

RAPPORT

# Le Canada dans un climat en changement

## Perspectives régionales

Gouvernement du Canada
Government of Canada

Canada

## Éditeurs


Fiona J. Warren

Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques

Ressources naturelles Canada

Nicole Lulham

Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques

Ressources naturelles Canada

Donald S. Lemmen

Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques

Ressources naturelles Canada


## Citation recommandée :


Warren, F., Lulham, N. et Lemmen, D.S. éditeurs (2022). Le Canada dans un climat en changement : Le rapport sur les perspectives régionales; gouvernement du Canada, Ottawa, ON.


La version interactive numérique du rapport est disponible à l'adresse ClimatEnChangement.ca/Perspectives-regionales. Le rapport est également disponible en format PDF accessible à l'adresse : adaptation.rncan.gc.ca

Also available in English under the title: Canada in a Changing Climate: Regional Perspectives Report

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

Pour obtenir de plus amples renseignements sur l'évaluation nationale, veuillez communiquer avec le secrétariat de l'évaluation nationale à : nrcan.adaptation.rncan@canada.ca


Cat. No.: M174-25/4-2024F-PDF

ISBN: 978-0-660-72181-1


Photos: © Shutterstock and Unsplash


© Sa Majesté le roi du chef du Canada, représenté par Ressources naturelles Canada, 2024


Ce rapport fait partie de Le Canada dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir, l'évaluation nationale des connaissances de la manière dont et pourquoi le climat du Canada change; les impacts de ces changements sur nos collectivités, notre environnement et notre économie; et comment nous nous adaptons.

Pour plus d'informations, veuillez consulter le site : https://ressources-naturelles.canada.ca/changements-climatiques/le-canada-dans-un-climat-en-changement/19919

# Le Canada dans un climat en changement : Rapport sur les Perspectives régionales

REMERCIEMENTS . . . . . 4

CONCLUSIONS PRINCIPALES . . . . . 5

CHAPITRE 1 . . . . . Provinces de l'Atlantique . . . . . 7

CHAPITRE 2 . . . . . Québec . . . . . 100

CHAPITRE 3 . . . . . Ontario . . . . . 227

CHAPITRE 4 . . . . . Provinces des Prairies . . . . . 342

CHAPITRE 5 . . . . . Colombie-Britannique . . . . . 421

CHAPITRE 6 . . . . . Nord du Canada . . . . . 509

## Remerciements

Le Secrétariat de l'évaluation tient à remercier les personnes suivantes d'avoir pris le temps de fournir des critiques et des avis d'experts pour un ou plusieurs chapitres de ce rapport :

Adeniyi Asiyanbi
Alain Mailhot
Andrew Stumpf
Anita Walker
Anne Kendrick
Anne-Marie Legault
Aviva Shiller
Aynslie Ogden
Barrie Bonsal
Ben Martin
Beth Lavender
Brandi Newton
Brenda Reid
Brian Montgomery
Caroline Brodeur
Cathy LeBlanc
Charles Éric Bernier
Chris Derksen
Clive Tesar
Dan Babaluk
Dana Decent
Danny Blair
Deborah Harford
Kirstin K. Holsman
Dylan Clark
Elizabeth Bush
Émilie Charbonneau
Eric Lamb
Ericha Moores
Geneviève Cloutier
Glen Parker
Graeme Reed
Guy Felio
Hank Venema
Jackie Yip
Jamal Shirley
Jeff Zukiwsky
Jeffrey M. Frank
Jennifer Court
Jenny Gleeson
Joe Daraio
Jo-Ellen Parry
John Hanesiak
Karine Labrosse-Lapensee
Katherine Bucko
Ken Coates
Kevin Behan
Kimberly Olson
Lawrence Ignace
Louis DesRosiers
Maggie Crump
Marianne Favreau-Perreault
Marjorie Shepherd
Megan Hanacek
Megan Kirchmeier-Young
Mélanie Aubé
Mercé Casas-Prat
Micah J. Hewer
Mickaël Lemay
Mitch Downton
Nathalie Barrette
Nick Weigeldt
Pamela Lamba
Patricia Rojas Caro
Paul Griss
Pierre Gosselin
Quentin Chiotti
Ramon Sales
Randy Gillespie
Rebecca Mearns
Robert Way
Robina Scrivener
Sara Holzman
Sean Smukler
Serge Dupuis
Sharon Hanley-Smith
Sherilee Harper
Shirley Tagalik
Simon J. Daigle
Stephen Ruddy
Tim Taylor
Trevor Murdock
Virginia Wittrock
Yan Boulanger
Yves Theriault

## Conclusions Principales

Le Canada dans un climat en changement : Rapport sur les perspectives régionales a été dirigé par Ressources naturelles Canada et fournit des perspectives régionales sur la façon dont les changements climatiques impactent nos communautés, notre environnement et notre économie, et sur la manière dont nous nous adaptons pour réduire les risques. Il évalue la littérature et les connaissances actuelles sur les impacts des changements climatiques et l'adaptation à ceux-ci, et comprend des études de cas qui présentent des exemples d'adaptation dans la pratique. Chaque chapitre régional traite des principales vulnérabilités, des risques et des défis, des approches nouvelles et innovantes en matière d'adaptation, des connaissances et des perspectives autochtones, de la capacité de s'adapter aux impacts des changements climatiques, ainsi que des lacunes en matière de connaissances et des nouveaux enjeux. Les chapitres régionaux sont les suivants : Provinces de l'Atlantique, Québec, Ontario, Provinces des Prairies, Colombie-Britannique et Nord du Canada. Le rapport est un produit du processus d'évaluation nationale sur les changements climatiques intitulé Le Canada dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir.

### Principales constatations du rapport Le Canada dans un climat changeant : Rapport sur les perspectives régionales

1. **Les régions du Canada subissent les changements climatiques de différentes manières, avec des impacts variés sur les collectivités, les écosystèmes, les infrastructures et les ressources naturelles.** Les gouvernements provinciaux, territoriaux et locaux réagissent en élaborant des plans, des politiques et des mesures d'adaptation pour faire face aux risques prioritaires, mais des travaux et des ressources supplémentaires sont nécessaires pour mieux planifier les impacts des changements climatiques à l'échelle régionale, ainsi que pour renforcer les capacités régionales en matière d'adaptation (voir tous les chapitres de ce rapport).
2. **Les changements climatiques augmentent les risques pour la santé humaine dans toutes les régions du Canada et aggravent les inégalités existantes.** Les changements climatiques ont des répercussions sur la santé humaine, notamment en raison des risques croissants liés aux chaleurs extrêmes, aux phénomènes météorologiques extrêmes, aux maladies à transmission vectorielle et à l'évolution de la glace de mer et du pergélisol dans le nord du pays. Bien qu'il existe des exemples prometteurs de planification et de mise en oeuvre de l'adaptation à l'échelle régionale pour faire face aux risques sanitaires, des efforts supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre et répondre aux impacts des changements climatiques sur la santé mentale et les inégalités existantes (voir tous les chapitres de ce rapport).

3. **L'adaptation est essentielle pour assurer aux secteurs de l'agriculture et des ressources naturelles du Canada leur compétitivité dans un contexte de changements climatiques.** Dans toutes les régions du Canada, les secteurs de l'agriculture, de l'énergie, de l'exploitation minière et de la sylviculture sont confrontés à des risques liés aux changements de température et aux régimes des précipitations, ainsi qu'à l'apparition de nouveaux parasites. Les producteurs de tous les secteurs vulnérables aux changements climatiques doivent adapter leurs décisions, leurs pratiques et leurs opérations à l'évolution des conditions climatiques (voir le chapitre des Provinces de l'Atlantique; le chapitre de l'Ontario; le chapitre des Provinces des Prairies et le chapitre de la Colombie-Britannique).

4. **La collaboration est essentielle pour gérer les ressources en eau menacées par les changements climatiques.** La hausse des températures et l'évolution des régimes de précipitations affectent la qualité et la disponibilité des ressources en eau dans plusieurs régions du Canada. Des approches telles que la gestion adaptative, une meilleure collaboration et une coordination transfrontalière entre les différents ordres de gouvernement et les intervenants sont nécessaires pour réduire les impacts négatifs sur l'agriculture, la santé humaine et l'industrie (voir le chapitre du Québec; chapitre de l'Ontario et le chapitre des Provinces de Prairies).

5. **Les peuples autochtones sont profondément affectés par les changements climatiques et s'appuient sur leurs connaissances et leur résilience inhérente pour faire face aux impacts.** Les changements climatiques modifient les paysages et les écosystèmes dans toutes les régions du Canada qui soutiennent la chasse, la pêche et d'autres activités terrestres essentielles à la culture et à l'identité des Inuit, des Premières Nations et des Métis. De plus en plus d'exemples de plans et de mesures d'adaptation dirigés par les Autochtones intègrent les connaissances autochtones et s'appuient sur le leadership autochtone en matière de gestion de l'environnement et de gouvernance des ressources naturelles (voir le chapitre des Provinces de l'Atlantique; le chapitre de l'Ontario; le chapitre de la Colombie-Britannique et le chapitre du Nord du Canada).

6. **La préservation des écosystèmes et la mise en oeuvre d'approches fondées sur la nature peuvent jouer un rôle important dans l'adaptation aux changements climatiques dans toutes les régions du Canada.** Les forêts, les terres humides et la végétation côtière contribuent à lutter contre les changements climatiques en fournissant des services, notamment en réduisant les risques d'érosion et d'inondation. Les approches fondées sur la nature sont de plus en plus utilisées dans les régions du Canada pour faire face aux changements climatiques (voir le chapitre des Provinces de l'Atlantique; le chapitre du Québec et le chapitre de l'Ontario).



CHAPITRE 1

# Provinces de l'Atlantique

RAPPORT SUR LES PERSPECTIVES RÉGIONALES

Gouvernement du Canada
Government of Canada

Canada

## Auteurs coordonnateurs principaux

Sabine Dietz, Aster Group Environmental Services Co-op

Stephanie Arnold, Laboratoire de recherche climatologique de l'Université de l'Île-du-Prince-Édouard

## Auteurs collaborateurs

Randy Angus, Confédération des Mi'kmaq de l'Île-du-Prince-Édouard

Tony Bowron, CBWES Inc.

Robert Capozi, gouvernement du Nouveau-Brunswick

Adam Cheeseman, Nature NB

Stéphanie Collin, Université de Moncton

Omer Chouinard, Université de Moncton

Cyr Couturier, Université Memorial

Briana Cowie, Eastern Charlotte Waterways

Peter Duinker, Université Dalhousie

Anne Fauré, Conseil de conservation du Nouveau-Brunswick

Alison Feist, Université Brock

Adam Fenech, Laboratoire de recherche climatologique de l'Université de l'Île-du-Prince-Édouard

David E. Foster, Université Dalhousie

Kurt Gamperl, Université Memorial

Shilo Gempton, Municipalité régionale d'Halifax

Stuart Gilby, MTI, Mi'gmawe'l Tplu'taqnn inc.

Jen Graham, gouvernement de la Nouvelle-Écosse

Tom Johnson, MTI, Mi'gmawe'l Tplu'taqnn inc.

Donald Killorn, Eastern Charlotte Waterways

Van Lantz, Université du Nouveau-Brunswick

Anne-Marie Laroche, Université de Moncton

Serge LaRochelle, Groupe de développement durable du Pays de Cocagne

Vincent Leys, CBCL Limited

Vett Lloyd, Université Mount Allison

Brandon Love, gouvernement du Nouveau-Brunswick

Mélanie Madore, Santé publique du Nouveau-Brunswick

Patricia Manuel, Université Dalhousie

Amanda Marlin, EOS Éco-Énergie

Raissa Marks, Réseau environnemental du Nouveau-Brunswick

Shannon Miedema, Municipalité régionale d'Halifax

Simon Mitchell, WWF-Canada

Peter Nishimura, gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard

Josh Barrett, Bureau des changements climatiques de Terre-Neuve-et-Labrador

Kathleen Parewick, Municipalités Terre-Neuve-et-Labrador

Hope Parnham, DV8 Consulting

Prativa Pradhan, gouvernement du Nouveau-Brunswick

Adrian « Adje » Prado, Commission de services régionaux Nord-Ouest

Chkwabun Sappier, Wolastoqey

James Steenberg, ministère des Terres et des Forêts de la Nouvelle-Écosse

Céline Surette, Université de Moncton

Erin Taylor, gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard

Danika van Proosdij, Université Saint Mary

Sebastien Weissenberger, Université Téluq

Sasha Wood, gouvernement du Nouveau-Brunswick

## Citation recommandée

Dietz, S. et Arnold, S. (2021). Provinces de l'Atlantique; Chapitre 1 dans *Le Canada dans un climat en changement : Le rapport sur les Perspectives régionales*, (éd.) F.J. Warren, N. Lulham et D. S. Lemmen; Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario).

# Table des matières

Messages clés 11

1.1 Introduction 13

1.1.1 Profil démographique 13

1.1.2 Économie 15

1.1.3 Changements dans le climat 15

1.1.4 Travaux antérieurs sur l'adaptation 20

1.1.5 Approche du chapitre 21

1.2 Les infrastructures sont menacées par l'augmentation des inondations et de l'érosion 21

1.2.1 Introduction 22

1.2.2 Approches d'adaptation 23

Étude de cas 1.1 : Récifs intertidaux à Souris, à l'Île-du-Prince-Édouard 27

Étude de cas 1.2 : Utilisation d'infrastructures naturelles pour créer des collectivités saines et résilientes 29

Étude de cas 1.3 : Faire de la place pour les terres humides : restauration de marais salés et adaptation aux changements climatiques grâce à la mise en œuvre du réalignement de digues en Nouvelle-Écosse 30

Étude de cas 1.4 : Rivage vivant dans la municipalité régionale d'Halifax 31

1.3 Les changements climatiques exacerbent les risques pour la santé et le bien-être 35

1.3.1 Introduction 36

1.3.2 Caractéristiques régionales influençant les risques pour la santé liés aux changements climatiques 36

1.3.3 Approches d'adaptation 39

Étude de cas 1.5 : Faire face à la crise du verglas dans la péninsule acadienne, au Nouveau-Brunswick 40

Étude de cas 1.6 : Cartographie de la vulnérabilité à la chaleur à Middleton, Nouvelle-Écosse 42

Étude de cas 1.7 : Cartographie de la vulnérabilité sociale en Nouvelle-Écosse comme outil d'information sur l'adaptation 47

1.4 Les expériences autochtones éclairent l'adaptation au Canada atlantique 49

1.4.1 Introduction 49

1.4.2 Risques pour les collectivités et la culture autochtones 50

Étude de cas 1.8 : Faire face à l'élévation du niveau de la mer sur l'île Lennox, à l'Île-du-Prince-Édouard 52

1.4.3 L'adaptation dans les collectivités autochtones 55

1.4.4 Les systèmes de connaissances autochtones 55

Étude de cas 1.9 : Application de l'approche à double perspective à l'adaptation au Nouveau-Brunswick 56

1.5 La foresterie, l'agriculture et la pêche sont vulnérables aux changements climatiques 57

1.5.1 Introduction 57

1.5.2 Forêts 58

Étude de cas 1.10 : Plan directeur de la forêt urbaine d'Halifax 60

1.5.3 Agriculture 61

1.5.4 Pêches 62

1.5.5 Aquaculture 63

1.6 Le renforcement de la capacité d'adaptation permettra de renforcer la résilience 65

1.6.1 Introduction 65

Étude de cas 1.11 : Caractéristiques d'une collaboration efficace 67

1.6.2 Approches d'adaptation 68

Étude de cas 1.12 : Le Groupe de développement durable du Pays de Cocagne (GDDPC) : un rôle de catalyseur pour l'adaptation aux changements climatiques 74

1.7 Aller de l'avant 78

1.7.1 Lacunes dans les connaissances et besoins de recherche 78

1.7.2 Nouveaux enjeux 81

1.8 Conclusion 83

1.9 Références 85

# Messages clés

## Les infrastructures sont menacées par l'augmentation des inondations et de l'érosion (voir la section 1.2)

Les changements climatiques amplifient les risques d'inondation existants dans les zones côtières du Canada atlantique et dans les endroits qui sont sujets aux inondations et à l'érosion. Afin de tenir compte de ces risques, une gamme de mesures d'adaptation est mise en œuvre, notamment des changements dans la conception des infrastructures, comme l'utilisation de structures de protection artificielles, ainsi que des approches fondées sur la nature pour protéger la côte.

