Wehner, 2018. « Our Changing Climate », dans Reidmiller, D. R., C. W. Avery, D. R. Easterling, K. E. Kunkel, K. L. M. Lewis, T. K. Maycock et B. C. Stewart (réd.), *Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II*, Washington, DC, U.S. Global Change Research Program.

Hazlewood, J., 2020. « Heatwaves 'Devastating' for People Living on Waterloo Region's Streets ». *CBC News* (8 juillet).

Healy, A. et N. Malhotra, 2009. « Myopic voters and natural disaster policy », *American Political Science Review*, vol. 103, p. 387-406.

Henstra, D. et J. Thistlethwaite, 2017. *Climate Change, Floods, and Municipal Risk Sharing in Canada*, Toronto, ON, Institute on Municipal Finance & Governance and Munk School of Global Affairs.

Henstra, D., 2013. « Introduction: Multilevel Governance and Canadian Emergency Management Policy », dans Henstra, D. (réd.), *Multilevel Governance and Emergency Management in Canadian Municipalities*, Kingston, ON, McGill-Queen's University Press.

Henstra, D., J. Thistlethwaite, et T. Dordi, 2020. « Evaluating the suitability of policy instruments for urban flood risk reduction », *Local Environment*, vol. 25, n°2, p. 101-113.

Henstra, D., Thistlethwaite, J., 2017. *Overcoming Barriers to Meeting the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*, Waterloo, ON, Centre for International Governance Innovation.

Hewitt, K., 1983. *Interpretations of Calamity from the Viewpoint of Human Ecology*. Winchester, MA, Allen and Unwin, Inc.

Hewitt, R. J., V. Hernandez-Jimenez, A. Zazo-Moratalla, B. Ocon-Martin, L. P. Roman-Bermejo, et M. A. Encinas-Escribano (réd.), 2017. *Participatory Modelling for Resilient Futures: Action for Managing Our Environment from the Bottom-Up*. Amsterdam, Pays-Bas, Elsevier.

Hill, A. C. et L. Martinez-Diaz, 2020. *Building a Resilient Tomorrow: How to Prepare for the Coming Climate Disruption*. New York, NY, Oxford University Press.

Ho, V., 2020. « Hundreds of Thousands Brace for Power Shutoffs as California Fires Burn 2M Acres ». *The Guardian* (9 septembre).

Holzheu, T. et G. Turner, 2018. « The natural catastrophe protection gap: Measurement, root causes and ways of addressing underinsurance for extreme events », *The Geneva Papers on Risk and Insurance - Issues and Practice*, vol. 43, n°1, p. 37-71.

Howes, M., D. Grant-Smith, K. Reis, K. Bosomworth, P. Tangney, M. Heazle, … P. Burton, 2013. *Rethinking Disaster Risk Management and Climate Change Adaptation*, Gold Coast, Australie, National Climate Change Adaptation Research Facility.

Howitt, R., O. Havnen, et S. Veland, 2012. « Natural and unnatural disasters: Responding with respect for Indigenous rights and knowledges », *Geographical Research*, vol. 50, n°1, p. 47-59.

Hsiang, S., R. Kopp, A. Jina, J. Rising, M. Delgado, S. Mohan, … T. Houser, 2017. « Estimating economic damage from climate change in the United States », *Science*, vol. 356.

HUD – US Department of Housing and Urban Development, 2019. *Allocations, Common Application, Waivers, and Alternative Requirements for Community Development Block Grant Mitigation Grantees*, Washington, DC, HUD.

HUD – US Department of Housing and Urban Development, 2021. CDBG-MIT Overview. Adresse : https://www.hudexchange.info/programs/cdbg-mit/overview/ (consulté en juillet 2021).

Hurlbert, M., J. Krishnaswamy, E. Davin, F. X. Johnson, C. F. Mena, J. Morton, … Z. Zommers, 2019. « Chapter 7: Risk Management and Decision Making in Relation to Sustainable Development », dans Shukla, P. R., J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, . . . J. Malley (réd.), *Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*, Genève, Suisse, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

ICF, 2018. *Best Practices and Resources on Climate Resilient Natural Infrastructure*, Ottawa, ON, Canadian Council of Ministers of the Environment.

ICLR – Institut de prévention des sinistres catastrophiques, 2021. *Focus on Types of Flooding*, Toronto, ON, ICLR.

ICLR et FIDS – Institut de prévention des sinistres catastrophiques and Facility for Intelligent Decision Support, 2021. About the IDF_CC Tool. Adresse : https://www.idf-cc-uwo.ca/About (consulté en février 2021).

ICU – Institut canadien des urbanistes, s.d. *Model Standard of Practice for Climate Change Planning*, Ottawa, ON, ICU.

IISD – Institut international du développement durable, 2021. *Renforcer la résilience climatique des infrastructures canadiennes : Une revue de la littérature pour éclairer la voie à suivre. Winnipeg, MB, IISD.*

INFC – Infrastructure Canada, 2019a. Fonds d'atténuation et d'adaptation en matière de catastrophes : Aperçu. Adresse : https://www.infrastructure.gc.ca/dmaf-faac/index-fra.html (consulté en janvier 2020).

INFC – Infrastructure Canada, 2019b. Optique des changements climatiques - Lignes directrices générales. Adresse : https://www.infrastructure.gc.ca/pub/other-autre/cl-occ-fra.html (consulté en mars 2021).

INFC – Infrastructure Canada, 2019c. Canada Helps Protect Inuvik Mike Zubko Airport from Impacts of Climate Change. Adresse : https://www.newswire.ca/news-releases/canada-helps-protect-inuvik-mike-zubko-airport-from-impacts-of-climate-change-856761893.html (consulté en juillet 2021).

INFC – Infrastructure Canada, 2019d. Initiative sur les immeubles résilients aux changements climatiques et les infrastructures publiques de base. Adresse : https://www.infrastructure.gc.ca/plan/crbcpi-irccipb-fra.html (consulté en février 2020).

INFC – Infrastructure Canada, 2020a. Document d'information : Le programme d'infrastructure est élargi pour appuyer la résilience des collectivités à la COVID-19. Adresse : https://www.canada.ca/fr/bureau-infrastructure/nouvelles/2020/08/document-dinformation--le-programme-dinfrastructure-est-elargi-pour-appuyer-la-resilience-des-collectivites-a-la-covid-19.html (consulté en mars 2021).

INFC – Infrastructure Canada, 2020b. Programmes de financement d'Infrastructure Canada. Adresse : https://www.infrastructure.gc.ca/prog/programs-infc-summary-fra.html (consulté en janvier 2020).

Ingénieurs Canada, 2018. *Principes d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation de leurs effets – Guide public*, Ottawa, ON, Ingénieurs Canada.

Ingénieurs Canada, 2019. *Request for Proposal: Public Infrastructure Engineering Vulnerability Committee (PIEVC) Program*, Ottawa, ON, Ingénieurs Canada.

Ingénieurs Canada, s.d. La désignation de Professionnel de la résilience des infrastructures (PRI). Adresse : https://engineerscanada.ca/fr/services-aux-ingenieurs/la-designation-de-professionnel-de-la-resilience-des-infrastructures (consulté en février 2021).

Intelli-feu Canada, 2018. *Manuel Soyez Intelli-feu à domicile*, Edmonton, AB, Intelli-feu Canada.

Intelli-feu Canada, 2020. *Blazing the Trail: Celebrating Indigenous Fire Stewardship*, Sherwood Park, AB, Intelli-feu Canada.

IOG – Institut sur la gouvernance, 2018. Évaluation du Carrefour d'innovation du BCP, Ottawa, ON, IOG.

IRF – International River Foundation, 2021a. Thiess International River Prize. Adresse : https://riverfoundation.org.au/our-programs/riverprize/international-riverprize-2021/ (consulté en juillet 2021).

IRF – International River Foundation, 2021b. Previous Thiess International River Prize Award Winners. Adresse : https://riverfoundation.org.au/our-programs/riverprize/international-riverprize/previous-international-riverprize-winners/ (consulté en juillet 2021).

Isai, V., 2021. « Heat Wave Spread Fire That 'Erased' Canadian Town ». *The New York Times* (10 juillet).

ISO – Organisation internationale de normalisation, 2020. *Lignes directrices pour la prise en compte des changements climatiques dans les normes*, Genève, Suisse, ISO.

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, ITK.

ITK – Inuit Tapiriit Kanatami, 2019. *Stratégie nationale inuite sur les changements climatiques*, Ottawa, ON, ITK.

Jackson, H., 2019. « National Climate Emergency Declared by House of Commons ». *Global News* (17 juin).

JHCRC – Johns Hopkins Coronavirus Resource Center, 2021. COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU). Adresse : https://coronavirus.jhu.edu/map.html (consulté en février 2021).

Jia, G., E. Shevliakova, P. Artaxo, N. De Noblet-Ducoudré, R. Houghton, J. House, … L. Verchot, 2019. « Chapter 2 : Land–climate interactions », dans Shukla, P. R., J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, . . . J. Malley (réd.), *Climate Change and Land: An IPCC Special Report*, Genève, Suisse, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

Johnston, L. M. et M. D. Flannigan, 2018. « Mapping Canadian wildland fire interface areas », *International Journal of Wildland Fire*, vol. 27, p. 1-14.

Juillet, L., Koji, J., 2013. « Policy Change and Constitutional Order: Municipalities, Intergovernmental Relations, and the Recent Evolution of Canadian Emergency Management Policy », dans Henstra, D. (réd.), *Multilevel Governance and Emergency Management in Canadian Municipalities*, Montréal, QC and Kingston, ON, McGill-Queen's University Press.

JUS – Ministère de la Justice Canada, 2018. *Principes régissant la relation du Gouvernement du Canada avec les peuples autochtones*, Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.