## Les changements climatiques exacerbent les risques pour la santé et le bien-être (voir la section 1.3)

Les personnes vivant au Canada atlantique sont confrontées à des risques importants pour leur santé physique et mentale et leur bien-être en raison des changements climatiques. Les changements climatiques exacerbent les enjeux de santé associés aux vulnérabilités existantes dans la région, qui sont influencées par des facteurs tels que le statut socioéconomique, l'origine ethnique, l'emploi et les modes de vie. Les mesures d'adaptation comprennent l'éducation du public, la cartographie de la vulnérabilité et des mesures visant à traiter les risques pour la santé et leurs facteurs sous-jacents.

## Les expériences autochtones éclairent l'adaptation au Canada atlantique (voir la section 1.4)

Les nations Mi'kmaq, Wolastoqiyik et Peskotomuhkati de la Confédération des Abénakis occupent les Maritimes depuis des temps immémoriaux et se sont adaptées aux changements climatiques et environnementaux au fil d'innombrables générations. Les partenariats avec les peuples autochtones locaux et le leadership de ces derniers sont essentiels pour garantir que les connaissances, les perspectives et les expériences qu'ils détiennent en vivant sur cette terre éclairent l'adaptation dans leurs collectivités et dans la région.

## La foresterie, l'agriculture et la pêche sont vulnérables aux changements climatiques (voir la section 1.5)

Les industries d'exploitation des ressources naturelles du Canada atlantique sont vulnérables aux impacts des changements climatiques. Bien que l'on trouve des exemples d'adaptation dans chaque secteur, soit la foresterie, l'agriculture, la pêche et l'aquaculture, il subsiste un manque de collaboration entre les intervenants pour réduire les risques liés aux changements climatiques.

## Le renforcement de la capacité d'adaptation permettra de renforcer la résilience (voir la section 1.6)

La capacité d'adaptation au Canada atlantique est souvent limitée par des ressources humaines et financières restreintes. Les partenariats et la collaboration entre les différents intervenants, notamment les gouvernements, les ONG, les universités et le secteur privé, sont importants pour stimuler l'adaptation dans la région. La sensibilisation, l'éducation du public et une communication efficace sont essentielles au renforcement de la capacité d'adaptation au Canada atlantique.

# 1.1 Introduction

Le Canada atlantique comprend les provinces du Nouveau-Brunswick (N.-B.), de la Nouvelle-Écosse (N. É.) et de l'Île-du-Prince-Édouard (Î.-P.-É.) (désignés collectivement comme les Maritimes), ainsi que Terre-Neuve-et-Labrador (T.-N.-L.). Situé sur la côte est du pays, le Canada atlantique s'étend sur trois régions climatiques différentes, à savoir le climat continental humide et frais, le climat subarctique et la toundra arctique (Vasseur et Catto, 2008). Il est constitué de régions et de collectivités qui diffèrent à bien des égards, notamment en ce qui concerne la densité de population, les ressources naturelles, les industries principales et les cultures. Avec environ 42 000 km de littoral (Lemmen et Warren, 2016), le Canada atlantique est caractérisé par des systèmes littoraux diversifiés, notamment des plages de sable, des estuaires, des battures intertidales, des marais salés, des plages de galets, des falaises, des microfalaises, des rivages rocheux et plus encore (van Proosdij et coll., 2016). Ce chapitre ne comprend pas le Nunatsiavut, à Terre-Neuve-et-Labrador, car cette région est traitée dans le chapitre sur le Nord du Canada.

## 1.1.1 Profil démographique

Le Canada atlantique représente 6,5 % de la population du Canada. La population de la région n'a augmenté que de 2,2 % au cours des 20 dernières années, alors que celle du pays dans son ensemble a connu une augmentation de 22,9 % sur la même période (voir le tableau 1.1). La population du Canada atlantique vieillit, les projections estimant que 31,1 % de la population totale sera âgée de plus de 65 ans d'ici 2038, comparativement à la moyenne nationale de 25,5 % (Statistique Canada, 2015a).

### Tableau 1.1 : Données démographiques passées, actuelles et futures pour chaque province de l'Atlantique, la région du Canada atlantique et le Canada dans son ensemble.

| | N.-B. | T.-N.-L. | N.-É. | Î.-P.-É. | CANADA ATLANTIQUE | CANADA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Population (2018)** | 770 633 | 525 355 | 959 942 | 153 244 | 2 409 174 | 37 058 856 |
| **Évolution de la population (1998–2018)** | 2.7% | -2.7% | 3.0% | 12.8% | 2.2% | 22.9% |
| **Évolution de la population (2018–2038*)** | -2.3% | -12.9% | -1.5% | 18.9% | -3.0% | 17.4% |

| | N.-B. | T.-N.-L. | N.-É. | Î.-P.-É. | CANADA ATLANTIQUE | CANADA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Immigrants (2018–2019**)** | 5,076 | 1,653 | 6,395 | 2,267 | 15,391 | 313,601 |
| **Émigrants (2018–2019**)** | 601 | 152 | 1,047 | 54 | 1,854 | 51,290 |
| **Solde migratoire interprovincial net (2018–2019)** | 1,669 | -2,597 | 3,632 | 662 | 3,366 | 0 |
| **Pourcentage de la population âgée de 65 ans et plus (1998)** | 12.9% | 11.3% | 13.2% | 13.2% | 12.7% | 12.3% |
| **Pourcentage de la population âgée de 65 ans et plus (2018)** | 20.8% | 20.5% | 20.4% | 19.6% | 20.5% | 17.2% |
| **Pourcentage de la population âgée de 65 ans et plus (2038***)** | 31.0% | 33.9% | 30.4% | 27.4% | 31.1% | 25.5% |
| **Âge médian (1998)** | 36.5 | 35.9 | 36.8 | 35.9 | n/a | 36 |
| **Âge médian (2018)** | 45.9 | 46.5 | 45.1 | 43.6 | n/a | 40.8 |

Les données projetées ont été obtenues en utilisant le scénario de croissance moyenne M3. Sources : Statistique Canada, 2019b; Statistique Canada, 2015a pour les données accompagnées d'un seul astérisque; Statistique Canada, 2020a pour les données accompagnées de deux astérisques; Statistique Canada, 2019c pour les données accompagnées de trois astérisques.

Pour la période 2013–2017, le revenu annuel médian des résidents de chaque province de l'Atlantique était inférieur à la médiane nationale, qui était de 33 766 $ (Statistique Canada, 2019a). Plus de 46 % des Canadiens et Canadiennes de l'Atlantique vivent dans des régions rurales et des petites collectivités, comparativement à 18,6 % à l'échelle nationale (Statistique Canada, 2019d). De nombreuses collectivités de l'Atlantique sont confrontées au déclin et au vieillissement de leur population et à la diminution de leurs

ressources économiques, ce qui réduit leur capacité d'adaptation aux risques, aux changements et aux dangers (Vasseur et Catto, 2008). Toutefois, les collectivités dont les résidents de longue date ont des liens locaux forts avec la région peuvent avoir une meilleure capacité d'adaptation (Vasseur et Catto, 2008).

Les nations Mi'gmaq, Wolastoqiyik et Peskotomuhkati de la confédération Wabanaki occupent le Canada atlantique depuis des temps immémoriaux (Affaires autochtones et du Nord Canada, 2013; Francis, 2003). La région de l'Atlantique abrite également 3,5 % de la population inuite du pays (bien que cette proportion de la population se situe principalement au Nunatsiavut, dans le Nord du Labrador; voir le chapitre sur le Nord du Canada), 7,5 % de la population des Premières nations et 7,2 % de la population métisse (Statistique Canada, 2017).

## 1.1.2 Économie

Les industries principales du Canada atlantique comprennent l'agriculture, la pêche et l'aquaculture, la foresterie, le tourisme, le transport maritime, la construction navale, la technologie de l'information, l'exploitation minière, le pétrole et le gaz, l'énergie renouvelable, le secteur manufacturier, l'aérospatiale et les biosciences (Nova Scotia Business inc., 2020; Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador, 2017; Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard, 2016). Certains de ces secteurs peuvent profiter des nouvelles possibilités découlant des changements climatiques – par exemple, des températures plus élevées peuvent entraîner des saisons de tourisme et de croissance plus longues. On s'attend toutefois à ce que les impacts négatifs des changements climatiques prédominent, en particulier dans les secteurs qui sont sensibles aux changements climatiques projetés en raison de leur dépendance à l'égard des ressources naturelles et des infrastructures marines et côtières, tels que la pêche, l'aquaculture, l'agriculture, la foresterie, le transport et le pétrole et le gaz extracôtiers (Vasseur et Catto, 2008).

## 1.1.3 Changements dans le climat

Entre 1948 et 2016, la température moyenne annuelle au Canada atlantique a augmenté de 0,7 °C, et les précipitations saisonnières normalisées ont augmenté de 11 % (Zhang et coll., 2019). Contrairement aux autres régions du Canada, le réchauffement a été alimenté par des augmentations de la température estivale plutôt que par des augmentations de la température hivernale (Cohen et coll., 2019; Zhang et coll., 2019). Les impacts des changements climatiques peuvent résulter de l'augmentation de la température moyenne et des précipitations moyennes au fil du temps, ainsi que des changements dans les extrêmes climatiques. Les tendances prévues pour un certain nombre de variables climatiques varient au sein des provinces et des régions locales et entre elles (voir la figure 1.1 et le tableau 1.2).

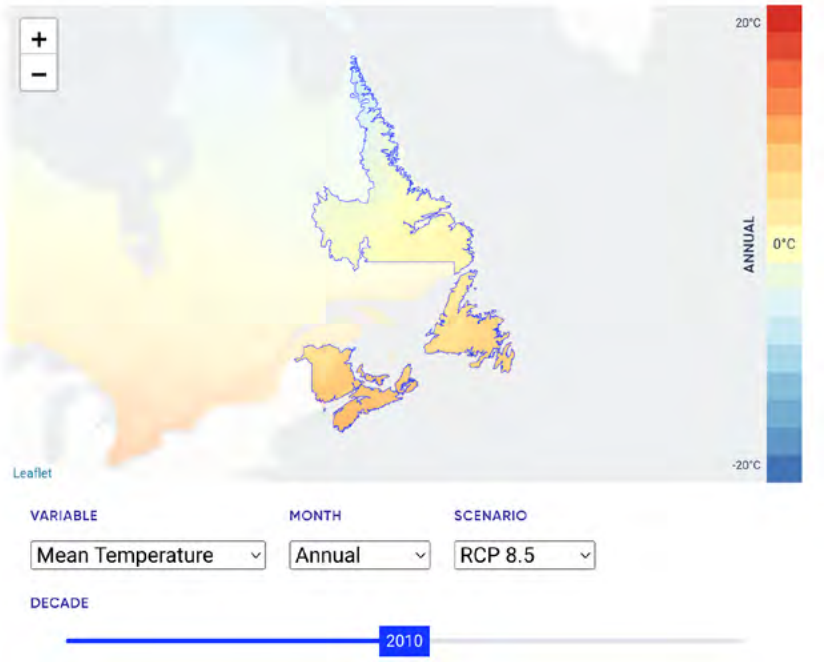



Figure 1.1 : Carte régionale interactive des provinces de l'Atlantique qui s'inspire de climatedata.ca et représente diverses variables climatiques de 1980 à 2100 en utilisant un scénario RCP8.5 d'émissions élevées.

## Tableau 1.2: Projections de différentes variables climatiques pour chaque province atlantique

| | 1976–2005 | 2021–2050 | | | | 2051–2080 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | RCP4.5 | | RCP8.5 | | RCP4.5 | | RCP8.5 | |
| | | médiane | *contre 1976-2005* | médiane | *contre 1976-2005* | médiane | *contre 1976-2005* | médiane | *contre 1976-2005* |
| **Température** | | | | | | | | | |
| *Température-moyenne, ºC* | | | | | | | | | |
| N.-B. | 4.5 | 5.4 | *0.9* | 7.9 | *3.4* | 7.4 | *2.9* | 10.3 | *5.8* |
| T.-N.-L. | -1 | -0.2 | *0.8* | 2.5 | *3.5* | 1.6 | *2.6* | 5.1 | *6.1* |

| | 1976–2005 | 2021–2050 | | | | 2051–2080 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | RCP4.5 | | RCP8.5 | | RCP4.5 | | RCP8.5 | |
| | | médiane | *contre 1976-2005* | médiane | *contre 1976-2005* | médiane | *contre 1976-2005* | médiane | *contre 1976-2005* |
| N.-É. | 6.4 | 7.1 | *0.7* | 9.6 | *3.2* | 8.8 | *2.4* | 11.8 | *5.4* |
| Î.-P.-É. | 5.9 | 6.6 | *0.7* | 9.2 | *3.3* | 7.3 | *1.4* | 10.4 | *4.5* |
| *Journées très chaudes (+30ºC), Nombre de jours* | | | | | | | | | |
| N.-B. | 5 | 5 | *0* | 23 | *18* | 14 | *9* | 49 | *44* |
| T.-N.-L. | 0 | 0 | *0* | 3 | *3* | 1 | *1* | 7 | *7* |
| N.-É. | 1 | 1 | *0* | 12 | *11* | 5 | *4* | 32 | *31* |
| Î.-P.-É. | 1 | 1 | *0* | 14 | *13* | 2 | *1* | 25 | *24* |
| *Journées très froides (-30ºC), Nombre de jours* | | | | | | | | | |
| N.-B. | 2 | 0 | *-2* | 2 | *0* | 0 | *-2* | 0 | *-2* |
| T.-N.-L. | 12 | 1 | *-11* | 9 | *-3* | 0 | *-12* | 3 | *-9* |
| N.-É. | 0 | 0 | *0* | 0 | *0* | 0 | *0* | 0 | *0* |
| Î.-P.-É. | 0 | 0 | *0* | 0 | *0* | 0 | *0* | 0 | *0* |
| Précipitation | | | | | | | | | |
| *Précipitation totale (mm)* | | | | | | | | | |
| N.-B. | 1106 | 1005 | *-9.1%* | 1350 | *22.1%* | 1054 | *-4.7%* | 1433 | *29.6%* |
| T.-N.-L. | 937 | 916 | *-2.2%* | 1118 | *19.3%* | 961 | *2.6%* | 1183 | *26.3%* |
| N.-É. | 1328 | 1207 | *-9.1%* | 1605 | *20.9%* | 1240 | *-6.6%* | 1668 | *25.6%* |
| Î.-P.-É. | 1090 | 968 | *-11.2%* | 1334 | *22.4%* | 997 | *-8.5%* | 1371 | *25.8%* |

| | 1976–2005 | 2021–2050 | | | | 2051–2080 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | RCP4.5 | | RCP8.5 | | RCP4.5 | | RCP8.5 | |
| | | médiane | *contre 1976-2005* | médiane | *contre 1976-2005* | médiane | *contre 1976-2005* | médiane | *contre 1976-2005* |
| **Autres variable** | | | | | | | | | |
| *Nuits tropicales (jours avec Tmin > 20ºC), Nombre de nuits* | | | | | | | | | |
| N.-B. | 0 | 0 | *0* | 6 | *6* | 2 | *2* | 23 | *23* |
| T.-N.-L. | 0 | 0 | *0* | 1 | *1* | 0 | *0* | 3 | *3* |
| N.-É. | 0 | 0 | *0* | 7 | *7* | 2 | *2* | 25 | *25* |
| Î.-P.-É. | 1 | 0 | *-1* | 13 | *12* | 1 | *0* | 25 | *24* |
| *Date de la dernière gelée du printemps* | | | | | | | | | |
| N.-B. | 15 mai | 22 avril | *-23 jours* | 17 mai | *+2 jours* | 8 avril | *-37 jours* | 8 mai | *-7 jours* |
| T.-N.-L. | 5 juin | 13 mai | *-23 jours* | 6 juin | *+1 jour* | 29 avril | *-37 jours* | 30 mai | *-6 jours* |
| N.-É. | 8 mai | 13 avril | *-25 jours* | 11 mai | *+3 jours* | 30 mars | *-39 jours* | 1 mai | *-7 jours* |
| Î.-P.-É. | 7 mai | 10 avril | *-26 jours* | 11 mai | *+4 jours* | 2 avril | *-34 jours* | 7 mai | *0 jours* |
| *Date de la dernière gelée d'automne* | | | | | | | | | |
| N.-B. | 27 sept | 28 sept | *+1 jour* | 24 oct | *+27 jours* | 9 oct | *+12 jours* | 9 nov | *+43 jours* |
| T.-N.-L. | 24 sept | 26 sept | *+2 jours* | 16 oct | *+22 jours* | 5 oct | *+11 jours* | 27 oct | *+33 jours* |
| N.-É. | 15 oct | 16 oct | *+1 jour* | 14 nov | *+30 jours* | 29 oct | *+14 jours* | 28 nov | *+44 jours* |
| Î.-P.-É. | 24 oct | 19 oct | *-5 jours* | 19 nov | *+26 jours* | 24 oct | *+0 jours* | 25 nov | *+22 jours* |

Remarque : Les projections ont été établies en utilisant le profil représentatif d'évolution des concentrations 4.5 du GIEC comme « scénario d'émissions moyennes » et le RCP8.5 comme « scénario d'émissions élevées ». Source: Atlas climatique du Canada, 2019.

Les élévations du niveau de la mer relatif sont particulièrement préoccupantes pour la région, l'élévation projetée du niveau de la mer étant supérieure à la moyenne mondiale dans la plupart des zones du Canada atlantique (Greenan et coll., 2019; Atkinson et coll., 2016). Le niveau de la mer relatif de la région est projeté d'augmenter de 75 à 100 cm d'ici 2100 dans un scénario d'émissions élevées (Cohen et coll., 2019; Atkinson et coll., 2016). L'élévation du niveau de la mer entraînera une augmentation de la fréquence des inondations côtières. Par exemple, une élévation de 20 cm du niveau de la mer à Halifax – comme cela est projeté dans les deux ou trois prochaines décennies dans tous les scénarios d'émissions – entraînera une multiplication par quatre de la fréquence des inondations côtières dans la municipalité (Greenan et coll., 2019). Le littoral sera encore plus touché par la réduction de la glace de mer en hiver, ce qui se traduira par des vagues à plus forte énergie atteignant la côte lors des tempêtes hivernales et exacerbera le risque de dommages aux infrastructures et aux écosystèmes côtiers (voir la figure 1.2; Greenan et coll., 2019).




Figure 1.2 : Onde de tempête au port de North Rustico, à l'Île-du-Prince-Édouard. Photo reproduite avec l'aimable autorisation de Don Jardine.

L'écoulement fluvial annuel est prévu d'augmenter dans la majeure partie de la région. Études sur les bassins versants des rivières Saint-Jean, Nashwaak, Canaan, Kennebecasis, Restigouche et Miramichi au Nouveau-Brunswick (El-Jabi et coll., 2013), le bassin de la rivière Pinus au Labrador (Roberts et coll., 2012) et la rivière

Sackville en Nouvelle-Écosse (Ingénieurs-conseils CBCL, 2017a) quantifient les changements prévus. Il est difficile de prévoir comment l'augmentation des écoulements fluviaux annuels influencera la fréquence et l'ampleur des inondations intérieures, car ces phénomènes sont influencés par une combinaison de nombreux facteurs, qui ont tendance à varier à travers la région. Par exemple, en général, les inondations intérieures sont causées par :

- de la pluie combinée à la fonte des neiges et à la formation d'embâcles à Terre-Neuve-et-Labrador;
- des pluies torrentielles, des dégels soudains et des défaillances d'infrastructures en Nouvelle-Écosse;
- des épisodes de précipitations extrêmes, souvent à la suite de tempêtes extratropicales à l'Île-du-Prince-Édouard;
- des épisodes de pluie, des épisodes de pluie sur neige, ou des formations d'embâcles au Nouveau-Brunswick (Burrell, 2011).

### 1.1.4 Travaux antérieurs sur l'adaptation

Au Canada atlantique, les organisations non gouvernementales, les établissements universitaires, les administrations municipales, les gouvernements provinciaux et les collectivités et organisations autochtones ont tous joué un rôle dans les travaux antérieurs et actuels d'adaptation aux changements climatiques. Les premiers travaux ont porté sur la collecte de renseignements de base sur les impacts régionaux des changements climatiques et sur le soutien aux évaluations des risques liés aux changements climatiques pour différents secteurs, sur la création de réseaux de collaboration et sur la réalisation de plans municipaux d'adaptation aux changements climatiques (p. ex. en Nouvelle-Écosse). Solutions d'adaptation aux changements climatiques de l'Atlantique (SACCA) – un partenariat entre les quatre gouvernements provinciaux et des intervenants régionaux – a soutenu les efforts communs visant à élaborer des renseignements et des outils entre 2009 et 2016, principalement pour les municipalités, afin de faire face aux impacts communs des changements climatiques (SACCA, s.d.).

Ces administrations se sont appuyées sur des travaux préliminaires pour poursuivre l'élaboration de programmes d'adaptation axés sur le renforcement des capacités, l'élaboration et la mise en œuvre de plans ou de stratégies d'adaptation, ainsi que sur des évaluations des risques et des outils adaptés. Lorsque des défis particuliers se présentaient, les SACCA ont également soutenu des projets tels qu'une analyse coûts-avantages des options d'adaptation en matière de transport pour l'isthme de Chignecto dans la région de Tantramar (SACCA, s.d.). Les collectivités autochtones du Canada atlantique ont fait progresser les travaux d'adaptation. Par exemple, les collectivités Mi'gmaq d'Elsipogtog, de L'nuiMenikuk et d'Esgenoopetitj ont toujours été vulnérables aux inondations, qui pourraient s'intensifier avec les changements climatiques. Grâce à un partenariat avec Services aux Autochtones Canada, des projets sont en cours dans chacune de ces collectivités pour réparer les maisons et les infrastructures endommagées par les inondations, tout en mettant en œuvre des mesures de réduction des risques à petite échelle, comme des améliorations de drainage, l'élévation de structures sujettes aux inondations et des travaux de remplissage et de nivellement pour renforcer la résilience (Services aux Autochtones Canada, 2020; Prairie Climate Centre, 2019a, b).

### 1.1.5 Approche du chapitre

Ce chapitre s'appuie sur des rapports d'évaluation antérieurs et s'inspire largement du contenu fourni par des praticiens locaux et régionaux, des organisations non gouvernementales, des consultants, des scientifiques et le gouvernement. Les contributions se fondent sur l'expertise régionale et les leçons apprises des succès et des défis, qui ne sont pas tous disponibles dans les revues évaluées par des pairs. Les messages clés ont été élaborés par un processus itératif de hiérarchisation au cours d'ateliers et d'entrevues avec des praticiens et des experts. Une équipe d'auteurs s'est proposée (à la suite d'invitations largement diffusées) pour peaufiner les messages clés sélectionnés. Les participants autochtones aux ateliers et aux réunions ont souligné la nécessité d'élaborer un message clé autonome sur les perspectives autochtones, plutôt que de les intégrer à chacun des autres messages clés.

Le chapitre présente cinq messages clés sur des thèmes liés aux impacts des changements climatiques au Canada atlantique et l'adaptation à ceux-ci. Les thèmes sont les suivants : risques pour les infrastructures dus aux inondations et à l'élévation du niveau de la mer; santé et bien-être des collectivités; collectivités autochtones; industries des ressources naturelles et renforcement des capacités d'adaptation aux changements climatiques. La section sur les lacunes dans les connaissances et les besoins en matière de recherche aborde d'autres enjeux prioritaires liés aux changements climatiques qui ont été relevés au cours du processus de rédaction, mais pour lesquels la documentation sur les approches d'adaptation faisait défaut (voir la Section 1.7.1).

## 1.2 Les infrastructures sont menacées par l'augmentation des inondations et de l'érosion

**Les changements climatiques amplifient les risques d'inondation existants dans les zones côtières du Canada atlantique et dans les endroits qui sont sujets aux inondations et à l'érosion. Afin de tenir compte de ces risques, une gamme de mesures d'adaptation est mise en œuvre, notamment des changements dans la conception des infrastructures, comme l'utilisation de structures de protection artificielles, ainsi que des approches fondées sur la nature pour protéger la côte.**

*Les risques d'inondations côtières et terrestres varient dans la région atlantique. Le littoral de la région est vulnérable aux inondations dues à l'élévation du niveau de la mer et aux ondes de tempête, ainsi qu'à l'érosion induite par les vagues. Les principaux cours d'eau et affluents peuvent provoquer des inondations au printemps, sous l'effet de la fonte des neiges et des pluies, ainsi qu'à la fin de l'automne et pendant l'hiver, lorsque le sol gelé est imperméable et que les champs agricoles sont dépourvus de cultures de couverture. Ces impacts, s'ils ne sont pas abordés, peuvent conduire à la défaillance des systèmes d'infrastructure essentiels et à l'interruption des services de base, affectant la sécurité publique et menaçant la capacité des collectivités à fournir des services de manière durable. L'adaptation pour réduire les risques d'inondation nécessite l'utilisation d'approches adaptées aux circonstances locales. Les stratégies courantes par défaut consistent à surélever ou à protéger des infrastructures déterminées à l'endroit où elles se trouvent, mais elles peuvent présenter*

*de sérieuses limitations à long terme. L'augmentation de la disponibilité, de l'accessibilité et de la précision des cartes de risques permet une prise en compte proactive des risques d'inondation dans la conception et la planification des infrastructures. Les approches de rechange, bien qu'elles ne soient pas encore largement utilisées, comprennent l'utilisation de solutions fondées sur la nature pour dissiper ou ralentir l'eau avant qu'elle n'affecte un bien immeuble, ainsi que le retrait contrôlé et la réinstallation.*

## 1.2.1 Introduction

Les collectivités du Canada atlantique sont confrontées à un risque important d'inondations côtières et intérieures en raison des changements climatiques. Les facteurs d'impacts des changements climatiques sur la côte – notamment l'élévation du niveau de la mer et les ondes de tempête – diffèrent dans la gravité relative de leurs impacts, comme l'érosion et les inondations, à travers le Canada atlantique. Cela reflète les différences dans l'environnement physique d'un endroit à l'autre, comme l'élévation, le type de système côtier (p. ex. plage de galets, falaise de grès), l'exposition aux vagues et d'autres facteurs (Savard et coll., 2016). Les changements du niveau de la mer sont provoqués par une combinaison de facteurs locaux, régionaux, hémisphériques et planétaires (Atkinson et coll., 2016). En conséquence, les changements passés et prévus du niveau de la mer varient au Canada atlantique, où de nombreuses régions devraient connaître une augmentation du niveau de la mer supérieure à la médiane mondiale (voir la figure 7.16 dans Greenan et coll., 2019). Plus précisément, l'élévation du niveau de la mer devrait se situer dans une fourchette de 75 à 100 cm avant la fin du XXIe siècle pour Terre-Neuve, la Nouvelle-Écosse, le Nouveau-Brunswick et l'Île-du-Prince-Édouard (Greenan et coll., 2019). On prévoit que le niveau de la mer n'augmentera que légèrement au Labrador en raison du relèvement isostatique (Greenan et coll., 2019). L'évaluation des changements futurs du niveau de la mer continue d'évoluer grâce à des observations et à une modélisation climatique actualisées.

En plus des risques d'inondation côtière, certaines régions, comme le littoral du détroit de Northumberland au Nouveau-Brunswick et l'Île-du-Prince-Édouard, sont particulièrement vulnérables à l'érosion côtière en raison du substratum rocheux de grès très érodable et de l'emplacement de nombreuses collectivités dans des zones côtières de faible altitude (Vasseur et Catto, 2008). L'érosion côtière est un processus à la fois à long terme et à court terme. L'érosion à long terme peut être produite par l'élévation du niveau de la mer, mais aussi par les vagues, notamment lorsque les caractéristiques prédominantes des vagues changent (p. ex. leur direction). L'érosion à court terme est causée pendant les tempêtes, donc l'augmentation de l'activité des tempêtes augmentera l'érosion à long terme (Atkinson et coll., 2016). De plus, les réductions de la couverture saisonnière de glace de mer augmentent l'exposition du littoral aux tempêtes, ce qui peut entraîner des inondations et une érosion accélérée lors des tempêtes hivernales (Greenan et coll., 2019; Lemmen et coll., 2016).

Les inondations dans les terres au Canada atlantique sont principalement attribuables aux épisodes de pluie abondante dus aux ouragans, aux transitions extratropicales, aux tempêtes d'automne, aux embâcles, à la fonte des neiges ou à une combinaison de ces facteurs (Newfoundland and Labrador Department of Municipal Affairs and Environment, 2019; Environnement et Changement climatique Canada, 2010). Les précipitations extrêmes quotidiennes devraient augmenter au Canada, les augmentations projetées étant plus fortes dans les scénarios à émissions élevées et plus tardives au cours du XXIe siècle. Pour le scénario à émissions élevées (RCP8.5), l'augmentation médiane prévue de l'épisode de précipitation maximale annuelle sur 20 ans pour le Canada atlantique est de 14 % d'ici 2031–2050 et de 30 % d'ici 2081–2100 (Zhang et coll., 2019). Comme la fonte

printanière se produit plus tôt en raison des températures plus élevées et que les épisodes de pluie sur neige augmentent, il en résultera une évolution vers des inondations, des embâcles et des épisodes de pluie sur neige plus précoces (Bonsal et coll., 2019), ce qui entraînera une plus grande quantité de ruissellement dans les réseaux fluviaux et les cours d'eau. Le ruissellement rapide à partir de pentes abruptes et de surfaces revêtues peut entraîner des inondations presque immédiatement pendant ou après une tempête, en particulier dans les zones où la couverture du sol est mince, le substratum rocheux peu profond et les pentes abruptes, ce qui caractérise la majeure partie de Terre-Neuve-et-Labrador (CVIIP, 2008). L'établissement historique le long des rivières et du littoral place les personnes, les infrastructures et les services dans des zones où le risque d'inondation s'accroît. Dans de nombreux cas, les pressions exercées par le développement, les progrès des technologies de construction et les règles limitées d'utilisation des sols ont permis un développement débridé du secteur riverain dans des zones à haut risque (Cutter et coll., 2018).