Kahn, M. E., 2015. « Climate change adaptation will offer a sharp test of the claims of behavioral economics », *The Economists' Voice*, vol. 12, n°1, p. 25-30.

Kahneman, D. et A. Tversky, 1979. « Prospect theory: An analysis of decision under risk », *Econometrica*, vol. 47, n°2, p. 263-291.

Kahneman, D., 2011. *Thinking, Fast and Slow*. New York, NY, Farrar, Straus and Giroux.

Karambiri, H., M. Fowe Tazen, M. Bologo-Traore, L. A. Mounirou, G. Coulibaly, et K. Traore, 2018. *Future Pilot Floods: Build Relationship Between Flood Depth and Likely Damage (Depth-Damage Curves)*, 2iE.

Keller, J. et M. McClearn, 2020. « Why Fort McMurray's Flood Defences Weren't Ready When the Town Needed Them Most ». *The Globe and Mail* (21 mai).

Kelman, I., 2018. « Lost for words amongst disaster risk science vocabulary? », *International Journal of Disaster Risk Science*, vol. 9, p. 281-291.

Kelman, I., 2020. *Disaster by Choice*. New York, NY, Oxford University Press.

Kelman, I., J. Mercer, et J. C. Gaillard, 2017. « Why Act on Disaster Risk Reduction Including Climate Change Adaptation? », dans Kelman, I., J. Mercer et J. C. Gaillard (réd.), *The Routledge Handbook of Disaster Risk Reduction Including Climate Change Adaptation*, Londres, Royaume-Uni, Routledge.

Kenney, C. M. et S. Phibbs, 2015. « A Māori love story: Community-led disaster management in response to the Ōtautahi (Christchurch) earthquakes as a framework for action », *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 14, p. 46-55.

King, D., Y. Gurtner, A. Firdaus, S. Harwood, et A. Cottrell, 2016. « Land use planning for disaster risk reduction and climate change adaptation: Operationalizing policy and legislation at local levels », *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment, Development and Sustainability*, vol. 7, n°2, p. 158-172.

King-Scobie, C., 2019. *Urban Flood Management and Disaster in Canada: Incidence, Recovery Strategy, and Environmental Resilience.*Vancouver, BC, Université de la Colombie Britanique.

Kirchmeier-Young, M. C., H. Wan, et X. Zhang, 2021. « Anthropogenic contribution to the rainfall associated with the 2019 Ottawa river flood », *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 102, p. S33-S38.

Klima, K. et M. G. Morgan, 2015. « Ice storm frequencies in a warmer climate », *Climatic Change*, vol. 133, n°2, p. 209-222.

Klinenberg, E., 2015. « Is New York Ready for Another Sandy? ». *The New Yorker* (27 octobre).

Koliba, C. J., R. M. Mills, et A. Zia, 2011. « Accountability in governance networks: An assessment of public, private, and nonprofit emergency management practices following Hurricane Katrina », *Public Administration Review*, vol. 71, n°2, p. 210-220.

Kousky, C. et H. Kunreuther, 2014. « Addressing affordability in the National Flood Insurance Program », *Journal of Extreme Events*, vol. 01, n°01, p. 1450001.

Kousky, C., 2019. « The role of natural disaster insurance in recovery and risk reduction », *Annual Review of Resource Economics*, vol. 11, n°1, p. 399-418.

Kousky, C., E. O. Michel-Kerjan, et P. A. Raschky, 2018. « Does federal disaster assistance crowd out flood insurance? », *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 87, p. 150-164.

Kousky, C., M. Palim, et Y. Pan, 2020. « Flood damage and mortgage credit risk: A case study of Hurricane Harvey », *Journal of Housing Research*, vol. 29, n°sup1, p. S86-S120.

Kovacs, K., G. Beal, M. Golnaraghi, P. Koval, G. McBean, et B. Li, 2021. « Chapitre 8 : Divulgation, litiges et aspects financiers liés aux changements climatiques », dans Warren, F. J. et N. Lulham (réd.), *Le Canada dans un climat en changement : Rapport sur les enjeux nationaux*, Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.

Kovacs, P., 2010. *Reducing the Risk of Earthquake Damage in Canada: Lessons from Haiti and Chile*, Toronto, ON, Institut de pévention des sinistres catastrophiques.

Kovacs, P., 2018. *Development Permits: An Emerging Policy Instrument for Local Governments to Manage Interface Fire Risk in a Changing Climate*, Toronto, ON, Institut de pévention des sinistres catastrophiques.

Kovacs, P., S. Guilbault, et D. Sandink, 2014. *Cities Adapt to Extreme Rainfall: Celebrating Local Leadership*, Toronto, ON, Institut de pévention des sinistres catastrophiques.

Krawchuk, M. A., S. G. Cumming, M. D. Flannigan, et R. W. Wein, 2006. « Biotic and abiotic regulation of lighting fire initiation in the mixedwood boreal forest », *Ecology*, vol. 87, n°2, p. 458-468.

Kuhlicke, C., S. Seebauer, P. Hudson, C. Begg, P. Bubeck, C. Dittmer, … S. Bamberg, 2020. « The behavioral turn in flood risk management, its assumptions and potential implications », *WIREs Water*, vol. 7, n°3, p. e1418.

Kunda, Z., 1990. « The case for motivated reasoning », *Psychological Bulletin*, vol. 108, n°3, p. 480-498.

Kunreuther, H., 2015. « The role of insurance in reducing losses from extreme events: The need for public–private partnerships », *The Geneva Papers on Risk and Insurance - Issues and Practice*, vol. 40, n°4, p. 741-762.

KWL – Kerr Wood Leidal Associates Ltd., 2020. *Draft North Shore Sea Level Rise Risk Assessment & Adaptive Management Strategy*, Vancouver BC, KWL.

Lall, U., T. Johnson, P. Colohan, A. Aghakouchak, C. Brown, G. McCabe, … A. Sankarasubramanian, 2018. « Water », dans Reidmiller, D. R., C.W. Avery, D.R. Easterling, K.E. Kunkel, K.L.M. Lewis, T.K. Maycock et B. C. Stewart (réd.), *Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II*, Washington, DC, U.S. Global Change Research Program.

Lamond, J. et E. Penning-Rowsell, 2014. « The robustness of flood insurance regimes given changing risk resulting from climate change », *Climate Risk Management*, vol. 2, p. 1-10.

Lavell, A. et A. Maskrey, 2014. « The future of disaster risk management », *Environmental Hazards*, vol. 13, n°4, p. 267-280.

Lemos, M. C. et R. B. Rood, 2010. « Climate projections and their impact on policy and practice », *WIREs Climate Change*, vol. 1, n°5, p. 670-682.

Lempert, R., J. Arnold, R. Pulwarty, K. Gordon, K. Greig, C. H. Hoffman, … C. Werrell, 2018. « Reducing Risks Through Adaptation Actions », dans Reidmiller, D. R., C. W. Avery, D. R. Easterling, K. E. Kunkel, K. L. M. Lewis, T. K. Maycock et B. C. Stewart (réd.), *Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II*, Washington, DC, U.S. Global Change Research Program.

Lenton, T. M., J. Rockström, O. Gaffney, S. Rahmstorf, K. Richardson, W. Steffen, et H. J. Schellnhuber, 2019. « Climate tipping points: Too risky to bet against », *Nature*, vol. 575, n°7784, p. 592-595.

Li, C., S. Banholzer, C. Callihoo, et G. Felio, 2019. *Seeing through a New Climate Lens: Canada's Policy Approach to Climate-Resilient Infrastructure*, communication présentée dans le cadre du International Conference on Sustainable Infrastructure.

Li, L. et P. Chakraborty, 2020. « Slower decay of landfalling hurricanes in a warming world », *Nature*, vol. 587, n°7833, p. 230-234.

Lieske, D. J., T. Wade, et L. A. Roness, 2014. « Climate change awareness and strategies for communicating the risk of coastal flooding: A Canadian Maritime case example », *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol. 140, p. 83-94.

Lindell, M. K. et R. W. Perry, 2012. « The protective action decision model: Theoretical modifications and additional evidence », *Risk Analysis*, vol. 32, n°4, p. 616-632.

Lindell, M. K., S. Arlikatti, et C. S. Prater, 2009. « Why people do what they do to protect against earthquake risk: Perceptions of hazard adjustment attributes », *Risk Analysis*, vol. 29, n°8, p. 1072-1088.

Lindsay, J., 2018. « Natural Hazards Governance in Canada », dans, *Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science*, Oxford, Royaume-Uni, Oxford University Press.

Linnemayr, S., C. O'Hanlon, L. Uscher-Pines, K. Van Abel, et C. Nelson, 2016. « Using insights from behavioral economics to strengthen disaster preparedness and response », *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, vol. 10, n°5, p. 768-774.

Liu, K. et B. Bass, 2005. *Performance of Green Roof Systems*, Toronto, ON, Conseil national de recherches Canada.

Lloyds, 2014. *Catastrophe Modelling and Climate Change*, Londres, Royaume-Uni, Lloyds.

Lo, A., 2013. « The role of social norms in climate adaptation: Mediating risk perception and flood insurance purchase », *Global Environmental Change*, vol. 23, p. 1249–1257.

Luna, E. M., 2017. « Education and Training for Disaster Risk Reduction Including Climate Change Adaptation », dans Kelman, I., J. Mercer et J. C. Gaillard(réd.), *The Routledge Handbook of Disaster Risk Reduction Including Climate Change Adaptation*, Londres, Royaume-Uni, Routledge.

Lyle, T. S. et S. V. Hund, 2017. *Way forward for risk assessment tools in Canada*, Ottawa, ON, La Commission géologique du Canada.

MacKinnon, J., N. Heldsinger, et S. Peddle, 2018. *A Community Guide to Effective Flood Risk Communication: Promoting Personal Preparedness*, Waterloo, ON, Partners for Action.

MacLean, C., 2017. « Churchill, Man., Weighs Risk of Climate Change on Future of Port, Railway ». *CBC* (8 juillet).

Mailhot, A., S. Duchesne, C. Larrivée, G. Pelletier, S. Bolduc, F. Rondeau, ... G. Talbot, 2008. *Conception et Planification des Interventions de Renouvellement des Infrastructures de Drainage Urbain dans un Contexte D'Adaptation aux Changements Climatiques*, Ottawa, ON, Natural Resources Canada and Ouranos.

Malik, A., 2020. « How the P&C Industry Can Help Move the Needle on Building a Climate-Resilient Society ». *Canadian Underwriter* (14 février).

Malone, K. G., 2018. « Challenges and Opportunities: Climate Change, Rail Talks Bring Both to Churchill ». *CBC* (23 juillet).

Malone, K. G., 2020. « Manitoba reserve going to court to demand Ottawa extend flood evacuee benefits ». *CTV News* (13 janvier).

Manrique, D. R., S. Corral, et A. G. Periera, 2018. « Climate-related displacements of coastal communities in the Arctic: Engaging traditional knowledge in adaptation strategies and policies », *Environmental Science and Policy*, vol. 85, p. 90-100.

Marché Municipal, 2019. « La promenade de la grave à percé: Un littoral distingué », *Marché Municipal*, vol. 14, n°1, p. 18-19.

Markusoff, J., 2018. « In Calgary's Flood Zone, Most Residents Hang On—And Hope the Water Never Rises Again ». *Maclean's* (30 octobre).

Marteleira, M., 2017. *Adapting Disaster Risk Reduction Tools to Support Indigenous Resilience: A Case Study in the Strait of Georgia*, Vancouver BC, Université de la Colombie-Britannique.

Marten, R., T. Abrassart, et C. Boano, 2019. « Urban Planning and Natural Hazard Governance », dans, *Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science*, Oxford, Royaume-Uni, Oxford University Press.

Martin-Moreau, M. et D. Ménascé, 2018. « Conditions for success and implementation of resilience strategies », *Field Actions Science Reports*, vol., n°18.

Mauro, I., 2020. Pompiers Métis des 'Wildland' : prendre contacte avec l'intendance traditionnelle des terres. Adresse : https://atlasclimatique.ca/video/pompiers-metis-des-wildland (consulté en juillet 2021).

McCaffrey, S., 2015. « Community wildfire preparedness: A global state-of-the-knowledge summary of social science research », *Current Forestry Reports*, vol. 1, n°2, p. 81-90.

McCaffrey, S., T. K. McGee, M. Coughlan, et F. Tedim, 2020. « Chapter 8 - Understanding Wildfire Mitigation and Preparedness in the Context of Extreme Wildfires and Disasters: Social Science Contributions to Understanding Human Response to Wildfire », dans Tedim, F., V. Leone et T. K. McGee(réd.), *Extreme Wildfire Events and Disasters*, Cambridge, MA, Elsevier.

McGee, T. K., 2005. « Completion of recommended WUI fire mitigation measures within urban households in Edmonton, Canada », *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, vol. 6, n°3, p. 147-157.

McGee, T. K., B. L. McFarlane, et J. Varghese, 2009. « An examination of the influence of hazard experience on wildfire risk perceptions and adoption of mitigation measures », *Society & Natural Resources*, vol. 22, n°4, p. 308-323.

McKeown, D., 2015. *Reducing Health Risk from Extreme Heat in Apartment Buildings*, Toronto, ON, Ville de Toronto.

MECCS – Ministry of Environment and Climate Change Strategy, 2019. *Preliminary Strategic Climate Risk Assessment for British Columbia. Report prepared for the Government of British Columbia*, Victoria, BC, MECCS.

Meckbach, G., 2020. « Adjuster Training: How the Industry Can Up its Game ». *Canadian Underwriter* (31 août).

Mees, H. et P. Driessen, 2019. « A framework for assessing the accountability of local governance arrangements for adaptation to climate change », *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 62, n°4, p. 671-691.

Mekis, É., N. Donaldson, J. Reid, A. Zucconi, J. Hoover, Q. Li, … S. Melo, 2018. « An overview of surface-based precipitation observations at Environment and Climate Change Canada », *Atmosphere-Ocean*, vol., p. 1-25.

Meyer, C., 2021. « Texas Disaster Shows Need for Climate Audits of Power Grids, Experts Say ». *Ottawa Insider* (19 février).

Meyer, R. et H. Kunreuther, 2017. *The Ostrich Paradox: Why We Underprepare for Disasters*. Philadelphia, PA, Wharton School Press.

Miami-Dade County, 2021. Property Sale Disclosure. Adresse : https://www.miamidade.gov/environment/flood-disclosure.asp#:~:text=It%20is%20a%20requirement%20of,in%20either%20of%20those%20zones (consulté en mars 2021).

Miljure, B., 2020. « Vancouver Air quality Among World's worst Because of U.S. Fires ». *CTV News* (11 septembre).

Mitchell, B., C. Priddle, D. Shrubsole, B. Veale, et D. Walters, 2014. « Integrated water resource management: Lessons from conservation authorities in Ontario, Canada », *International Journal of Water Resources Development*, vol. 30, n°3, p. 460-474.

Mitchell, M. G. E., R. Schuster, A. L. Jacob, D. E. L. Hanna, C. O. Dallaire, C. Raudsepp-Hearne, … K. M. A. Chan, 2021. « Identifying key ecosystem service providing areas to inform national-scale conservation planning », *Environmental Research Letters*, vol. 16, n°1, p. 014038.

MNAI – Initiative des actifs naturels municipaux, 2021. A propos de nous. Adresse : https://mnai.ca/a-propos-de-nous/ (consulté en août 2021).

Molnar, M., P. Olmstead, M. Mitchell, C. Raudsepp-Hearne, et M. Anielski, 2021. « Chapitre 5 : Services écosystémiques », dans Warren, F. J. et N. Lulham (réd.), *Le Canada dans un climat en changement : Rapport sur les enjeux nationaux*, Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.

Moon, J. et K. Wallace, 2018. « Advocates for Homeless Call for More 24-hour Cooling Centres Amid Heat Wave ». *Toronto Star* (30 juin).

Mora, C., D. Spirandelli, E. C. Franklin, J. Lynham, M. B. Kantar, W. Miles, … C. L. Hunter, 2018. « Broad threat to humanity from cumulative climate hazards intensified by greenhouse gas emissions », *Nature Climate Change*, vol. 8, n°12, p. 1062-1071.

Morrison, A., B. F. Noble, et C. J. Westbook, 2018. « Flood risk management in the Canadian prairie provinces: Defaulting towards flood resistance and recovery versus resilience », *Canadian Water Resources Journal*, vol. 43, n°1, p. 33-46.

Moudrak, N. et B. Feltmate, 2017. *Preventing Disaster Before It Strikes: Developing a Canadian Standard for New Flood-Resilient Residential Communities*, Waterloo, ON, Intact Centre on Climate Adaptation.

Moudrak, N. et B. Feltmate, 2019. *Weathering the Storm: Developing a Canadian Standard for Flood-Resilient Existing Communities*, Waterloo, ON, Intact Centre on Climate Adaptation.

Moudrak, N. et B. Feltmate, 2020. *Under One Umbrella: Practical Approaches for Reducing Flood Risks in Canada*, Waterloo, ON, Intact Centre on Climate Adaptation.

MPA – Morrison Park Advisors, 2019. *Analysis of Potential Policy Incentives to Support Resilient Towers In Toronto*, Toronto, ON, MPA.

MREM – Ministres responsables de la sécurité civile, 2017. *Un cadre de sécurité civile pour le Canada - Troisième édition*, Ottawa, ON, Sécurité publique Canada.

Munich Re, 2017. *Natural Catastrophes 2016*, Munich, Allemagne, Munich Re.

Munich Re, 2020. Risks Posed by Natural Disasters. Adresse : https://www.munichre.com/en/risks/natural-disasters-losses-are-trending-upwards.html#-1624621007 (consulté en novembre 2020).

Murphy, B., L. Pearce, A. Chretien, et E. McLean-Purdon, 2017. *Mutual Aid and Service Agreements: Wise practices for First Nations Communities*, Ottawa, ON, Affaires autochtones et du Nord Canada.

Narayan, S., M. W. Beck, P. Wilson, C. J. Thomas, A. Guerrero, C. C. Shepard, … D. Trespalacios, 2017. « The value of coastal wetlands for flood damage reduction in the Northeastern USA », *Scientific Reports*, vol. 7, n°9463.

NCEI – National Centres for Environmental Information, 2021. Billion-Dollar Weather and Climate Disasters: Overview. Adresse : https://www.ncdc.noaa.gov/billions/overview (consulté en juin 2021).

Nemakonde, L. D., D. van Niekerk, et G. Wentink, 2017. « National and Sub-National Level Doing Disaster Risk Reduction Including Climate Change Adaptation », dans Kelman, I., J. Mercer et J. C. Gaillard (réd.), *The Routledge Handbook of Disaster Risk Reduction Including Climate Change Adaptation*, Londres, Royaume-Uni, Routledge.

Noble, I. R. S. H., Y. A. Anokhin, J. Carmin, D. G. F. P. Lansigan, B. Osman-Elasha, et A. Villamizar, 2014. « Adaptation Needs and Options », dans Field, C. B., V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, . . . L. L. White (réd.), *Climate Change 2014: Impacts, Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, New York, NY, Cambridge University Press.