Les inondations côtières et dans les terres ont des impacts sur les infrastructures, influençant directement et indirectement tous les aspects de la vie et de l'activité socioéconomique. Les impacts directs comprennent les dommages causés aux infrastructures de transport essentielles entre les régions qui sont reliées par une seule liaison routière, ce qui augmente leur vulnérabilité, comme l'isthme de Chignecto qui relie le Nouveau-Brunswick à la Nouvelle-Écosse (Rapaport et coll., 2017), la levée de Canso vers l'île du Cap-Breton, la route Transcanadienne qui traverse le sud-ouest de Terre-Neuve et la route Transcanadienne à Jemseg (MacKinnon, 2019). Dans certains cas, des travaux sont en cours pour déterminer les approches d'adaptation permettant de diminuer la vulnérabilité de ces réseaux de voies de communications (p. ex. l'isthme de Chigneto; Parnham et coll., 2015).

Certaines collectivités situées le long de la Wolastoqey (rivière Saint-Jean), y compris les collectivités des Premières nations (p. ex. la Première Nation Kingsclear, la Première Nation St. Mary's et la Première Nation Oromocto), possèdent également des infrastructures essentielles qui sont vulnérables aux impacts des changements climatiques. Il s'agit notamment des collectivités disposant d'étangs de traitement des eaux d'égout situés à proximité de la rivière, où un dégel printanier plus grave résultant de la fonte de la neige et de la glace dans les rivières et les inondations a provoqué des débordements contaminés. Cela présente des risques pour la santé de ces collectivités (Radio-Canada, 2019a; Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2014, Lantz et coll., 2012). Les collectivités qui dépendent partiellement ou entièrement d'un service de traversier ou d'un pont sont également sujettes à des perturbations liées aux conditions météorologiques, qui affectent des zones telles que la péninsule de Kingston, au Nouveau Brunswick, et les collectivités isolées de Terre-Neuve-et-Labrador.

## 1.2.2 Approches d'adaptation

Les principales stratégies d'adaptation dans les zones côtières se répartissent en trois catégories : protection, adaptation et évitement/retrait (Lemmen et coll., 2016; van Proosdij et coll., 2016). L'aménagement du territoire, l'ingénierie et les approches fondées sur la nature offrent une variété d'options pour chacune de ces stratégies, bien que des outils précis en matière de gestion des dangers d'inondation soient nécessaires pour réduire ou éviter les risques d'inondation futurs pour les collectivités et les infrastructures. Si le recours à des approches « douces » (p. ex. la restauration du littoral à l'aide de plantes) et à des solutions d'ingénierie « dures » (p. ex. la construction d'un ouvrage longitudinal) est actuellement la solution la plus courante en matière d'adaptation (voir la figure 1.3), des discussions sur la réinstallation des collectivités commencent

dans certaines zones particulièrement à risque, tout en reconnaissant que cette option est rarement souhaitable pour les résidents (Mercer Clarke et coll., 2016).

### 1.2.2.1 Évaluation des risques

Les cartes des zones inondables, qui indiquent les zones exposées à des inondations saisonnières ou prévues, sont des outils précieux pour la sensibilisation et la mobilisation du public. Les renseignements fournis par ces outils permettent aux collectivités de mener des évaluations détaillées de la vulnérabilité qui tiennent compte des élévations prévues des eaux de crue, aidant ainsi les citoyens, les municipalités, les autorités chargées de la planification, les propriétaires d'infrastructures et de services publics à prendre des décisions éclairées sur la meilleure façon d'adapter les biens et les propriétés aux risques. Des cartes des zones inondables mises à jour, qui sont essentielles pour les décideurs (Institut de prévention des sinistres catastrophiques, 2019), sont en cours d'élaboration pour certaines régions du Canada atlantique.

Par exemple, le plan d'action sur les changements climatiques du Nouveau-Brunswick, intitulé *La transition vers une économie à faibles émissions de carbone*, reconnaît la nécessité de mettre à jour les cartes des zones inondables pour assurer la sécurité publique et faciliter les efforts d'aménagement du territoire dans la province (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2016). Le gouvernement du Nouveau Brunswick entreprend des évaluations des risques d'inondation côtière et dans les terres à l'aide de cartes des zones inondables mises à jour. Lorsque les données seront accessibles au public, les utilisateurs pourront facilement repérer les zones et les infrastructures à risque. Le gouvernement de Terre-Neuve met à jour ses cartes des zones inondables depuis 2005 (Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador, s.d.a). Des projets similaires sont en cours à l'Île-du-Prince-Édouard et en Nouvelle-Écosse, où des cartes des risques côtiers et des conseils pour les municipalités sur le développement dans les plaines inondables sont en cours d'élaboration (Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard, 2018).

De nombreuses municipalités du Canada atlantique ont mis à jour leur cartographie des zones inondables et ont apporté des modifications aux plans et aux règlements municipaux en fonction de ces cartes. Par exemple, la ville de Paradise (Terre-Neuve-et-Labrador) a inclus la politique suivante dans son plus récent plan municipal, adopté en 2016, avant l'achèvement de l'étude sur les risques d'inondation : « 6.4.1 (5) Lorsqu'elle sera terminée, intégrer les recommandations d'une étude sur la plaine inondable de la rivière Waterford au plan et au règlement sur le développement municipaux, conformément à la politique provinciale sur les plaines inondables » (Ville de Paradise, 2016, p. 51). La ville de Mount Pearl (Terre-Neuve-et-Labrador) a adopté la cartographie provinciale des risques d'inondation et a mis à jour sa cartographie pour montrer les nouvelles zones inondables (City of Mount Pearl, s.d.). La ville étudie également la zone de la rivière Waterford en relation avec l'établissement du centre-ville et la façon dont le zonage est lié à la cartographie provinciale des risques d'inondation (Howell, 2020). Ces exercices permettent d'améliorer la compréhension des impacts potentiels à court et à long terme pour des endroits déterminés, ce qui contribue à étayer les mesures d'adaptation.

Les risques d'érosion ont été évalués au Nouveau-Brunswick (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, s.d.a) et à l'île de Terre-Neuve en fonction de la sensibilité à l'érosion à court terme à l'aide d'un indice d'érosivité côtière (Catto, 2011), tandis que l'érosion côtière à long terme résultant de l'élévation du niveau de la mer

relatif a été évaluée à l'aide d'une modification de l'indice de sensibilité du littoral (Shaw et coll., 1998). Des évaluations des risques d'érosion ont récemment été menées à divers endroits du sud et du centre du Labrador (Catto, 2019), et le gouvernement du Nouveau-Brunswick fournit des données historiques sur l'érosion côtière sur son site Web GeoNB (geonb.ca).

### 1.2.2.2 Aménagement du territoire et contrôle du développement

Des mesures d'aménagement du territoire plus strictes, telles que des règlements d'aménagement prévoyant des retraits horizontaux et verticaux minimaux, pourraient mieux orienter l'implantation de nouvelles infrastructures à l'écart des zones inondables connues. Malgré les nombreux documents de planification climatique des municipalités, il y a encore de nombreux endroits où des plans d'aménagement du territoire et des règlements administratifs n'existent pas (p. ex. dans certains secteurs non constitués en municipalité du Nouveau-Brunswick) ou ne tiennent pas compte des risques climatiques actuels et futurs (seulement 34 % des municipalités du Nouveau-Brunswick avaient évalué les risques en 2020; Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2020).

Un certain nombre d'initiatives liées à la planification à l'échelle provinciale et municipale sont conçues pour faire progresser les mesures d'adaptation. La nouvelle loi sur la protection du littoral de la Nouvelle-Écosse limite le développement, les rénovations et les agrandissements dans les zones côtières vulnérables (Nova Scotia Legislature, 2019). Au Nouveau-Brunswick, les municipalités confrontées aux risques côtiers les plus importants ont été tenues de réaliser des évaluations de la vulnérabilité et des plans d'adaptation d'ici 2020. Le plan d'action sur les changements climatiques du Nouveau-Brunswick de 2016 (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2016) désigne les municipalités comme étant à haut risque en fonction de phénomènes historiques, comme ceux qui ont causé des inondations ou une érosion importantes, endommagé des infrastructures ou des biens, ou perturbé l'accès ou les interventions d'urgence. Dans le cadre des mesures contre les changements climatiques, le Nouveau-Brunswick s'engage en outre à mettre progressivement en place la préparation et la mise en œuvre obligatoires de plans d'adaptation locaux pour les municipalités qui présentent également une proposition de financement provincial des infrastructures. Ces exigences ont suscité une large prise de conscience des impacts potentiels des changements climatiques sur les municipalités côtières. De même, en Nouvelle-Écosse, les collectivités sont obligées de mettre en place des plans d'adaptation aux changements climatiques pour pouvoir recevoir du financement du Fonds pour le développement des collectivités du Canada, anciennement appelé Fonds fédéral de la taxe sur l'essence, et le gouvernement provincial a élaboré un guide pour soutenir les municipalités à cet égard (Savard et coll., 2016; Fisher, 2011).

### 1.2.2.3 Solutions d'ingénierie « dures »

Dans tout le Canada atlantique, les propriétaires de biens immobiliers privés, les municipalités et les industries utilisent presque exclusivement des infrastructures « dures », comme de la roche ou d'autres matériaux (appelés enrochements) et des ouvrages longitudinaux, pour protéger leurs propriétés contre l'érosion côtière. Bien que les praticiens des écosystèmes côtiers reconnaissent que les rivages naturalisés sont plus résilients et plus rentables à long terme dans certaines situations (Rideau Region Conservation

Authority, 2011), il a été extrêmement difficile de décourager les propriétaires de biens immobiliers privés d'utiliser des solutions d'ingénierie « dures » (voir la figure 1.3). Les projets d'ingénierie faisant appel à des infrastructures « dures » peuvent générer un plus grand sentiment de sécurité et de capacité à résister aux impacts des changements climatiques. Cela peut dissuader d'envisager des solutions de rechange, comme les berges naturelles et les infrastructures naturelles. Les projets d'ingénierie de grande envergure nécessitent une expertise professionnelle pour la conception, la construction (voir l'étude de cas 1.1) et l'entretien. La réévaluation périodique des structures « permanentes » à la lumière de l'évolution de l'exposition aux dangers liés aux changements climatiques est également importante.

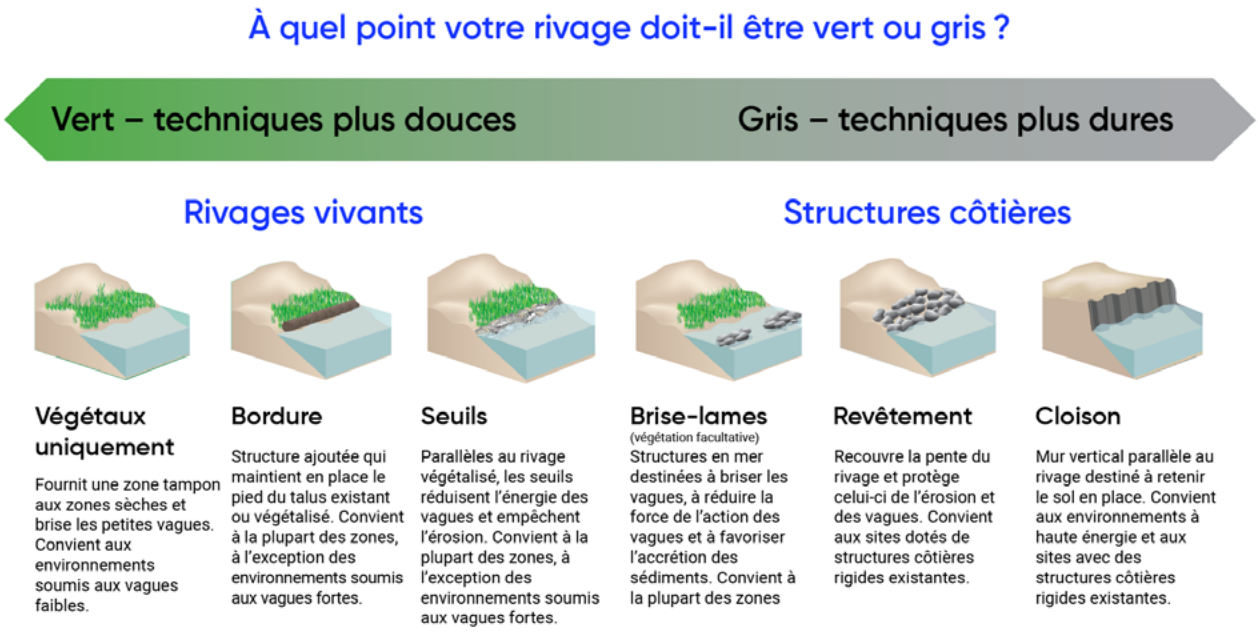



Figure 1.3 : Continuum de techniques de stabilisation des rives allant du vert (« douces ») au gris (« dures »). Source : National Oceanic and Atmospheric Administration, 2015

Les solutions d'ingénierie sont souvent privilégiées, et une stratégie par défaut courante consiste à élever ou à protéger le bien à son endroit actuel. Par exemple, l'enrochement de protection combiné à l'élévation des routes peut être une solution pratique à court ou moyen terme, s'il est conçu de manière à réduire les impacts négatifs sur les processus littoraux, tout en répondant aux exigences fonctionnelles pendant sa durée de vie prévue (voir la figure 1.4; Leys, 2020). Services aux Autochtones Canada travaille avec les Premières nations pour soutenir les projets d'atténuation structurelle des changements climatiques, comme les digues et les ouvrages longitudinaux. avrilès le raz-de-marée de 2010 à Eel River Bar (Nouveau-Brunswick), un ouvrage longitudinal de 600 mètres a été érigé pour protéger certaines des zones les plus vulnérables (Gillis, 2020).

Les solutions d'ingénierie « dures » novatrices qui intègrent l'infrastructure naturelle peuvent contribuer à préserver les biens locaux, tout en offrant des avantages connexes tels que la création d'un habitat pour la

flore benthique (voir l'étude de cas 1.1; Leys, 2020). Les processus de planification intégrée peuvent s'avérer essentiels pour obtenir un résultat positif dans les cas où les solutions d'ingénierie « dures » ne suffisent pas, en particulier pour les projets de grande envergure (voir l'étude de cas 1.1).



Figure 1.4 : Revêtement de roches, combiné à des ouvertures sur la plage, utilisé pour protéger le remblai de l'autoroute à l'entrée du parc national Fundy à Alma, au Nouveau-Brunswick, à marée basse. Photo reproduite avec l'aimable autorisation de Doug Watson, Parcs Canada.

## Étude de cas 1.1 : Récifs intertidaux à Souris, à l'Île-du-Prince-Édouard

La ville de Souris, à l'Île-du-Prince-Édouard, est une collectivité côtière qui dépend du tourisme et de la pêche. Comme d'autres collectivités côtières de l'Île-du-Prince-Édouard, Souris a dû faire face à des tempêtes et à l'action des vagues, qui ont érodé son littoral de grès et menacé ses infrastructures. La route en remblai qui donne accès à la ville est un point de transit vital pour l'économie locale et une plage populaire auprès des touristes. Compte tenu de la vulnérabilité de l'infrastructure de la route en remblai (Jardine, 2012), diverses approches ont été utilisées pour la protéger, notamment des paniers en gabions, des pierres de carapace, un caisson en bois et un mur de pieux en acier. Ces efforts ont soutenu la croissance économique locale, comme l'agrandissement du parc Souris Beach Gateway, de nouveaux commerces et un terrain de jeux.

Les approches traditionnelles d'enrochement de protection nécessitent toutefois un entretien périodique et parfois coûteux sur le long terme. Dans certaines situations, cette approche d'enrochement de protection peut également accélérer l'érosion et provoquer l'épuisement du sable précieux des plages. Dans cette optique, un projet visant à mettre en œuvre une installation d'infrastructure naturalisée à l'Île-du-Prince-Édouard a été lancé en 2018 (Davies et Thompson, 2019). Deux récifs intertidaux ont été conçus par le gouvernement provincial pour accroître la résilience du système de plages et de dunes, tout en protégeant la route en remblai et l'infrastructure du parc (voir la figure 1.5). Les récifs agissent comme des barrières protectrices contre l'action des vagues sur le rivage en plus de contribuer à reconstituer la plage en raison

de l'atténuation des vagues et du dépôt ultérieur de sédiments derrière les récifs. Les récifs constituent également un environnement naturel pour le développement de la flore benthique. Enfin, les récifs sont construits à l'aide de grès de l'Île-du-Prince-Édouard, qui est non seulement moins coûteux que le granit importé traditionnel, mais qui se fond aussi parfaitement dans les sédiments environnants en se dégradant lentement avec le temps.



Figure 1.5 : Récifs intertidaux à marée basse à Souris, Île-du-Prince-Édouard, juillet 2018. Photo reproduite avec l'aimable autorisation de Vincent Leys.

### 1.2.2.4 Approches fondées sur la nature

L'expression « approches fondées sur la nature » est utilisée de manière générique pour désigner une série d'approches de l'adaptation axées sur la nature (voir le chapitre « Services écosystémiques » du Rapport sur les enjeux nationaux). Cela inclut, entre autres, les solutions fondées sur la nature et les infrastructures naturelles. L'infrastructure naturelle est définie comme : « l'utilisation stratégique de réseaux de terres naturelles, de paysages fonctionnels et d'autres espaces ouverts pour conserver les valeurs et les fonctions des écosystèmes, et pour fournir des avantages associés aux populations humaines » (Allen, 2014). Les infrastructures fondées sur la nature, souvent appelées « infrastructures vertes » ou « infrastructures douces », comprennent l'utilisation de systèmes techniques ou artificiels qui ressemblent à des systèmes naturels et fonctionnent naturellement. Les infrastructures naturelles et fondées sur la nature fournissent des services écosystémiques (écoservices) qui renforcent la résilience (p. ex. les terres humides contribuent à réduire les risques d'inondation et à améliorer la qualité de l'eau; voir le chapitre « Services écosystémiques » du Rapport sur les enjeux nationaux). À l'échelle régionale, le Collaboratif sur l'infrastructure naturelle des Maritimes relève les enjeux et les possibilités suivants en matière d'infrastructures naturelles : renforcement des capacités; connaissances et sensibilisation à l'importance et à l'utilisation de ces infrastructures; soutien à l'élaboration d'outils de mobilisation des collectivités pouvant faciliter l'intégration des connaissances dans la planification de l'utilisation des terres, des bassins versants et de l'adaptation aux changements climatiques; et collaboration directe avec les municipalités pour mettre en œuvre des projets d'adaptation locaux (voir l'étude de cas 1.2).

## Étude de cas 1.2 : Utilisation d'infrastructures naturelles pour créer des collectivités saines et résilientes

Le Collaboratif sur l'infrastructure naturelle des Maritimes (Collaboratif sur l'infrastructure naturelle des Maritimes, 2017) est un réseau multisectoriel d'ONG, de gouvernements, de planificateurs et d'universitaires du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et de l'Île-du-Prince-Édouard (ICF, 2018). Il sensibilise au rôle important que jouent les infrastructures naturelles pour aider les collectivités à rester saines et résilientes face aux changements climatiques. Par exemple, une série de *Journées d'apprentissage sur les infrastructures naturelles* a permis aux participants de visiter divers sites de projets d'infrastructures naturelles et d'apprendre comment les bassins naturalisés d'eaux de ruissellement, les jardins de pluie et les berges restaurées peuvent contribuer à réduire les risques d'inondation à l'intérieur des terres et à améliorer la qualité de l'eau locale. Ces rencontres ont attiré une variété de professionnels et d'étudiants, dont beaucoup voulaient accroître leurs connaissances et leur sensibilisation à la valeur des infrastructures naturelles comme approche d'adaptation efficace (Réseau environnemental du Nouveau-Brunswick, 2018a).

L'utilisation d'approches fondées sur la nature pour l'adaptation du littoral dans les provinces de l'Atlantique – comme la végétation protectrice ou les terres humides dans les environnements côtiers – est moins courante que les structures d'ingénierie, en partie parce que ces techniques sont moins habituelles et peuvent ne pas être reconnues comme efficaces (van Proosdij, 2021). La mise en œuvre de ces mesures peut également nécessiter des changements dans les règlements d'utilisation du sol et d'aménagement pour laisser des espaces ouverts et interdire la construction. Cependant, il existe des exemples prometteurs d'approches basées sur la nature utilisées dans la région (voir les études de cas 1.3 et 1.4). Une grande partie des actifs naturels et des infrastructures naturelles restaurées actuellement ont bénéficié d'efforts de conservation et de restauration de la part d'organisations non gouvernementales (voir van Proosdij et coll., 2016), ou sont le résultat de la compensation de l'habitat pour des activités de construction, telles que des ensembles résidentiels construits par le secteur privé (Rahman et coll., 2019). Par exemple, CB Wetlands and Environmental Specialists Inc., en collaboration avec l'Université Saint Mary's, a restauré 320 ha d'habitats de marais littoraux entre 2003 et 2020 (TransCoastal Adaptations, s.d.), tandis que Helping Nature Heal Inc. se spécialise dans la naturalisation des rivages afin de restaurer la biodiversité et l'intégrité du littoral.

Les approches hybrides qui combinent des solutions d'ingénierie « dures » et « douces » nécessitent une expertise multidisciplinaire. Les contributions des chercheurs, des praticiens, des intervenants et du public permettent de tirer parti des connaissances scientifiques, des connaissances locales et des observations locales (voir l'encadré 1.1).

## Étude de cas 1.3 : Faire de la place pour les terres humides : restauration de marais salés et adaptation aux changements climatiques grâce à la mise en œuvre du réalignement de digues en Nouvelle-Écosse

Le projet Faire de la place pour les terres humides (TransCoastal Adaptations, s.d.), financé par le Fonds de restauration des côtes du ministère des Pêches et des Océans, élabore un cadre de travail pour le réalignement géré (réintroduction du courant de marée dans les anciennes terres agricoles endiguées et restauration de l'habitat des marais littoraux) et le soumet à l'essai dans une série de projets pilotes pour explorer la viabilité de ce cadre de travail. La facilité de mise en œuvre du réalignement géré varie considérablement, comme le montrent deux exemples.

Le site de Belcher Street, situé sur la rivière Cornwallis, est un mélange de terres agricoles actives et en friche qui sont protégées par une digue vieillissante et érodée. En échange d'un accès amélioré et d'une digue plus courte construite selon les normes relatives aux changements climatiques, le Marsh Body a voté en faveur du projet de réalignement géré. Ce projet a permis de restaurer le courant de marée sur 6,9 ha d'habitat humide en juin 2018, de réduire la longueur des digues de plus de 500 m et d'inclure l'utilisation de techniques de littoral vivant comme solution de rechange aux enrochements de protection traditionnels pour renforcer l'estran existant. Les premiers résultats du programme de surveillance indiquent que le site réagit positivement (voir la figure 1.6 a).

Le site de Converse, situé à l'embouchure de la rivière Missaguash du côté de la Nouvelle-Écosse, comprenait une digue parallèle au chenal principal de la rivière et risquait de céder en raison d'une érosion importante. Ayant lieu dans un paysage culturel et archéologique sensible – et contiguë à un lieu historique national – la modification de la digue devait assurer la protection continue de la propriété de Parcs Canada, ainsi que de ses caractéristiques culturelles et archéologiques. Le projet comprenait une évaluation exhaustive de l'impact sur les ressources archéologiques, ainsi qu'une mobilisation avec le Marsh Body et des groupes autochtones, qui ont tous influencé la conception finale du projet. La construction de la nouvelle digue et le déplacement d'une section de la route vers un terrain plus élevé ont été achevés en septembre 2018. La désaffectation de la digue d'environ 1 000 m et le retrait de l'aboiteau ont eu lieu en décembre 2018, rétablissant le courant de marée sur 15,4 ha (voir la figure 1.6 b).

Les projets de ce type deviennent plus vastes et plus complexes, nécessitant l'intégration de nouvelles approches, de nouveaux processus et de nouvelles données, et impliquant des intervenants qui ne faisaient traditionnellement pas partie du processus (Rahman et coll., 2019; Sherren et coll., 2019). La surveillance, la documentation et la communication complètes des processus de réalignement géré et de restauration sont des composantes essentielles pour que ceux-ci soient plus largement acceptés comme des mesures d'adaptation viables.

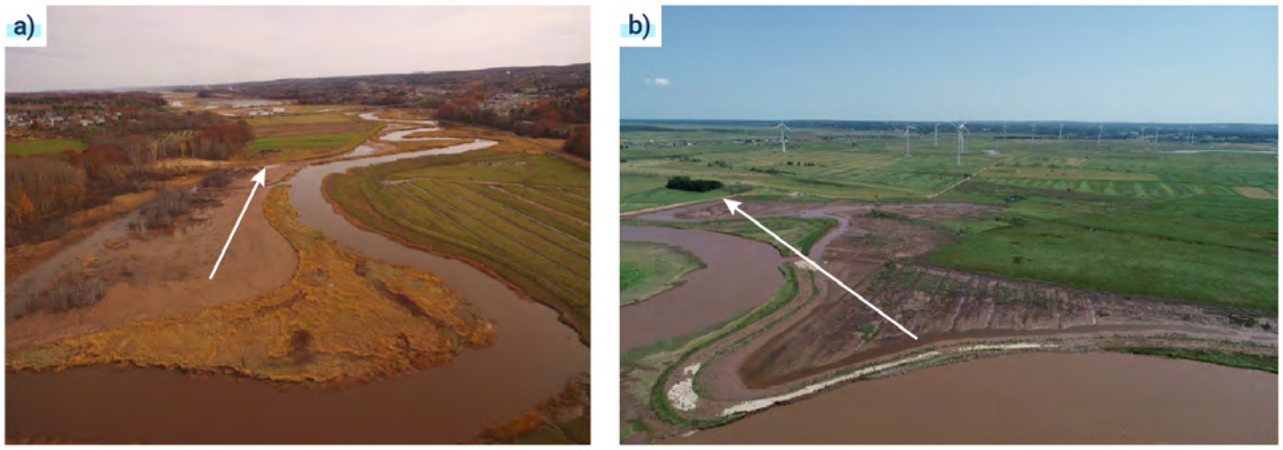



Figure 1.6 : Images aériennes du rétablissement de l'habitat des marais littoraux à un stade précoce (zones de vasières brunes) sur a) le site de réalignement géré de la rue Belcher, près de la rivière Cornwallis en Nouvelle-Écosse, en septembre 2018 (quatre mois après la rupture); et b) image aérienne de l'habitat intertidal en développement sur le site de réalignement géré de Converse en août 2019 (huit mois après la rupture). Les flèches indiquent l'emplacement de la digue réalignée. Photos reproduites avec l'aimable autorisation de CBWES Inc.

## Étude de cas 1.4 : Rivage vivant dans la municipalité régionale d'Halifax

À Halifax, le travail d'adaptation s'est déroulé à la fois à l'échelle municipale, par le biais d'approches de planification formelles et exhaustives, et par le biais d'un partenariat avec de multiples intervenants au St. Mary's Boat Club.

Le site de démonstration du littoral vivant au Saint Mary's Boat Club a utilisé une approche locale en établissant un partenariat entre l'Ecology Action Centre, la municipalité régionale de Halifax, l'Université Saint Mary's et le projet d'adaptation aux changements climatiques de l'Université de Waterloo (Miedema, 2018). Ce projet a débuté en 2014 et a fait intervenir de nombreux intervenants, notamment des professionnels du littoral, des étudiants, des chercheurs et des propriétaires de bâtiments. Le projet comprenait la sélection du site, un atelier sur les techniques du littoral vivant et la finalisation d'un plan du site. À l'aide de peinture biodégradable, les participants ont marqué les endroits où planter des arbres, des arbustes, des herbes et des fleurs au club nautique. Le littoral vivant a été mis en œuvre en mai 2015 avec l'aide de plus de 70 bénévoles. Des arbres supplémentaires (150) ont été plantés sur le site du projet de démonstration du club nautique en septembre 2015. À la suite de la mise en œuvre du projet, l'Ecology Action Centre a organisé des « fêtes de nettoyage du littoral vivant » pour aider à pailler, désherber, planter et enlever les débris sur le littoral vivant. Le nettoyage est l'occasion de sensibiliser le public à l'importance du littoral vivant.

### 1.2.2.5 Recherche-action participative et adaptation

Des projets de recherche-action participative impliquant des chercheurs, des intervenants et le public ont aidé des municipalités et des districts de services locaux à élaborer des plans et des stratégies d'adaptation (Chouinard et coll., 2017, 2015, 2012, 2009, 2008, 2006; Guillemot et Aubé, 2015; Guillemot et coll., 2014; Aubé et Kocyla, 2012; Guillemot et Mayrand, 2012). L'avantage de ces partenariats est que les connaissances scientifiques, combinées aux connaissances et observations locales, peuvent aider à élaborer de façon concertée des plans d'adaptation adaptés aux besoins et aux aspirations de la collectivité. Dans plusieurs cas, cela a permis de s'éloigner des approches traditionnelles consistant à utiliser des solutions d'ingénierie « dures » le long des côtes pour encourager l'utilisation de solutions d'infrastructure hybrides, ou d'habitats côtiers naturels tels que les dunes, les terres humides et les plages. Certaines mesures d'adaptation ont simplement consisté à modifier des structures physiques, comme la surélévation d'un pont pour intégrer les scénarios prévus d'élévation du niveau de la mer et d'inondation à Pointe-du-Chêne, au Nouveau-Brunswick, et l'harmonisation des défenses côtières à Pointe Carron, au Nouveau-Brunswick (Chouinard et coll., 2009). De nombreuses mesures d'adaptation ont fait appel à de nouvelles connaissances scientifiques, comme les données LiDAR dans la péninsule acadienne du Nouveau-Brunswick, et les estimations de l'élévation du niveau de la mer et des inondations pour les sections côtières du Nouveau-Brunswick. D'autres outils de planification appliqués comprenaient des évaluations de la vulnérabilité et des plans d'adaptation aux changements climatiques (Capozi, 2020; Signer et coll., 2014), de nouveaux zonages et règlements municipaux (p. ex. les règlements de zonage de Beaubassin-Est, Commission de services régionaux sud-est, 2021); et des outils éducatifs et de collaboration, notamment un visualiseur de collectivité basé sur le SIG (Lieske et coll., 2014a). Ces différents outils et approches ont permis aux décideurs locaux et aux acteurs de l'adaptation de gagner en capacité et en confiance, leur permettant ainsi de mieux répondre aux futurs défis (Rahman et coll., 2019).