Noël, B., 2013. Scientists Warn About Outdated Flood-Risk Maps. Adresse : https://www.cbc.ca/news/canada/new-brunswick/scientists-warn-about-outdated-flood-risk-maps-1.1347199 (consulté en juin 2021).

Norbury, K., 2013. « Aboriginal Insurance Aims to Fix Native Housing Problem ». *The Globe and Mail* (7 février).

Northcross, M., 2019. *Rebuild to Fail or Rebuild to Adapt: How CRA Lending Can Guide Climate Change Disaster Response*, San Francisco, CA, Federal Reserve Bank of San Francisco.

NRDC – Natural Resources Defense Council, 2012. *Looking Up: How Green Roofs and Cool Roofs Can Reduce Energy Use, Address Climate Change, and Protect Water Resources in Southern California*, New York City, NY, NRDC.

NRTEE – National Roundtable on the Environment and the Economy, 2009. *True North*, Ottawa, ON, NRTEE.

NYCDCP – New York City Department of City Planning, 2020. *NYC's Floodplain by the Numbers*, New York, NY, NYCDCP.

OAGO – Bureau de la vérificatrice générale de l'Ontario, 2017. « Chapitre 3, Secion 3.04 : Gestion des situations d'urgence en Ontario », dans *Rapport annuel 2017*, Toronto, ON, OAGO.

OBWB – Okanagan Basin Water Board, 2021a. What We Do – Overview. Adresse : https://www.obwb.ca/overview/ (consulté en janvier 2021).

OBWB – Okanagan Basin Water Board, 2021b. Projects. Adresse : https://www.obwb.ca/projects/ (consulté en juillet 2021).

OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2007. *Awareness and Education on Risk and Insurance Revised Analytical and Comparative Report*, Paris, France, OCDE.

OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2016a. *Improving the Evidence Base on the Costs of Disasters: Key Findings from an OECD Survey*, Paris, France, OCDE.

OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2016b. *Financial Management of Flood Risk*, Paris, France, OCDE.

OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2017a. *National Risk Assessments: A Cross Country Perspective*. Paris, France, OCDE.

OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2017b. *Behavioural Insights and Public Policy*. Paris, France, OCDE.

OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2020a. *Nature-based solutions for adapting to water-related climate risks*. Paris, France, OCDE.

OCDE – Organisation de coopération et de développement économiques, 2020b. *Linking Indigenous Communities with Regional Development in Canada*. Paris, France, OCDE.

OCDE et la Banque mondiale – Organisation de coopération et de développement économiques et la Banque mondiale, 2019. *Fiscal Resilience to Natural Disasters: Lessons from Country Experiences*. Paris, France, OCDE.

O'Donoghue, T. et M. Rabin, 1999. « Doing it now or later », *American Economic Review*, vol. 89, n°1, p. 103-124.

OFNTSC – Ontario First Nations Technical Services Corporation, 2020. First Nations Infrastructure Resilience Toolkit (FN-IRT). Adresse : https://ofntsc.org/our-services/core-services/operations-and-maintenance/first-nations-infrastructure-resilience (consulté en octobre 2021).

ONU – Organisation des Nations unies, 2015. *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*, New York, NY, UN Publications.

Ordóñez, C. et P. N. Duinker, 2014. « Assessing the vulnerability of urban forests to climate change », *Environmental Reviews*, vol. 22, p. 311-321.

Oritz, J. L., 2019. « 'Deeply Sorry' PG&E Takes Blame for California's Deadliest Wildfire, Seeks 'Technologies' to Limit Future Risks ». *USA Today* (4 décembre).

Orr, A., C. A. L. Migliaccio, M. Buford, S. Ballou, et C. T. Migliaccio, 2020. « Sustained effects on lung function in community members following exposure to hazardous PM2.5 levels from wildfire smoke », *Toxics*, vol. 8, n°3, p. 53.

Oulahen, G., Y. Klein, L. Mortsch, E. O'Connell, et D. Harford, 2018. « Barriers and drivers of planning for climate change adaptation across three levels of Government in Canada », *Planning Theory & Practice*, vol. 19, n°3, p. 405-421.

Oxfam, 2010. *Gender, Disaster Risk Reduction, and Climate Change Adaptation: A Learning Companion*, Cowly, Royaume-Uni, Oxfam GB.

Oxfam, 2013. *No Accident: Resilience and the Inequality of Risk*, Cowly, Royaume-Uni, Oxfam.

Padhy, S. K., S. Sarkar, M. Panigrahi, et S. Paul, 2015. « Mental health effects of climate change », *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, vol. 19, n°1, p. 3-7.

PAGC – Prince Albert Grand Council, 2020. *Overcoming Adversity: Annual Report*, Prince Albert, SK, PAGC Offices.

Palecki, M. A., S. A. Changnon, et K. E. Kunkel, 2001. « The nature and impacts of the July 1999 heat wave in the midwestern United States: Learning from the lessons of 1995 », *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 82, n°7, p. 1353-1368.

Parsons, P. et BCREA – British Columbia Real Estate Association, 2015. *BC Floodplain Map Inventory Report*. Vancouver BC, BCREA.

PCC – Prairie Climate Centre, 2019. *Heat Waves and Health: A Special Report on Climate Change in Canada*. Winnipeg, MB, PCC.

PCIC – Pacific Climate Impacts Consortium, s.d. BC Station Data. Adresse : https://www.pacificclimate.org/data/bc-station-data (consulté en juin 2021).

Penning-Rowsell, E. C., Becker, M., 2019. *Flood Risk Management: Global Case Studies of Governance, Policy and Communities*. Londres, Royaume-Uni and New York, NY, Routledge, Taylor and Francis Group.

Pentland, R. et C. Wood, 2013. *Down the Drain: How We are Failing to Protect Our Water Resources.* Vancouver, BC, Greystone Books.

Peter, B. et S. Wang, 2006. « Risques d'incendies et tendances démographiques dans les zones péri-urbaines au Canada », dans Hirsch, K. et P. Fuglem (réd.), *Stratégie Canadienne en matière de feux de forêt : synthèses de fond, analyses et perspectives.* Ottawa, ON, Conseil canadien des ministres des Forêts et Ressources naturelles Canada.

Phillips, C. A., A. Caldas, R. Cleetus, K. A. Dahl, J. Declet-Barreto, R. Licker, … C. J. Carlson, 2020. « Compound climate risks in the COVID-19 pandemic », *Nature Climate Change*, vol. 10, n° juillet 2020, p. 586-587.

Pielke, R., 2019. « Tracking progress on the economic costs of disasters under the indicators of the sustainable development goals », *Environmental Hazards*, vol. 18, n°1, p. 1-6.

Pinchot, A. C., Giulia, 2019. *What Investors Want from Sustainability Data*. Washington, DC, World Resources Institute.

PM – Premier Ministre du Canada, 2019a. Lettre de mandat du ministre de la Sécurité publique et de la Protection civile. Adresse : https://pm.gc.ca/fr/lettres-de-mandat/2019/12/13/lettre-de-mandat-du-ministre-de-la-securite-publique-et-de-la (consulté en mars 2020).

PM – Premier Ministre du Canada, 2019b. Lettre de mandat du ministre de l'Environnement et du Changement climatique. Adresse : https://pm.gc.ca/fr/lettres-de-mandat/2019/12/13/lettre-de-mandat-du-ministre-de-lenvironnement-et-du-changement (consulté en mars 2020).

PM – Premier Ministre du Canada, 2019c. Lettre de mandat du ministre des Ressources naturelles. Adresse : https://pm.gc.ca/fr/lettres-de-mandat/2019/12/13/lettre-de-mandat-du-ministre-des-ressources-naturelles (consulté en mars 2020).

PM – Premier Ministre du Canada, 2020. Le premier ministre annonce de nouvelles mesures de soutien aux entreprises afin d'aider à protéger les emplois canadiens. Adresse : https://pm.gc.ca/fr/nouvelles/communiques/2020/05/11/premier-ministre-annonce-de-nouvelles-mesures-de-soutien-aux (consulté en février 2020).

Porter, J. J. et S. Dessai, 2017. « Mini-me: Why do climate scientists' misunderstand users and their needs? », *Environmental Science & Policy*, vol. 77, p. 9-14.

Porter, K. et C. Scawthorn, 2020. *Estimating the Benefits of Climate Resilient Buildings and Core Public Infrastructure (CRBCPI)*, Toronto, ON, Institut de prévention des sinistres catastrophes.

Porter, K., N. Dash, C. Huyck, J. Santos, C. Scawthorn, M. Eguchi, … A. Cohen-Porter, 2019. *Natural Hazard Mitigation Saves: 2019 Report*, Washington, DC, Multi-Hazard Mitigation Council, National Institute of Building Sciences.

Pörtner, H.-O., D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, … N. M. Weyer, 2019. « Technical Summary », dans Pörtner, H.-O., D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, . . . N. M. Weyer (réd.), *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*, Genève, Suisse, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

PRA – Bank of England Prudential Regulation Authority, 2015. *The Impact of Climate Change on the UK Insurance Sector*, Londres, Royaume-Uni, PRA.

Press, J., 2017. Documents Show Many Cities Wary of Mapping, Publicizing Flood Risks. Adresse : https://ottawacitizen.com/news/documents-show-many-cities-wary-of-mapping-publicizing-flood-risks (consulté en juin 2021).

Prior, T. et C. Eriksen, 2013. « Wildfire preparedness, community cohesion and social–ecological systems », *Global Environmental Change*, vol. 23, n°6, p. 1575-1586.

Puxley, C., 2015. « Nearly Half of Canada's First Nation Reserves Have 'Little to No' Fire Protection: Report ». *The Canadian Press* (21 décembre).

Quigley, K., B. Bisset, et B. Bryan Mills, 2017. *Too Critical to Fail: How Canada Manages Threats to Critical Infrastructure*. Kingston, ON, McGill-Queen's Press.

Raikes, J. et G. McBean, 2017. « Institutional response to disaster risk: The City of Vancouver and District of Maple Ridge, British Columbia, Canada », *Regional Environmental Change*, vol. 17, p. 2433-2441.

RCAANC – Relations Couronne-Autochtones et Affaires du Nord Canada, 2019. Programme de surveillance du climat dans les collectivités autochtones : lignes directrices sur le financement pour 2018-2019. Adresse : https://www.rcaanc-cirnac.gc.ca/fra/1512489182833/1594738437598 (consulté en mars 2019).

RCN – Resilient Cities Network, 2021. Resilient Cities Network. Adresse : https://resilientcitiesnetwork.org/ (consulté en mars 2021).

RCNNDA – Royal Commission into National Natural Disaster Arrangements, 2020. *Royal Commission into National Natural Disaster Arrangements Report*, Canberra, Australie, Gouvernement de l'Australie.

Ready, 2021. Community Emergency Response Team. Adresse : https://www.ready.gov/cert (consulté en juillet 2021).

Reed, G., N. D. Brunet, et D. C. Natcher, 2020. « Can Indigenous community-based monitoring act as a tool for sustainable self-determination? », *The Extractive Industries and Society*, vol. 7, n°4, p. 1283-1291.

Righter, D., 2021. *From Groundwork to Implementation: A Systematic Review of Coastal Adaptation Planning in Nova Scotia, Canada*, Vancouver, BC, University of British Columbia.

Rijke, J., S. Van Herk, C. Zevenbergen, et R. Ashley, 2012. « Room for the River: Delivering integrated river basin management in the Netherlands », *International Journal of River Basin Management*, vol. 10, n°4, p. 369-382.

RNCan – Ressources naturelles Canada, 2017. Raison d'être, mandat et rôle : composition et responsabilités. Adresse : https://www.rncan.gc.ca/node/rapports-et-responsabilisation/plans-et-rapports-sur-le-rendement/plan-ministeriel-anciennement-appele-rapport-sur-les-plans-et-les/raison-detre-mandat-et-role-composition-et-responsabilites?_ga=2.251237766.1617935604.1633566852-429349772.1633188798 (consulté en janvier 2021).

RNCan – Ressources naturelles Canada, 2019. Dangers Naturels. Adresse : https://www.rncan.gc.ca/science-et-donnees/science-et-recherche/dangers-naturels/10668?_ga=2.257555851.1617935604.1633566852-429349772.1633188798 (consulté en février 2020).

RNCan – Ressources naturelles Canada, 2020a. Plateforme canadienne d'adaptation aux changements climatiques. Adresse : https://www.rncan.gc.ca/changements-climatiques/impacts-adaptation/plateforme-canadienne-dadaptation-changements-climatiques/10028?_ga=2.8952885.1617935604.1633566852-429349772.1633188798 (consulté en février 2021).

RNCan – Ressources naturelles Canada, 2020b. Coûts de la protection contre les feux de forêt. Adresse : https://www.rncan.gc.ca/changements-climatiques/impacts-adaptation/changements-climatiques/indicateurs-des-changements-forestiers/couts-protection-contre-feux-foret/17784?_ga=2.206237843.1617935604.1633566852-429349772.1633188798 (consulté en janvier 2021).

RNM – Ralliement national des Métis, 2019. Environment Knowledge Place. Adresse : https://environment.metisportals.ca/Menu/ (consulté en juillet 2021).

RNM – Ralliement national des Métis, 2021. *Governance*, Ottawa, ON, RNM.

RNPN, FEMA, et NOAA – Resilient Nation Partnership Network, Federal Emergency Management Agency, National Oceanic and Atmospheric Administration, 2021. *Building Alliances for Equitable Resilience*, Washington, DC, RNPN, FEMA, and NOAA.

Rockefeller Foundation et ARUP, 2014. *City Resilience Framework*, New York, NY, Rockefeller Foundation.

Roy, P., E. Fournier, et D. Huard, 2017. *Guide de normalisation pour les données météorologiques, l'information climatique et les prévisions relatives aux changements climatiques*, Montréal, QC, Ouranos.

RSA Canada – Royal & Sun Alliance Insurance Company of Canada, 2021. WWF-Canada: WWF-CANADA : Collaboration pour les communautés résistantes aux changements climatiques. Adresse : https://www.rsagroup.ca/fr/notre-societe/responsabilite-dentreprise/wwf-canada-collaboration-pour-les-communautes-resistantes (consulté en juillet 2021).

Rutledge, A., 2017. « Re-imagining the Shoreline: Opportunities for Managed Retreat ». *HazNet*.

SAC – Services aux Autochtones Canada, 2019a. Graphique des coûts remboursés. Adresse : https://www.sac-isc.gc.ca/fra/1560363002018/1560363016109 (consulté en janvier 2020).

SAC – Services aux Autochtones Canada, 2019b. Programme d'aide à la gestion des urgences. Adresse : https://www.sac-isc.gc.ca/fra/1534954090122/1535120506707 (consulté en janvier 2020).

SAC – Services aux Autochtones Canada, 2020. *Contributions pour appuyer la gestion des urgences dans le cadre des activités dans les réserves: Terms and Conditions*, Ottawa, ON, ISC.

Sandink, D., P. Kovacs, G. Oulahen, et G. McGillivray, 2010. *Making Flood Insurable for Canadian Homeowners: A Discussion Paper*, Toronto, ON, Institute de prévention des sinistres catastrophiques & Swiss Reinsurance Company Ltd.

Sankey, S., 2018. *Blueprint for Wildland Fire Science in Canada (2019–2029)*, Edmonton, AB, Ressources naturelles Canada.

Santé Montréal, 2019. Chaleur Extrême : 66 Décès sur l'île de Montréal en 2018. Adresse : https://santemontreal.qc.ca/population/coronavirus-covid-19/actualites/nouvelle/chaleur-extreme-66-deces-sur-lile-de-montreal-en-2018/ (consulté en août 2021).

Sanusi, R., D. Johnstone, P. May, et S. J. Livesley, 2016. « Street Oorientation and side of the street greatly influence the microclimatic benefits street trees can provide in summer », *Journal of Environmental Quality*, vol. 45, p. 167-174.

Sauchyn, D., D. Davidson, et M. Johnston, 2020. « Chapitre 4 : Province des Prairies », dans Warren, F. J., N. Lulham et D. S. Lemmen (réd.), *Le Canada dans un climat en changement : Rapport sur les perspectives régionales*, Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.

Saunders-Hastings, P., M. Bernard, et B. Doberstein, 2020. *Planned Retreat Approaches to Support Resilience to Climate Change in Canada*, Ottawa, ON, Ressources naturelles Canada.

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*, Ottawa, ON, Institut Canadien pour les Choix Climatiques.

SC – Santé Canada, 2011. *Adaptation aux périodes de chaleur accablante : Lignes directrices pour évaluer la vulnérabilité en matière de santé*, Ottawa, ON, SC.

SCF – Service canadien des forêts, 2020. *Canadian Wildland Fire Evacuation Database*, Ottawa, ON, Ressources naturelles Canada.

Schardong, A., S. P. Simonovic, A. Gaur, et D. Sandink, 2020. « Web-based tool for the development of intensity duration frequency curves under changing climate at gauged and ungauged locations », *Water*, vol. 12, p. 1-31.

Scheyder, E. et E. Seba, 2017. « Harvey Throws a Wrench Into U.S. Energy Engine ». *Reuters* (27 août).

Schwab, J. C., 2019. « Planning Systems for Natural Hazard Risk Reduction », dans, *Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science*, Oxford, Royaume-Uni, Oxford University Press.

Scott, J. C., D. Cabello-Llamas, et P. Bittner, 2012. *Engaging Indigenous Peoples in Disaster Risk Reduction*, New York, NY, United Nations Permanent Forum on Indigenous Issues.

SCT – Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada, 2012. *Norme sur les données géospatiales*, Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.

SCT – Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada, 2016. Guide de gestion intégrée du risque : Approche recommandée pour la préparation d'un profil de risque organisationnel. Adresse : https://www.canada.ca/fr/secretariat-conseil-tresor/organisation/gestion-risque/guide-gestion-integree-risque.html (consulté en juin 2021).

SCT – Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada, 2020. *Politique sur les services et le numérique*, Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.

SDG&E – San Diego Gas & Electric Company, 2020. *Wildfire Mitigation Plan*, San Diego, CA, SDG&E.

Shauffler, F. M., 2014. *Municipal Climate Change Adaptation around the Bay of Fundy: Status and Needs*, Gulf of Maine Council on the Marine Environment.

Shaw, A., N. Satija, et K. Collier, 2016. Boomtown, Flood Town. Adresse : https://www.propublica.org/article/boomtown-flood-town-text (consulté en mars 2021).

Shrubsole, D., G. Brooks, R. Halliday, E. Haque, A. Kumar, J. Lacroix, ... S. P. Simonovic, 2003. *An Assessment of Flood Risk Management in Canada*, Toronto, ON, Institut de prévention des sinistres catastrophiques.

Shughart, W. F. I., 2011. « Disaster relief as bad public policy », *The Independent Review*, vol. 15, n°4, p. 519-539.

Siders, A., 2013. *Managed Coastal Retreat: A Legal Handbook on Shifting Development Away from Vulnerable Areas*, New York, NY, Columbia Center for Climate Change Law.

Slezak, M., 2013. « Australian Inferno Previews Fire-Prone Future ». *New Scientist* (16 janvier).

SP – Sécurité publique Canada, 2007. *Lignes directrices sur les Accords d'aide financière en cas de catastrophe*, Ottawa, ON, SP.