### 1.2.2.6 Retrait et réinstallation

Le retrait et la réinstallation sont des stratégies d'adaptation côtière qui ont été proposées dans des collectivités situées dans la péninsule acadienne, ainsi que le long des côtes du golfe du Saint-Laurent et de la baie des Chaleurs (Projet Adaptation PA, s.d.). Le gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador dispose d'un programme de réinstallation communautaire qui soutient la réinstallation, principalement pour des raisons économiques et à des fins de prestation de services gouvernementaux (Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador, s.d.b). La réaction à l'option de réinstallation a généralement été mauvaise en raison du fort sentiment d'appartenance de nombreux résidents et de leur attachement à leur propriété (EOS Éco-Énergie, 2019). Par exemple, les résidents d'Advocate Harbour, en Nouvelle-Écosse, n'étaient pas réceptifs à la réinstallation comme option pour faire face au risque croissant d'inondation par onde de tempête (EOS Éco-Énergie, 2019). Dans certains cas, le refus de considérer la réinstallation comme une option crée des obstacles à la poursuite des discussions. Par ailleurs, les mesures de réinstallation visent généralement les propriétaires et non les locataires, ce qui peut exacerber les inégalités et la vulnérabilité générale des locataires. Au Nouveau-Brunswick, un récent atelier a permis d'examiner comment les praticiens peuvent entamer des conversations sur le sujet de la réinstallation et explorer les défis potentiels. Les participants ont insisté sur le fait que la réinstallation doit être volontaire et fondée sur une compréhension des risques

pour les terres des gens ou pour leur collectivité (Réseau environnemental du Nouveau-Brunswick, 2019). Il existe de plus en plus d'exemples d'initiatives de réinstallation réussies à l'échelle régionale et nationale qui pourraient alimenter ces conversations (voir la section 1.7).

À Ferryland, à Terre-Neuve-et-Labrador, la route qui relie la collectivité au site archéologique de la Colonie d'Avalon traverse un tombolo (isthme sableux) qui est à risque de subir d'importantes ondes de tempête, surtout à mesure que le niveau de la mer continue de monter. L'abandon n'a pas été une option, mais le revêtement rocheux existant le long de la route a été reconstruit en 2010 après avoir été détruit par des tempêtes précédentes, et a nécessité par la suite des réparations et de l'entretien (voir la figure 1.7a). Bien que l'entretien de cette route pour desservir une seule maison ne semble pas approprié (Watton, 2016), la région reçoit des revenus touristiques annuels estimés à 2 millions de dollars, dont une grande partie est liée à la visite du site archéologique et de l'attraction adjacente « le pique-nique du phare », tous deux accessibles uniquement par cette route. Cependant, il existe quelques exemples de routes côtières abandonnées dans le Canada atlantique (voir la figure 1.7 b; c).

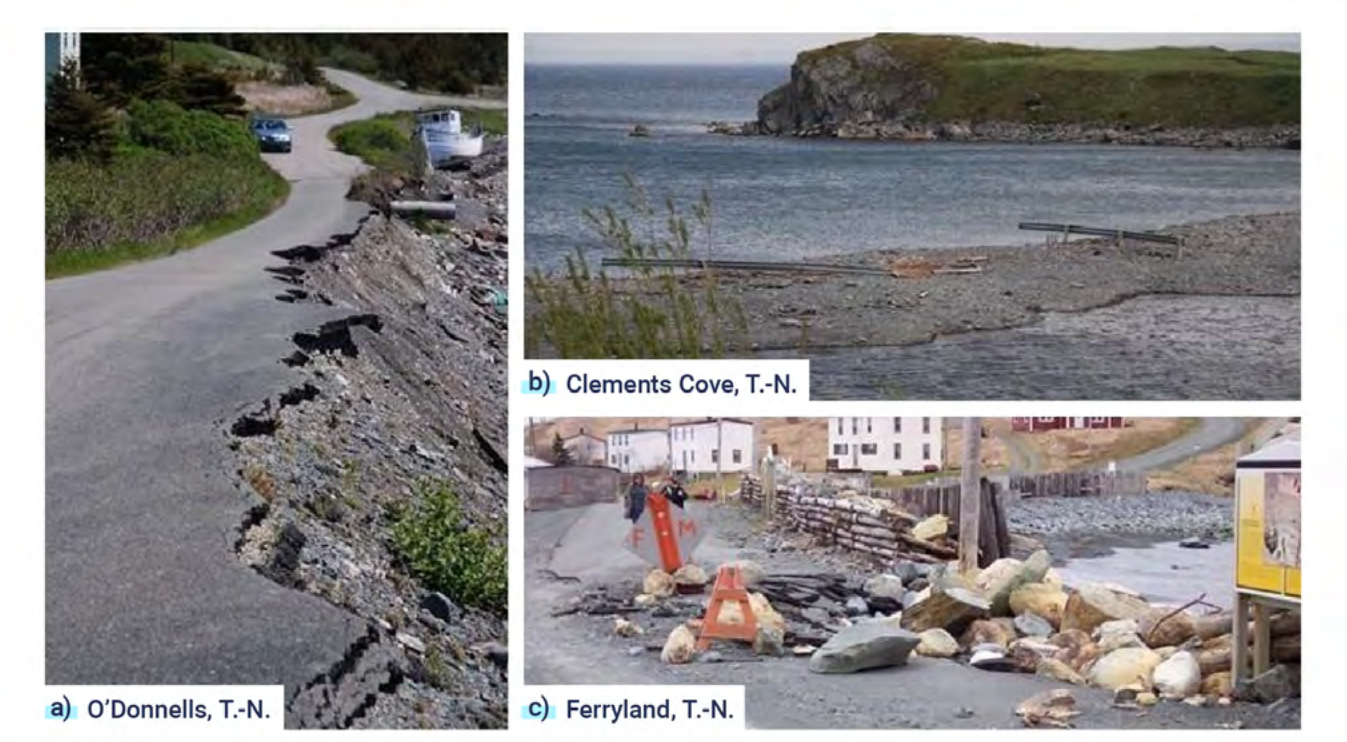



Figure 1.7 : Trois exemples de routes côtières vulnérables à Terre-Neuve-et-Labrador. a) La route en cul-de-sac qui s'étend vers l'ouest à partir de la collectivité de O'Donnells, Terre-Neuve-et-Labrador, qui a été érodée à la suite de plusieurs tempêtes entre 2007 et 2011. La route n'est plus entretenue. b) La route qui longeait autrefois la crête du barachois à Clements Cove, Terre-Neuve-et-Labrador, qui est maintenant abandonnée à la suite de plusieurs phénomènes d'affouillement qui ont eu lieu entre 1990 et 2010. Les glissières de sécurité déplacées sont toujours sur place. c) La digue à la mer qui protège la route du tombolo à Ferryland, Terre-Neuve-et-Labrador, a été fréquemment endommagée à la suite de tempêtes entre 1989 et 2010, et a nécessité une reconstruction et un entretien périodiques. Photos reproduites avec l'aimable autorisation de Norm Catto, Université Memorial de Terre-Neuve.

Au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse, les marais intertidaux constituent la principale ligne de défense de l'infrastructure des digues, tandis que les écosystèmes côtiers au large, comme les dunes, les lagunes et les barres de sable, offrent une protection naturelle à de nombreuses collectivités côtières, aux activités d'utilisation des terres et aux corridors de transport et de communication. Une analyse récente de la vulnérabilité des digues et des inondations a conclu que les digues des deux provinces ont une probabilité accrue de débordement dans le cadre de la projection d'élévation du niveau de la mer de 2100 (van Proosdij et coll., 2018). Les ministères de l'Agriculture de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick sont responsables de 364 km de digues et d'aboiteaux – des structures de contrôle de l'eau qui permettent à l'eau douce entrant dans les terres endiguées de s'écouler par des digues à clapet à marée basse, ce qui empêche l'eau salée d'entrer dans la zone endiguée.

À l'échelle mondiale, la pratique consistant à réintroduire le courant de marée – là où c'est possible – dans d'anciennes terres agricoles endiguées et à restaurer l'habitat des marais littoraux a été désignée comme une méthode viable d'adaptation aux risques actuels et futurs associés aux changements climatiques (van Proosdij et Page, 2012). Il est également de plus en plus évident que le réalignement des infrastructures de protection côtière et la restauration des marais littoraux constituent des solutions à long terme et économiquement judicieuses pour faire face aux changements climatiques (Sherren et coll., 2019; Wollenburg et coll., 2018; Vuik et coll., 2016; van Proosdij et coll., 2014). Alors que les efforts antérieurs de restauration des terres humides côtières au Canada atlantique étaient principalement axés sur la restauration d'habitats résilients et autosuffisants (Bowron et coll., 2012), les impacts de plus en plus concrets des changements climatiques – combinés à l'évolution des paysages économiques, des règlements et des pratiques d'utilisation des terres – ont modifié et élargi les objectifs de ces projets. Les ressources disponibles étant limitées, des conseils sont nécessaires pour déterminer où et comment les digues doivent être réalignées afin d'optimiser les services écosystémiques, de maximiser les bénéfices de l'adaptation, de minimiser les coûts économiques et de maintenir des terres agricoles fertiles et des activités sociales, culturelles et historiques. Des facteurs tels que le degré de vulnérabilité des digues, la probabilité de défaillance, les zones à risque et le degré d'urgence ont permis de soutenir la prise de décision (van Proosdij et coll., 2018). Cette information, conjointement à une analyse du rendement du capital investi, fondée sur les actifs protégés par les structures de digues, a permis au ministère de l'Agriculture de la Nouvelle-Écosse de désigner 64 km de systèmes de digues et de routes en remblai comme objet d'amélioration (p. ex. renforcement, réalignement, réversion des marais salés) et d'obtenir un financement de 114 millions de dollars du Programme national d'atténuation des catastrophes en 2019 pour soutenir les projets (Gouvernement du Canada, 2019). L'approche du réalignement géré (c.-à-d. le recul de la ligne des défenses maintenues jusqu'à une nouvelle ligne, qui est soit à l'intérieur des terres ou à une plus haute élévation que la ligne originale) a été envisagée en même temps que d'autres options d'ingénierie. La capacité régionale à mettre en œuvre avec succès un réalignement géré s'accroît grâce à des programmes de recherche approfondis et à la surveillance exercée par les ONG, le monde universitaire et le secteur privé (Sherren et coll., 2019; Wollenburg et coll., 2018; Boone et coll., 2017; Bowron et coll., 2012). La recherche et la collaboration sont nécessaires puisque les projets deviennent plus complexes et impliquent des intervenants et des détenteurs de droits multiples.

La région de Truro, en Nouvelle-Écosse, est très exposée aux inondations récurrentes, de nombreuses zones développées étant situées dans la plaine d'inondation naturelle. Dans les années 1600 et 1700, les colons acadiens ont construit des digues de protection contre les inondations sur les berges naturelles des rivières, afin de récupérer des terres productives pour l'agriculture. Cependant, pendant les périodes de ruissellement

extrême et de débit élevé de la rivière, les digues réduisent la capacité de la rivière et de la plaine inondable à s'écouler vers l'océan, ce qui entraîne un risque accru d'inondation. L'élévation du niveau de la mer affecte directement la capacité des digues à protéger contre les inondations dues à des ondes de tempête mineures (CBCL Consulting Engineers, 2017b).

Une étude approfondie sur les inondations dans la région de Truro a montré que le réalignement du système de digues actuel vers l'extérieur des berges de la rivière – rétablissant une grande partie de la plaine inondable d'origine – est une mesure potentielle pour réduire le risque d'inondation (CBCL Consulting Engineers, 2017b). Le projet North Onslow Floodplain Restoration and Managed Realignment a réuni trois ministères du gouvernement de la Nouvelle-Écosse – le ministère de l'Agriculture, le ministère des Transports et du Renouvellement de l'infrastructure et le ministère de l'Environnement de la Nouvelle-Écosse – dans le cadre d'un arrangement institutionnel non traditionnel (Rahman et coll., 2019) avec CBWES Inc. et l'Université Saint Mary's. L'objectif du projet était de concevoir et de mettre en œuvre une stratégie d'adaptation aux changements climatiques fondée sur la nature, qui permettra éventuellement de restaurer 90 ha de marais littoraux (Sherren et coll., 2019). Cette étude démontre que le réalignement géré peut être mis en œuvre, malgré les complexités du paysage et les priorités concurrentes. Elle démontre également que parvenir à un consensus avec les personnes qui seront touchées par les impacts des changements climatiques prend du temps et que le recours à des supports de visualisation efficaces – y compris pour les zones qui seront inondées après le retrait des digues – et à des exemples localement pertinents de l'évolution du paysage est bénéfique à cet égard (Sherren et coll., 2019).

## 1.3 Les changements climatiques exacerbent les risques pour la santé et le bien-être

**Les personnes vivant au Canada atlantique sont confrontées à des risques importants pour leur santé physique et mentale et leur bien-être en raison des changements climatiques. Les changements climatiques exacerbent les enjeux de santé associés aux vulnérabilités existantes dans la région, qui sont influencées par des facteurs tels que le statut socioéconomique, l'origine ethnique, l'emploi et les modes de vie. Les mesures d'adaptation comprennent l'éducation du public, la cartographie de la vulnérabilité et des mesures visant à traiter les risques pour la santé et leurs facteurs sous-jacents.**

*Les impacts des changements climatiques s'ajoutent aux pressions existantes sur la santé et le bien-être des collectivités. Les vulnérabilités de la population du Canada atlantique sont influencées par la géographie physique, la démographie, l'économie et les types de peuplement de la région. La réduction des inégalités sociales rend les personnes et les collectivités plus résilientes et moins vulnérables à de nombreuses menaces, dont les changements climatiques. Les mesures prises par les collectivités sont très variées et comprennent l'éducation sur la préparation aux situations d'urgence, la création de réseaux de soutien dans les quartiers et l'installation d'infrastructures vertes. Les mesures de santé publique comprennent l'introduction d'interventions visant à réduire les taux d'obésité et de maladies cardiovasculaires (qui sont tous deux des facteurs de risque*

*de maladies et de décès liés à la chaleur), la mise en œuvre de normes de santé et de sécurité au travail pour les travailleurs en plein air (p. ex. la gestion de l'exposition à la chaleur accablante) et l'éducation du public sur la réduction de l'exposition à la chaleur accablante et aux tiques qui peuvent entraîner la maladie de Lyme. Les réponses des institutions ou des entreprises consistent notamment à entreprendre des évaluations des impacts des changements climatiques sur la santé afin de s'assurer que les politiques, les programmes et les protocoles favorisent des résultats positifs sur la santé.*

## 1.3.1 Introduction

Les changements climatiques exercent une pression sur la santé physique et mentale de la population (Comeau et Nunes, 2019; Cunsolo Willox et coll., 2013). Les risques pour la santé des populations des provinces de l'Atlantique sont influencés par les impacts des changements climatiques associés à la géographie physique de la région, au climat, à la démographie, aux vulnérabilités socioéconomiques existantes, aux types de peuplement, à l'économie et à la conception des collectivités.