SP – Sécurité publique Canada, 2012. *Lignes directrices sur la méthodologie d'évaluation tous risques 2012-2013*, Ottawa, ON, SP.

SP – Sécurité publique Canada, 2017a. Évaluation 2016-2017 des Accords d›aide financière en cas de catastrophe, Ottawa, ON, SP.

SP – Sécurité publique Canada, 2017b. Programmes d'aide en cas de catastrophe - Programmes fédéraux par sujets. Adresse : https://www.securitepublique.gc.ca/cnt/mrgnc-mngmnt/rcvr-dsstrs/dsstr-ssstnc-prgrms/dsstr-ssstnc-prgrms-tpc-fr.aspx (consulté en décembre 2020).

SP – Sécurité publique Canada, 2019a. Base de données canadienne sur les catastrophes. Adresse : https://www.securitepublique.gc.ca/cnt/rsrcs/cndn-dsstr-dtbs/index-fr.aspx (consulté en mars 2020).

SP – Sécurité publique Canada, 2019b. Accords d'aide financière en cas de catastrophe (AAFCC). Adresse : https://www.securitepublique.gc.ca/cnt/mrgnc-mngmnt/rcvr-dsstrs/dsstr-fnncl-ssstnc-rrngmnts/index-fr.aspx (consulté en janvier 2020).

SP – Sécurité publique Canada, 2019c. À propos de Sécurité publique Canada. Adresse : https://www.securitepublique.gc.ca/cnt/bt/index-fr.aspx (consulté en janvier 2021).

SP – Sécurité publique Canada, 2020a. *Rapport sur les résultats ministériels 2019-2020*, Ottawa, ON, SP.

SP – Sécurité publique Canada, 2020b. Gouvernement du Canada crée le Groupe de travail sur l'assurance contre les inondations et la réinstallation. Adresse : https://www.canada.ca/fr/securite-publique-canada/nouvelles/2020/11/gouvernement-du-canada-cree-le-groupe-de-travail-sur-lassurance-contre-les-inondations-et-la-reinstallation.html (consulté en décembre 2020).

SP – Sécurité publique Canada, 2020c. *Sommaire de l'évaluation du Programme national d'atténuation des catastrophes (PNAC)*, Ottawa, ON, SP.

SP – Sécurité publique Canada, 2021. Programme national d'atténuation des catastrophes (PNAC). Adresse : https://www.securitepublique.gc.ca/cnt/mrgnc-mngmnt/dsstr-prvntn-mtgtn/ndmp/index-fr.aspx (consulté en août 2021).

Spak, S., 2005. « The position of Indigenous knowledge in Canadian co-management organizations », *Anthropologica*, vol. 47, n°2, p. 233-246.

Spalding, M. D., S. Ruffo, C. Lacambra, I. Meliane, L. Z. Hale, C. C. Shepard, et M. W. Beck, 2014. « The role of ecosystems in coastal protection: Adapting to climate change and coastal hazards », *Ocean & Coastal Management*, p. 50-57.

Spannagel, E., 2021. Record Canada Heat Harms Older People and People with Disabilities. Adresse : https://www.hrw.org/news/2021/07/09/record-canada-heat-harms-older-people-and-people-disabilities (consulté en août 2021).

St Amour-Gomes, S., N. Heldsinger, et S. Peddle, 2018. *Flood Risk Reduction in Canada: The Road to Becoming a Trusted Source for Preparedness Information*, Waterloo, ON, Partners for Action and the Canadian Red Cross.

St. John, J., 2019. « California Governor Calls for Customer Rebates in Wake of PG&E Blackouts ». *Green Tech Media* (15 octobre).

Stacey, J., 2019. « Tsilqot'in Nation Addresses Climate Disasters ». *The Conversation* (13 juin).

Stafford, R., B. Chamberlain, L. Clavey, P. K. Gillingham, S. McKain, M. D. Morecroft, … O. Watts, 2021. *Nature-based Solutions for Climate Change in the UK: A Report by the British Ecological Society,* Londres, Royaume-Uni, The British Ecological Society.

Stantec, 2019. *First Nations Infrastructure Resilience Toolkit: Development & Pilot Projects*, Ottawa, ON, Stantec.

StatCan – Statistique Canada, 1998. Le Recensement de 1996 : données sur les Autochtones. Adresse : https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/980113/dq980113-fra.htm (consulté en juillet 2021).

StatCan – Statistique Canada, 2015. Graphique 1: Chiffres de population selon l'identité autochtone, 2006. Adresse : https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/89-645-x/2010001/c-g/c-g001-fra.htm (consulté en juillet 2021).

StatCan – Statistique Canada, 2016. Les expériences des Canadiens liées aux situations d'urgence et aux catastrophes, 2014. Adresse : https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/85-002-x/2016001/article/14469-fra.htm (consulté en juillet 2021).

StatCan – Statistique Canada, 2019. Série « Perspective géographique », Recensement de 2016. Adresse : https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/as-sa/fogs-spg/Facts-can-fra.cfm?LANG=Fra&GK=CAN&GC=01&TOPIC=9 (consulté en juillet 2021).

Steelman, T. A. et S. McCaffrey, 2013. « Best practices in risk and crisis communication: Implications for natural hazards management », *Natural Hazards*, vol. 65, n°1, p. 683-705.

Stern, J., 2020. « Two Disasters Are Exponentially Worse Than One ». *The Atlantic* (21 août).

Stevens, M. R. et S. Hanschka, 2014. « Municipal flood hazard mapping: The case of British Columbia, Canada », *Natural Hazards*, vol. 73, p. 907-932.

Swain, D. L., D. Singh, D. Touma, et N. S. Diffenbaugh, 2020. « Attributing extreme events to climate change: A new frontier in a warming world », *One Earth*, vol. 2, n°6, p. 522-527.

Swiss Re – Swiss Reinsurance Company Ltd., 2016. *The Road to Flood Resilience in Canada*, Zurich, Suisse, Swiss Re.

Swiss Re – Swiss Reinsurance Company Ltd., 2018. *Closing the Protection Gap. Disaster Risk Financing: Smart Solutions for the Public Sector*, Zurich, Suisse, Swiss Re.

Swiss Re – Swiss Reinsurance Company Ltd., 2019. *Natural Catastrophes and Man-Made Disasters in 2018: "Secondary" Perils on the Frontline*, Zurich, Suisse, Swiss Re.

Swiss Re – Swiss Reinsurance Company Ltd., 2020. What is Parametric Insurance? Adresse : https://corporatesolutions.swissre.com/insights/knowledge/what_is_parametric_insurance.html (consulté en décembre 2020).

Swiss Re et GIF – Swiss Reinsurance Company Ltd. and Global Infrastructure Facility, 2021. *Closing the Infrastructure Gap Mobilising Institutional Investment into Sustainable, Quality Infrastructure in Emerging Markets and Developing Economies (EMDEs)*, Zurich, Suisse, Swiss Re Institute.

Tait, C., 2020. « This Time, Floods May Reshape Fort McMurray ». *The Globe and Mail* (11 juillet).

Taylor, K. et T. Birkland, 2019. « The Politics and Governance of Mitigation: Considerations for Planning », dans Lindell, M. K. (réd.), *The Routledge Handbook of Urban Disaster Resilience: Integrating Mitigation, Preparedness, and Recovery Planning*, Abingdon, Royaume-Uni, Routledge.

TCFD – Task Force on Climate-Related Financial Disclosures, 2017. *Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures*, Basel, Suisse, TCFD.

TCFD – Task Force on Climate-Related Financial Disclosures, 2020. *Task Force on Climate-related Financial Disclosures Guidance on Risk Management Integration and Disclosure*, Basel, Suisse, TCFD.

Terpstra, T. et J. M. Gutteling, 2008. « Households› perceived responsibilities in flood risk management in The Netherlands », *International Journal of Water Resources Development*, vol. 24, n°4, p. 555-565.

Teufel, B., G. T. Diro, K. Whan, S. M. Milrad, D. I. Jeong, A. Ganji, … L. Sushama, 2017. « Investigation of the 2013 Alberta flood from weather and climate perspectives », *Climate Dynamics*, vol. 48, n°9, p. 2881-2899.

Teufel, B., L. Sushama, O. Huziy, G. T. Diro, D. I. Jeong, K. Winger, … V. T. V. Nguyen, 2019. « Investigation of the mechanisms leading to the 2017 Montréal flood », *Climate Dynamics*, vol. 52, n°7, p. 4193-4206.

TFRR – Task Force for a Resilient Recovery, 2020. *Bridge to the Future: Final Report from the Task Force for a Resilient Recovery*, TFRR.

THA – Texas Hospital Association, s.d. *Texas Hospital Association Hurricane Harvey Analysis*, Austin, TX, THA.

Thaler, R. et C. Sunstein, 2008. *Nudge: The Gentle Power of Choice Architecture.* New Haven, CT, Yale University Press.

Thieken, A. H., T. Bessel, S. Kienzler, H. Kreibich, M. Müller, S. Pisi, et K. Schröter, 2016. « The flood of June 2013 in Germany: How much do we know about its impacts? », *Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol. 16, n°6, p. 1519-1540.

Thistlethwaite, J. et D. Henstra, 2017. « Municipal flood risk sharing in Canada: A policy instrument analysis », *Canadian Water Resources Journal*, p. 1-15.

Thistlethwaite, J., D. Henstra, et A. Ziolecki, 2020. *Managed Retreat from High-risk Flood Areas: Design Considerations for Effective Property Buyout Programs*, Waterloo, ON, Centre for International Governance Innovation.

Thistlethwaite, J., D. Henstra, S. Peddle, et D. Scott, 2017. *Canadian Voices on Changing Flood Risk: Findings from a National Survey*, Waterloo, ON, Université de Waterloo.