## 1.3.2 Caractéristiques régionales influençant les risques pour la santé liés aux changements climatiques

### 1.3.2.1 Géographie physique

Les inondations sont courantes dans les collectivités du Canada atlantique et il est prévu qu'elles augmentent, affectant les maisons, les entreprises et les infrastructures communautaires situées dans des zones à risque d'inondation (p. ex. Cohen et coll., 2019; Greenan et coll., 2019; Gunn, 2019; Julian, 2019; Kennedy, 2019; Mercer, 2019). Les impacts à court terme sur la santé liés aux inondations comprennent l'exposition physique à des environnements froids et humides en raison de la perte d'habitations ou des dommages causés à celles-ci, ainsi que l'exposition à des agents infectieux lorsque les égouts refoulent ou débordent, ou lorsque les eaux de crue contaminent les puits. Les impacts à plus long terme peuvent inclure des résultats négatifs sur la santé résultant de la croissance de moisissures et de la réduction de la qualité de l'air ambiant dans les maisons non assainies et endommagées par les inondations (Clayton et coll., 2017). Des facteurs tels que l'évacuation vers un refuge, la perte de biens et d'effets personnels et le retour dans une maison endommagée – suivi du nettoyage, de la restauration et, dans certains cas, de la reconstruction – ont un impact négatif sur la santé mentale, tant pendant qu'après l'événement (Woodhall-Melnik et Grogan, 2019; Lamond et coll., 2015; Carroll et coll., 2009). Cela peut être exacerbé par la possibilité d'une réinondation ultérieure, en particulier dans les cas où la reconstruction a lieu dans la zone inondable d'origine. Les inondations fluviales et l'élévation du niveau de la mer peuvent rendre les basses terres inhabitables, et la réinstallation forcée diminue le sentiment d'appartenance, ce qui a des conséquences négatives sur la santé mentale (Gouvernement du Canada, 2020a; Ohl et Tapsell, 2000).

### 1.3.2.2 Impacts sur la santé liés aux phénomènes météorologiques extrêmes

Le Canada atlantique est géographiquement et climatiquement complexe, et les impacts sur la santé humaine liés aux phénomènes météorologiques extrêmes, dont on prévoit que beaucoup augmenteront (p. ex. tempêtes, vagues de chaleur) (Bush et Lemmen, 2019; Roy et Huard, 2016), sont particulièrement préoccupants. Les violentes tempêtes hivernales peuvent laisser les gens sans chauffage dans leur maison et sans accès à l'eau lorsque les pompes tombent en panne à cause de la perte d'électricité. L'accumulation de glace sur les routes peut rendre les déplacements presque impossibles, laissant de nombreuses personnes isolées et en manque de provisions. Ce fut le cas en janvier 2017, lorsqu'une tempête de verglas a paralysé une grande partie du Nouveau-Brunswick. Plus d'un tiers des clients d'Énergie NB a été privé d'électricité pendant plus de 10 jours dans certaines régions de la province, ce qui a provoqué de nombreuses situations d'urgence. Sans électricité, certains foyers n'avaient pas de chauffage et n'avaient pas accès à l'eau de leur puits privé. Au plus fort de la crise, 133 000 clients (soit plus de 300 000 personnes) étaient privés d'électricité, ce qui est particulièrement préoccupant pour les collectivités vulnérables disposant de peu de ressources (Wagner, 2017). Certaines personnes ont essayé de chauffer leur maison en utilisant des solutions de rechange, notamment des générateurs sans ventilation adéquate. Malheureusement, deux personnes sont décédées et 49 autres sont tombées malades à la suite d'une intoxication au monoxyde de carbone (Wagner, 2017).

Alors que les régions côtières du Canada atlantique bénéficient des effets modérateurs de l'océan, l'arrière-pays connaît des températures chaudes extrêmes, ce qui rend les vagues de chaleur plus probables. Le tableau 1.3 donne des exemples de projections de vagues de chaleur pour certaines collectivités de la Nouvelle-Écosse et pour Fredericton, au Nouveau-Brunswick, qui montrent un doublement ou un triplement du nombre de jours où la température est supérieure à 30 °C à court terme (les années 2020) et une augmentation de quatre à six fois ou plus à moyen terme (les années 2050) et à long terme (les années 2080) (Zhang et coll. 2019; Roy et Huard, 2016; Richards et Daigle, 2011).

## Tableau 1.3 : Exemples du nombre annuel de jours observés et de la moyenne des jours prévus au dessus de 30 °C dans les collectivités de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick

| | NOMBRE DE JOURS AU-DESSUS DE 30 °C PAR AN | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Années 1980 (réel)** | **Années 2020 (prévues)** | **Années 2050 (prévues)** | **Années 2080 (prévues)** |
| **Fredericton, N.-B. (rivière Saint-Jean, arrière-pays)** | 9 | 16 | 31 | 53 |
| **Kentville, N.-É. (Vallée de Cornwallis, arrière-pays)** | 3,5 | 8,4 | 15,4 | 24,9 |
| **Greenwood, N.-É. (Vallée de l'Annapolis, arrière-pays)** | 6 | 11,3 | 19 | 32,7 |
| **Liverpool-Milton, N.-É. (Rivière Mersey, 5 km dans l'arrière-pays)** | 6,2 | 11,8 | 20,4 | 29,9 |
| **Bridgewater, N.-É. (Rivière La Have, 15 km dans l'arrière-pays)** | 5,8 | 12,6 | 21,6 | 31,4 |
| **Charlottetown (Î.-P.-E.) (station climatique A)** | 0,7 | 2,2 | 5,3 | 12,3 |

Les projections de Richards et Daigle (2011) ont été élaborées à partir de modèles disponibles pour le scénario d'émissions élevées AR5 du GIEC pour le Nouveau-Brunswick, et les scénarios d'émissions moyennement élevées à élevées A1B du AR4 et A2 pour les autres.

Sources : Richards et Daigle, 2011 (données de la Nouvelle-Écosse et de l'Île-du-Prince-Édouard); Roy et Huard, 2016 (données du Nouveau-Brunswick).

Un certain nombre de facteurs collectifs et individuels ont une incidence sur la vulnérabilité à l'exposition à la chaleur accablante. Les facteurs de risque pour les régions rurales du Canada atlantique comprennent une population vieillissante (c.-à-d. que les personnes âgées ont tendance à être plus à risque de subir les impacts sur la santé liés à la chaleur); le grand nombre de travailleurs en plein air dans les secteurs de l'agriculture, de la pêche, de la foresterie et de l'exploitation minière (14 % de la main-d'œuvre de la région est employée par ces industries; Statistique Canada, 2020b); les populations de sans-abri; les maisons mal isolées, qui sont courantes dans les collectivités plus vieilles; et les infrastructures communautaires plus

vieilles en général, qui sont plus sujettes aux perturbations ou aux dommages en cas de chaleur extrême (p. ex. Comeau et Nunes 2019; voir aussi les chapitres « Collectivités rurales et éloignées » et « Villes et milieux urbains » du Rapport sur les enjeux nationaux).

#### 1.3.2.3 Vulnérabilité socioéconomique et santé

Les résultats sur la santé sont souvent liés à la vulnérabilité socioéconomique, qui est influencée par des facteurs tels que l'âge, le revenu, la dépendance à l'égard des paiements de transfert gouvernementaux, le fait d'être un nouveau Canadien ou une nouvelle Canadienne, les compétences linguistiques, le niveau d'éducation et le mode de vie (p. ex. famille monoparentale, personne âgée vivant seule) (Gouvernement du Canada, 2020b). La vulnérabilité socioéconomique est un facteur majeur dans la façon dont les individus et les groupes font l'expérience des changements climatiques (Preston et coll., 2011; Cutter et coll., 2008; Cutter et Finch, 2008) et dans ce que cette expérience signifie pour la santé et le bien-être personnels et collectifs. Il est manifeste, par exemple, que les personnes âgées sont davantage exposées à des résultats négatifs sur la santé liés aux changements climatiques (p. ex. en Nouvelle-Écosse, Manuel et coll., 2015), de sorte que la vulnérabilité sociale est un élément important des processus d'évaluation complète des risques.

### 1.3.3 Approches d'adaptation

Plusieurs initiatives en matière d'adaptation menées au Canada atlantique portent directement ou indirectement sur la santé et le bien-être des résidents afin de réduire les risques liés aux changements climatiques. Les exemples suivants mettent en évidence différentes approches et différents facteurs permettant d'obtenir de bons résultats.

#### 1.3.3.1 Réaction à la tempête de verglas de 2017 au Nouveau-Brunswick

Les impacts de la tempête de verglas de janvier 2017 dans les régions rurales du Nouveau-Brunswick ont mis en évidence les relations déjà documentées entre l'environnement, la collectivité et la santé (Gillingham et coll., 2016). La réaction à ces impacts a attiré l'attention sur la complexité des systèmes et des structures du gouvernement provincial, de l'administration locale et de la société civile, des réseaux informels et des réserves individuelles auxquels les gens font appel pour faire face à une situation d'urgence de cette ampleur. L'analyse interdisciplinaire des réactions à la tempête, à l'aide d'un cadre socioécologique et des déterminants sociaux de la santé, a souligné l'importance des facteurs environnementaux, de gouvernance et sociaux en ce qui concerne la vulnérabilité et la résilience des individus et des collectivités (voir l'étude de cas 1.5; Cunsolo Willox et coll., 2013; Webb et coll., 2010). Elle a également montré comment les acteurs sociaux d'une région touchée par des phénomènes météorologiques extrêmes ont réussi à renforcer le capital social et la résilience sur l'ensemble de la collectivité.

## Étude de cas 1.5 : Faire face à la crise du verglas dans la péninsule acadienne, au Nouveau-Brunswick

En plus de causer des pertes économiques importantes, les phénomènes météorologiques extrêmes ont nui au bien-être de certaines collectivités et ont mis en évidence des situations de pauvreté (Wagner, 2017; Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2016). Le profil sanitaire et économique de la population vivant dans la péninsule acadienne (voir la figure 1.8) est inférieur à la moyenne canadienne (Réseau de santé Vitalité, 2017). Face à la tempête de verglas de 2017 (voir la figure 1.9), le capital social (c.-à-d. la présence d'un réseau solide ou l'appartenance à un groupe [Ostrom, 2008]) a contribué à la résilience des résidents pendant la crise. Pendant les situations d'urgence, le capital social peut se développer à mesure que de nouvelles amitiés se nouent et que les jeunes s'engagent davantage dans leur collectivité et s'intéressent au bénévolat.

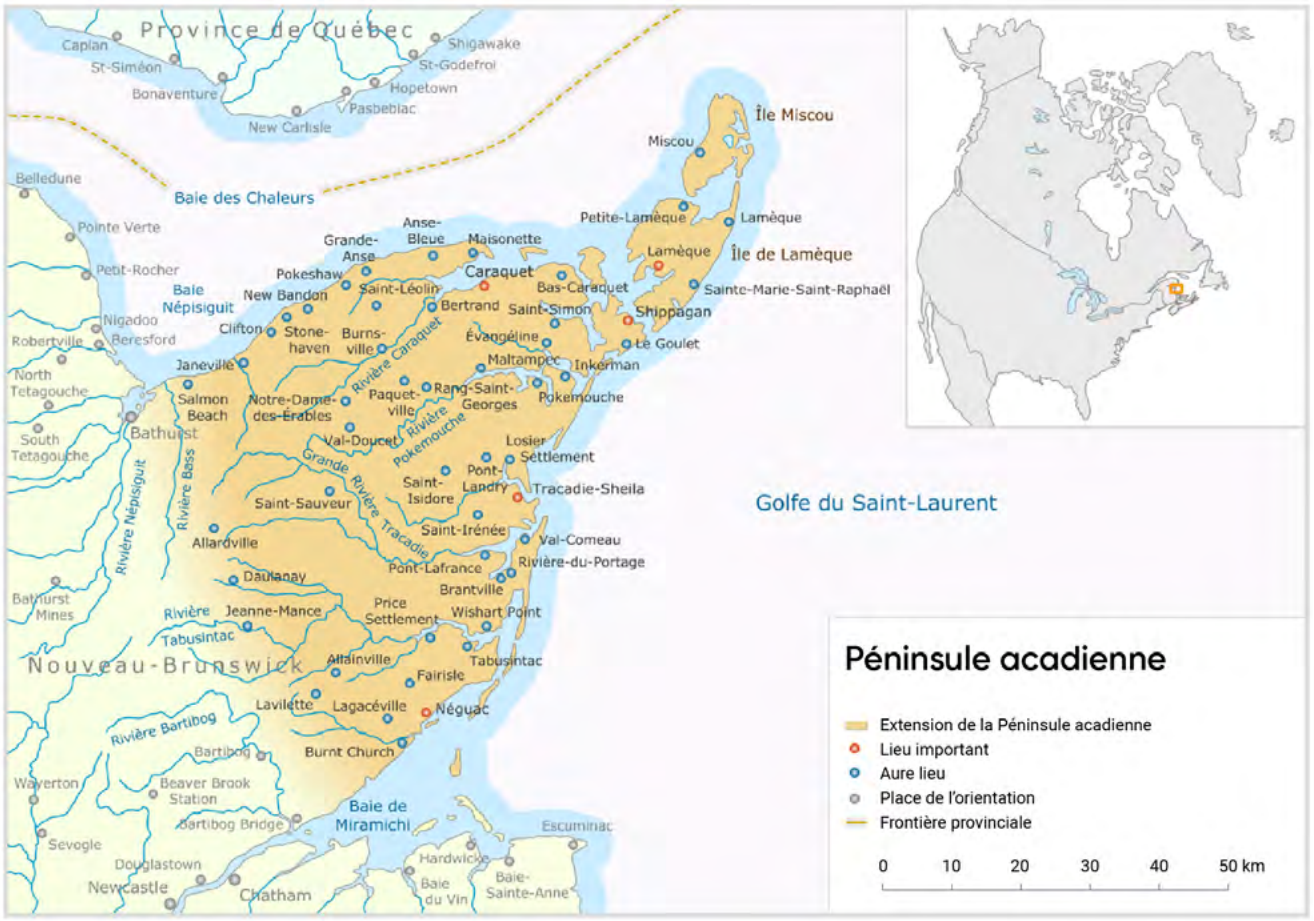



Figure 1.8 : La péninsule acadienne, nord-est du Nouveau-Brunswick. Source : Image (Carte) réalisée par Klaus M. (Mi'kmaq), Allemagne, récupérée sur Wikipédia, 2020.




Figure 1.9 : Dommages causés par la tempête de verglas de 2017 dans la péninsule acadienne. Source : La Presse canadienne/Diane Doiron.

Il est important que les initiatives visant à renforcer le capital social des collectivités (Noblet et coll., 2016) et à contribuer à l'amélioration de la santé des populations (Chriest et Niles, 2018) tiennent compte des impacts cumulatifs et des approches écosystémiques de la santé (Charron, 2012). D'autres initiatives, comme *Imaginons la Péninsule acadienne autrement*, mettent à profit le potentiel économique et social des énergies renouvelables et de l'autosuffisance alimentaire pour faire de la péninsule acadienne un territoire plus résilient. Ces initiatives intersectorielles peuvent servir de catalyseurs pour lutter contre les inégalités sociales et économiques. Une approche collective et solidaire a le potentiel de susciter des solutions innovantes et complètes aux risques liés aux changements climatiques (Parkes et coll., 2016; Prainsack et Buyx, 2016).