Thomassin, A., T. Neale, et J. K. Weir, 2019. « The natural hazard sector's engagement with Indigenous peoples: A critical review of CANZUS countries », *Geographical Research*, vol. 57, n°2, p. 164-177.

Thompson, S., M. Ballard, et D. Martin, 2014. « Lake St. Martin First Nation community members' experiences of induced displacement: "We're like refugees" », *Refuge*, vol. 29, n°2, p. 75-86.

TPSGC – Services publics et Approvisionnement Canada, 2020. Soumissionner des marchés. Adresse : https://achatsetventes.gc.ca/pour-les-entreprises/vendre-au-gouvernement-du-canada/soumissionner-des-marches (consulté en janvier 2021).

TRCA – Toronto and Region Conservation Authority, 2010. *Low Impact Development Stormwater Management Planning and Design Guide*, Toronto, ON, TRCA.

TRCA – Toronto and Region Conservation Authority, s.d. Flood Risk Management - History. Adresse : https://trca.ca/conservation/flood-risk-management/history/ (consulté en décembre 2020).

TRNEE – Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, 2011. *Paying the Price: The Economic Impacts of Climate Change for Canada*, Ottawa, ON, TRNEE.

Tsilhqot'in National Government, Gouv. de la C.-B., et GC – Gouvernement de la Colombie-Britannique et le Gouvernement du Canada, 2018. *Collaborative Emergency Management Agreement*, Victoria, BC, Tsilhqot'in National Government, Gouv. de la C.-B., and GC.

Tsui, E., 2021. Reducing Individual Costs of Permafrost Thaw Damage in Canada's Arctic. Adresse : https://www.thearcticinstitute.org/reducing-individual-costs-permafrost-thaw-damage-canada-arctic/ (consulté en juillet 2021).

Tymstra, C., B. J. Stocks, X. Cai, et M. D. Flannigan, 2020. « Wildfire management in Canada: Review, challenges and opportunities », *Progress in Disaster Science*, vol. 5, p. 100045.

U.S. DoE – United States Department of Energy, 2004. *Federal Technology Alert: Green Roofs*, Washington, DC, Energy Efficiency and Renewable Energy.

U.S. National Research Council, 2005. *Naval Analytical Capabilities: Improving Capabilities-Based Planning*, Washington, DC, The National Academies Press.

U.S. National Research Council, 2009. *Informing Decisions in a Changing Climate*, Washington, DC, The National Academies Press.

U.S. National Research Council, 2010. *Informing an Effective Response to Climate Change*, Washington, DC, The National Academies Press.

U.S. National Research Council, 2012. *Disaster Resilience: A National Imperative*, Washington, DC, The National Academies Press.

Uebelein, K., G. Fyfe, C. Emond, M. Machin, J. Wendling, B. Hutcheson, ... N. Cunningham, 2020. *Companies and Investors Must Put Sustainability and Inclusive Growth at the Centre of Economic Recovery*, AIMCo, BCI, CDPQ, CPP Investments, HOOPP, OMERS, Ontario Teachers', PSP.

UNCCS – United Nations Climate Change Secretariat, 2017. *Opportunities and Options for Integrating Climate Change Adaptation with the Sustainable Development Goals and the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030*, Bonn, Allemagne, UNCCS.

UNDRR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2016. *Report of the Open-ended Intergovernmental Expert Working Group on Indicators and Terminology Relating to Disaster Risk Reduction*, Genève, Suisse, UNDRR.

UNDRR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2017. Preserving Heritage Boosts Disaster Resilience. Adresse : https://www.undrr.org/news/preserving-heritage-boosts-disaster-resilience (consulté en juillet 2021).

UNDRR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2019. *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*, Genève, Suisse, UNDRR.

Unger, D., 2020. « Lake St. Martin First Nation Residents Still Waiting To Go Home After Nine Years ». *CTV News* (16 janvier).

UNISDR – United Nations International Strategy for Disaster Reduction, 2008. *Indigenous Knowledge for Disaster Risk Reduction: Good Practices and Lessons Learned from Experiences in the Asia-Pacific Region*, Bangkok, Thaïlande, UNISDR.

UNISDR – United Nations International Strategy for Disaster Reduction, 2011. *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Revealing Risk, Redefining Development. Summary and Main Findings*, Oxford, Royaume-Uni, UNISDR.

UNISDR – United Nations International Strategy for Disaster Reduction, 2015. *Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe 2015 - 2030*, Genève, Suisse, UNISDR.

Université de Lund, s.d. Disaster Risk Management and Climate Change Adaptation - Master's Programme. Adresse : https://www.lunduniversity.lu.se/lubas/i-uoh-lu-TAKAK (consulté en juillet 2021).

USGCRP – U.S. Global Change Research Program, 2018. *Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II*, Washington, DC, USGCRP.

USGS – United States Geological Survey, s.d. Post-fire Flooding and Debris Flow. Adresse : https://www.usgs.gov/centers/ca-water/science/post-fire-flooding-and-debris-flow?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects (consulté en février 2021).

Vargo, J., B. Stone, D. Habeebc, P. Liu, et A. Russell, 2016. « The social and spatial distribution of temperature-related health impacts from urban heat island reduction policies », *Environmental Science & Policy*, vol. 66, p. 366-374.

VBPR – Vancouver Board of Parks and Recreation, 2019. *Vancouver's Parks and Recreation: Strategic Bold Moves*, Vancouver, BC, VBPR.

Verhaeghe, C., E. Feltes, et J. Stacey, 2019. *Nagwedîẑk'an Gwanesî Gangu Ch'inidẑed Ganexwilagh. The Fires Awakened Us.*, Williams Lake, BC, Tsilhqot'in National Government.

Ville de Baltimore, 2018. *Disaster Preparedness and Planning Project (DP3): A combined all-hazard mitigation and climate adaptation plan*, Baltimore, MD, Ville de Baltimore.

Ville de Calgary, s.d. Calgary's River Flood Story. Adresse : https://maps.calgary.ca/riverflooding/ (consulté en juin 2021).

Ville de Kelowna, 2010. *A Bylaw of the City of Kelowna to Designate Land as Flood Plain for Mill Creek and Regulate the Development of Land That is Subject to Flooding by Mill Creek*, Kelowna, BC, Ville de Kelowna.

Ville de Montréal, 2015. *Climate Change Adaptation Plan for the Agglomeration of Montreal 2015-2020*, Montréal, QC, Ville de Montréal.

Ville de Toronto, 2019. *Toronto's First Resilience Strategy*, Toronto, ON, Ville de Toronto.

Ville de Toronto, 2021a. Urban Forestry Grants & Incentives. Adresse : https://www.toronto.ca/business-economy/partnerships-sponsorships-donations/partner-2/parks-environment/urban-forestry-grants-and-incentives/ (consulté en mai 2021).

Ville de Toronto, 2021b. Tree Planting. Adresse : https://www.toronto.ca/services-payments/water-environment/trees/tree-planting/ (consulté en mai 2021).

Ville de Vancouver, 2014. *Flood Construction Levels*, Vancouver, BC, Ville de Vancouver.

Ville de Vancouver, 2019. *Rain City Strategy: A Green Rainwater Infrastructure and Rainwater Management Initiative*, Vancouver, BC, Ville de Vancouver.

Ville de Vancouver, s.d.-a. Download the City's VanConnect app. Adresse : https://vancouver.ca/vanconnect.aspx (consulté en juin 2021).

Ville de Vancouver, s.d.-b. Report Non-Emergency Flooding on City Streets and Sidewalks. Adresse : https://vancouver.ca/home-property-development/vanconnect-flooding.aspx (consulté en juin 2021).

Ville de Vancouver, s.d.-c. Resilient Neighbourhoods Program. Adresse : https://vancouver.ca/people-programs/resilient-neighbourhoods-program.aspx (consulté en juillet 2021).

Virani Law, 2019. Bylaw Coverage & Rebuilding Your Home. Adresse : https://viranilaw.ca/find-out-how-to-pay-for-bylaw-upgrades-after-an-insurance-loss/ (consulté en juillet 2020).

Vodden, K. et A. Cunsolo, 2021. « Collectivités rurales et éloignées », dans Warren, F. J. et N. Lulham (réd.), *Le Canada dans un climat en changement : Rapport sur les enjeux nationaux*, Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.

Vogel, B., D. Henstra, et G. McBean, 2020. « Sub-national government efforts to activate and motivate local climate change adaptation: Nova Scotia, Canada », *Environment, Development and Sustainability*, vol. 22, p. 1633-1653.

Waardenburg, M., M. Groenleer, J. de Jong, et B. Keijser, 2020. « Paradoxes of collaborative governance: Investigating the real-life dynamics of multiagency collaborations using a quasi-experimental action-research approach », *Public Management Review*, vol. 22, n°3, p. 386-407.

Wagner, G. et M. L. Weitzman, 2015. *Climate Shock*. Princeton, NJ, Princeton University Press.

Wang, T., A. Hamann, D. Spittlehouse, et C. Carroll, 2016. « Locally downscaled and spatial customizable climate data for historical and future periods for North America », *PLoS ONE*, vol. 11, n°6, p. e0156720.

Wang, X., M.-A. Parisien, S. W. Taylor, J.-N. Candau, D. Stralberg, G. A. Marshall, … M. D. Flannigan, 2017. « Projected changes in daily fire spread across Canada over the next century », *Environmental Research Letters*, vol. 12, n°2, p. 025005.

Watts, N., W. N. Adger, P. Agnolucci, J. Blackstock, P. Byass, W. Cai, … A. Costello, 2015. « Health and climate change: Policy responses to protect public health », *Lancet*, vol. 386, n°10006, p. 1861-1914.

WCRP – World Climate Research Programme, 2017. WCRP Coupled Model Intercomparison Project (CMIP). Adresse : https://www.wcrp-climate.org/wgcm-cmip (consulté en mars 2021).

WCRP CORDEX – World Climate Research Programme Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment, s.d.-a. About CORDEX, History. Adresse : https://cordex.org/about/history/ (consulté en mars 2021).

WCRP CORDEX – World Climate Research Programme Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment, s.d.-b. About CORDEX, What is Regional Downscaling? Adresse : https://cordex.org/about/what-is-regional-downscaling/ (consulté en mars 2021).

Weaver, C. P., R. J. Lempert, C. Brown, J. A. Hall, D. Revell, et D. Sarewitz, 2013. « Improving the contribution of climate model information to decision making: The value and demands of robust decision frameworks », *WIREs Climate Change*, vol. 4, n°1, p. 39-60.

WEF – Forum Économique Mondial, 2021. *The Global Risks Report 2021, 16th Edition*, Genève, Suisse, WEF.

Westra, S., H. J. Fowler, J. P. Evans, L. V. Alexander, P. Berg, F. Johnson, … N. M. Roberts, 2014. « Future changes to the intensity and frequency of short-duration extreme rainfall », *Reviews of Geophysics*, vol. 52, n°3, p. 522-555.

Wharton, K., 2015. Resilient Cities: From Fail-Safe to Safe-to-Fail. Adresse : https://research.asu.edu/resilient-cities-fail-safe-safe-fail (consulté en juillet 2021).

Whitman, E., 2020. « Climate change adaptation for wildland fire and ecosystem management ». *Canadian Wildland Fire & Smoke Newsletter.*

WHOI – Woods Hole Oceanographic Institute, 2021. About iFlood. Adresse : https://iflood.whoi.edu/ (consulté en février 2021).

Wildfire Partners, s.d. Our Program. Adresse : https://wildfirepartners.org/our-program/ (consulté en décembre 2020).

Wilson, N. J., E. Mutter, J. Inkster, et T. Satterfield, 2018. « Community-Based Monitoring as the practice of Indigenous governance: A case study of Indigenous-led water quality monitoring in the Yukon River Basin », *Journal of Environmental Management*, vol. 210, p. 290-298.

Worte, C., 2017. « Integrated watershed management and Ontario's conservation authorities », *International Journal of Water Resources Development*, vol. 33, n°3, p. 360-374.

Wotton, B. M., M. D. Flannigan, et G. A. Marshall, 2017. « Potential climate change impacts on fire intensity and key wildfire suppression thresholds in Canada », *Environmental Research Letters*, vol. 12, n°9, p. 095003.

Xwisten Nation, G. Michel, B. Langlois, J. Eustache, D. Andrew, A. Cardinal Christianson, et N. Caverley, 2020. « Story #2: Revitalizing Cultural Burning », dans Intelli-feu Canada (réd.), *Blazing the Trail: Celebrating Indigenous Fire Stewardship*, Sherwood Park, AB, Intelli-feu Canada.

Yellow Old Woman-Munro, D., L. Yumagulova, et E. Dicken, 2021. *Catastrophes non naturelles*, Ottawa, ON, Institut Canadien pou les Choix Climatiques.

Yumagulova, L., D. Yellow Old Woman-Munro, A. MacLean-Hawes, D. Naveau, et B. Vogel, 2021. *Building Climate Resilience in First Nation Communities*, Preparing Our Home.

Yumagulova, L., S. Phibbs, C. M. Kenney, D. Yellow Old Woman-Munro, A. Cardinal Christianson, T. K. McGee, et R. Whitehair, 2019. « The role of disaster volunteering in Indigenous communities », *Environmental Hazards*, p. 1-19.

Zahmatkesh, Z., S. Kumar Jha, P. Coulibaly, et T. Stadnyk, 2019. « An overview of river flood forecasting procedures in Canadian watersheds », *Canadian Water Resources Journal*, vol. 44, n°3, p. 213-229.

Zevenbergena, C., J. Rijkeb, S. van Herkb, et P. J. T. M. Bloemenc, 2015. « Room for the River: A stepping stone in adaptive delta management », *International Journal of Water Governance*, n°1, p. 121-140.

Zhang, X., G. Flato, M. C. Kirchmeier-Young, L. Vincent, H. Wan, X. Wang, ... V. V. Kharin, 2019. « Chapitre 4: Les changements de température et de précipitations au Canada », dans Bush, E. et D. S. Lemmen (réd.), *Rapport sur le Climat Changeant du Canada*, Ottawa, ON, Gouvernement du Canada.

Rapports utiles du CAC

Les rapports d'évaluation répertoriés ci-dessous sont accessibles sur le site Web du CAC (www.rapports-cac.ca):

Un tournant décisif
(2021)

En attente de connexion
(2021)

Les principaux risques des changements climatiques pour le Canada
(2019)

Plus grand que la somme de ses parties : Vers une gestion intégrée des ressources naturelles au Canada
(2019)

La sécurité alimentaire des populations autochtones dans le Nord du Canada : Évaluation de l'état des connaissances
(2014)

Les sciences de la mer au Canada : Relever le défi, saisir l'opportunité
(2013)

Conseil d'administration du CAC*

Sioban Nelson (présidente par intérim), inf. aut., MACSS, professeure, Faculté des sciences infirmières, Université de Toronto; présidente, Académie canadienne des sciences de la santé (Toronto, Ont.)

Soheil Asgarpour, FACG, président, Petroleum Technology Alliance Canada; président désigné, Académie canadienne du génie (Calgary, Alb.)

Yves Beauchamp, C.M., FACG, vice-principal, administration et finances, Université McGill; président, Académie canadienne du génie (Montréal, Qc)

Chantal Guay, FACG, directrice générale, Conseil canadien des normes (Ottawa, Ont.)

Jawahar (Jay) Kalra, M.D., MACSS, professeur, Département de pathologie et de médecine de laboratoire et membre du Conseil des gouverneurs, Université de la Saskatchewan (Saskatoon, Sask.)

Cynthia E. Milton, vice-présidente associée à la recherche, Université de Victoria (Victoria, C.-B.)

Sue Molloy, Présidente de Glas Ocean Electric et professeure auxiliaire à l'Université Dalhousie (Halifax, N.-É.)

Proton Rahman, M.D., MACSS, professeur-chercheur universitaire, Faculté de médecine, Université Memorial (St. John's, T.-N.-L.)

Donna Strickland, C.C., MSRC, FACG, professeure, Département de physique et d'astronomie, Université de Waterloo (Waterloo, Ont.)

Julia M. Wright, MSRC, professeure, Département d'anglais, et professeure-chercheuse universitaire, Université Dalhousie; présidente, Académie des arts, des lettres et des sciences humaines, Société royale du Canada (Halifax, N.-É.)

*En janvier 2022

Comité consultatif scientifique du CAC*

David Castle (président), professeur, École d'administration publique et Gustavson School of Business; chercheur en résidence, Bureau du conseiller scientifique principal du premier ministre du Canada (Victoria, C.-B.)

Maydianne C. B. Andrade, professeure de sciences biologiques, Université de Toronto à Scarborough; présidente, Réseau canadien des scientifiques noirs, Toronto, Ont.)

Peter Backx, MSRC, professeur, Département de biologie; titulaire, Chaire de recherche du Canada en biologie cardiovasculaire, Université York (Toronto, Ont.)

Stephanie E. Chang, professeure, School of Community and Regional Planning and Institute for Resources, Environment and Sustainability, Université de la Colombie-Britannique (Vancouver, C.-B.)

Neena L. Chappell, C.M., MSRC, MACSS, professeure émérite, Institute on Aging and Lifelong Health et Département de sociologie, Université de Victoria (Victoria, C.-B.)

Jackie Dawson, titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur l'environnement, la société et les politiques et professeure agrégée au Département de géographie, Université d'Ottawa (Ottawa, Ont.)

Colleen M. Flood, MSRC, MACSS, directrice, Centre de droit, politique et éthique de la santé; professeure, Faculté de droit (section droit commun), Université d'Ottawa (Ottawa, Ont.)

Jeffrey A. Hutchings, MSRC, titulaire de la chaire Killam Memorial et professeur de biologie, Université Dalhousie (Halifax, N.-É.)

Digvir S. Jayas, O.C., MSRC, FACG, professeur éminent et vice-recteur à la recherche et aux relations internationales, Université du Manitoba (Winnipeg, Man.)

Malcolm King, MACSS, directeur scientifique, Saskatchewan Centre for Patient-Oriented Research, Université de la Saskatchewan (Saskatoon, Sask.)

Chris MacDonald, professeur agrégé; directeur, Ted Rogers Leadership Centre; président, Département de droit et des affaires; Ted Rogers School of Management, Université Ryerson (Toronto, Ont.)

Barbara Neis, C.M., MSRC, professeure distinguée, titulaire de la chaire John Paton Lewis, Université Memorial de Terre-Neuve (St. John, T.-N.-L.)

Nicole A. Poirier, FACG, présidente, KoanTeknico Solutions Inc. (Beaconsfield, Qc)

Jamie Snook, directeur général, Torngat Wildlife Plants and Fisheries Secretariat (Happy Valley-Goose Bay, T.-N.-L.)

David A. Wolfe, professeur de sciences politiques, Université de Toronto à Mississauga; codirecteur, Innovation Policy Lab à la Munk School of Global Affairs and Public Policy, Université de Toronto (Toronto, Ont.)

*En janvier 2022

Council of Canadian Academies | Conseil des académies canadiennes

180, rue Elgin, bureau 1401
Ottawa (Ontario) K2P 2K3
Tél: 613 567-5000
www.rapports-cac.ca