### 1.3.3.2 Cartes de vulnérabilité

La création de cartes de vulnérabilité pour la prise de décision municipale et l'analyse des interventions en matière de conception physique, de politique, de planification et de programmation visant à réduire la vulnérabilité constituent un outil essentiel pour lutter contre la vulnérabilité aux effets de la chaleur sur la santé (voir l'étude de cas 1.6). Par exemple, les cartes de vulnérabilité permettent de déterminer où se trouvent les grandes populations de personnes âgées qui sont plus vulnérables aux vagues de chaleur, et

peuvent aider à cibler les efforts de sensibilisation du public pour améliorer leur résilience, par exemple en évitant l'isolement, en restant en bonne santé et en s'hydratant, en créant de l'ombre avec des auvents ou en plantant des arbres, et en s'équipant de la climatisation (p. ex. Gower et coll., 2011). Il est de plus en plus important que les initiatives en matière d'adaptation tiennent compte des besoins des personnes âgées et les fassent participer à la planification et à la mise en œuvre des mesures connexes.

## Étude de cas 1.6 : Cartographie de la vulnérabilité à la chaleur à Middleton, Nouvelle-Écosse

Middleton est une petite ville de la vallée de l'Annapolis, en Nouvelle-Écosse. Elle est située dans l'une des régions les plus chaudes du Canada atlantique, et est bien protégée des influences maritimes. Comme de nombreuses villes de la vallée de l'Annapolis, son économie a toujours reposé fortement sur l'agriculture, bien que le tourisme et les secteurs des services dominent désormais. L'infrastructure de Middleton est plus ancienne, notamment son parc résidentiel et sa zone commerciale historique. Par exemple, 76 % du parc résidentiel a été construit avant 1980; 46 % a été construit avant 1960 (Statistique Canada, 2016). Le centre commercial historique s'est développé entre le milieu du XIX$^{e}$ siècle et le début du XX$^{e}$ siècle.

Une étude pilote sur le stress thermique de la ville (Manuel et coll., 2016a) a permis de produire une carte montrant que moins de 5 % de la surface de la ville est considérée comme un environnement « frais » (p. ex. qui offre des zones ombragées) et est généralement caractérisée par des îlots résiduels de végétation naturelle (voir la figure 1.10). Vingt pour cent sont considérés comme un environnement « chaud » (c.-à-d. exposé au soleil), dont les principaux éléments contributeurs sont les routes en asphalte et les parcs de stationnement situés dans la zone commerciale le long de la rue principale, où il y a des pentes exposées et orientées vers le sud, et aucun arbre d'ombrage.

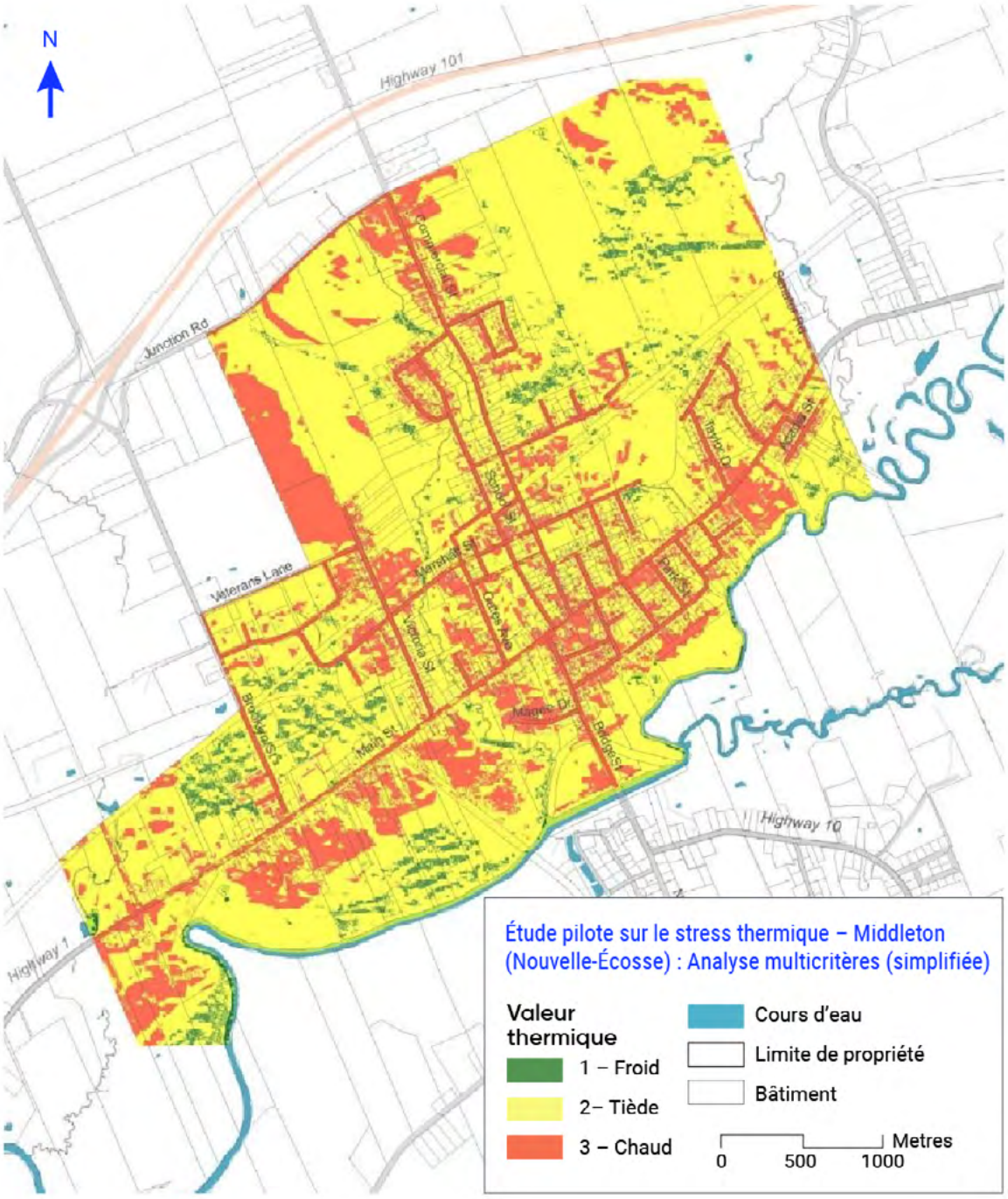



Figure 1.10 : Carte des attributs des environnements naturels et bâtis à Middleton, Nouvelle-Écosse, et leur influence sur le refroidissement ou le réchauffement. Les attributs examinés comprennent le régime hydrologique, l'aspect, la circulation de l'air et les matériaux de surface. Source : Manuel et. coll., 2016a.

Une analyse plus poussée a examiné les liens avec la vulnérabilité (voir la figure 1.11), ainsi que les possibilités d'amélioration. Les zones particulièrement vulnérables comprennent les résidences les plus anciennes, le Veterans Memorial Hospital et l'unité de soins de longue durée pour les anciens combattants (tous deux sont équipés de la climatisation, mais sont situés dans des zones exposées avec très peu d'ombre), et l'ensemble résidentiel Magee Drive pour les personnes âgées et les personnes handicapées. De nombreuses personnes âgées – qui sont généralement plus vulnérables aux maladies liées à la chaleur – vivent dans ces résidences et ces installations. Bien que la ville ne dispose pas d'un programme de centres de rafraîchissement, elle possède de grandes installations publiques et parapubliques dotées de systèmes de contrôle de la température qui pourraient être utilisées comme centres de rafraîchissement, en cas de besoin. La ville dispose également d'une piscine publique extérieure et d'une aire de jeux d'eau, et de nombreux propriétaires ont des piscines privées. Les arbres qui bordent la rivière offrent également un environnement frais, et certaines rues disposent d'un auvent d'arbres.

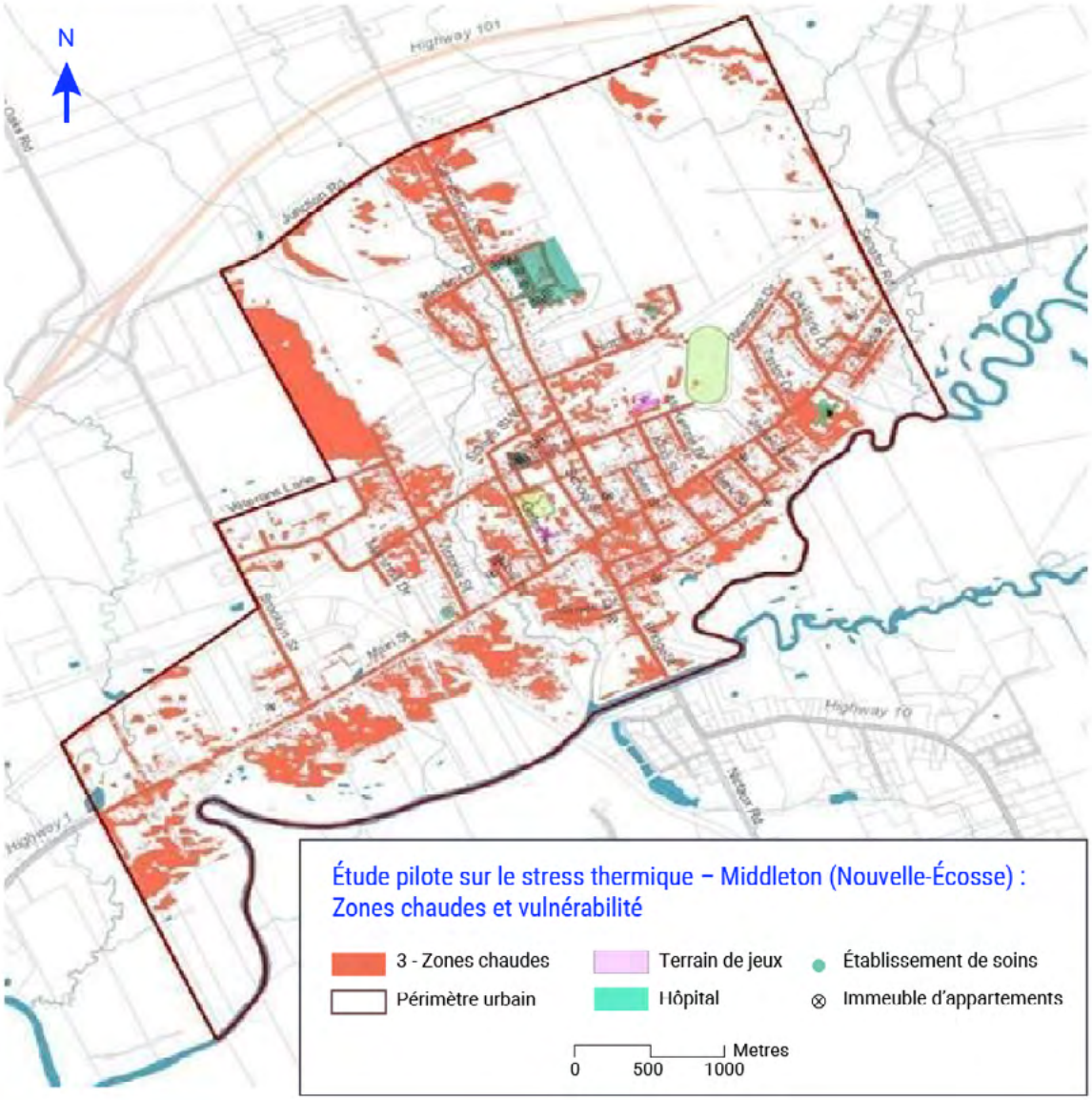



Figure 1.11 : Emplacement des installations par rapport aux zones « chaudes » de Middleton, en Nouvelle-Écosse. Certaines installations soutiennent les populations vulnérables, notamment les personnes âgées et les personnes ayant besoin de soins de longue durée. D'autres zones sont des espaces pour les activités récréatives de plein air, exposés au soleil et à la chaleur. Source : Manuel et coll., 2016a.

Les interventions de conception physique visant à réduire l'exposition à la chaleur comprennent l'installation de structures d'ombrage, comme des arbres d'ombrage, des auvents, des tentes et des abris de jardin, dans le noyau commercial exposé, les parcs, les terrains de jeux et les parcs de stationnement (Forkes et coll., 2010).

### 1.3.3.3 Comprendre la vulnérabilité sociale

La réduction des inégalités sociales rend les personnes et les collectivités plus résilientes et moins vulnérables à de nombreuses menaces, dont les changements climatiques. De nombreuses personnes et de nombreux groupes sont particulièrement vulnérables aux changements climatiques, car ceux-ci aggravent les conditions existantes et les situations précaires. En comprenant mieux les modèles de vulnérabilité sociale par rapport aux dangers liés aux changements climatiques qui peuvent survenir dans une région, les gouvernements provinciaux, les administrations locales ainsi que les ONG peuvent s'efforcer de réduire l'impact du danger sur les personnes et les collectivités vulnérables (voir l'étude de cas 1.7; Manuel et coll., 2016a).

Le Canada atlantique a la population la plus âgée et la plus rurale du pays (Gouvernement de la Nouvelle-Écosse, 2017; Statistique Canada, 2015b). Le vieillissement augmente la probabilité d'autres facteurs, comme les maladies respiratoires et cardiovasculaires, qui peuvent rendre les individus et la population globale plus vulnérables aux dangers et aux impacts des changements climatiques (Carter et coll., 2016; Kenny et coll., 2010; Haines et coll., 2006). Ces conditions exposent davantage les gens aux risques liés aux changements climatiques, tels que la dégradation de la qualité de l'air et les chaleurs accablantes, et peuvent entraîner un recours accru aux services d'urgence au cours de phénomènes comme les tempêtes ou les vagues de chaleur. Cependant, l'accès aux services d'urgence pendant les tempêtes pourrait être compromis en raison des impacts sur les routes dans les zones inondables. Les personnes âgées ont également tendance à avoir des revenus plus faibles, ce qui limite leur capacité de se préparer adéquatement aux urgences climatiques et à s'en remettre (Statistique Canada, 2019e). Le risque est encore plus élevé dans les régions rurales, étant donné que les services de santé y sont limités et que les distances que les gens doivent souvent parcourir pour y accéder sont longues (voir le chapitre « Collectivités rurales et éloignées » du Rapport sur les enjeux nationaux).

## Étude de cas 1.7 : Cartographie de la vulnérabilité sociale en Nouvelle-Écosse comme outil d'information sur l'adaptation

La cartographie de la vulnérabilité sociale est un outil de planification général permettant d'éclairer la planification et l'intervention en matière de mesures d'urgence et d'adaptation aux changements climatiques. En comprenant les modèles de vulnérabilité sociale par rapport aux dangers anticipés des changements climatiques, tels que les inondations côtières, une collectivité peut prendre des mesures pour limiter les impacts sur les populations vulnérables. Les cartes de vulnérabilité sociale pour la Nouvelle-Écosse (Manuel et coll., 2016b) ont été produites à l'aide d'un indice de vulnérabilité sociale (IVS; adapté de Cutter et coll., 2003), qui s'appuie sur les données du Recensement de la population et de l'Enquête nationale auprès des ménages (Statistique Canada, 2011) pour dériver des statistiques liées aux déterminants de la santé pour chacune des aires de diffusion (AD) de Statistique Canada dans la province

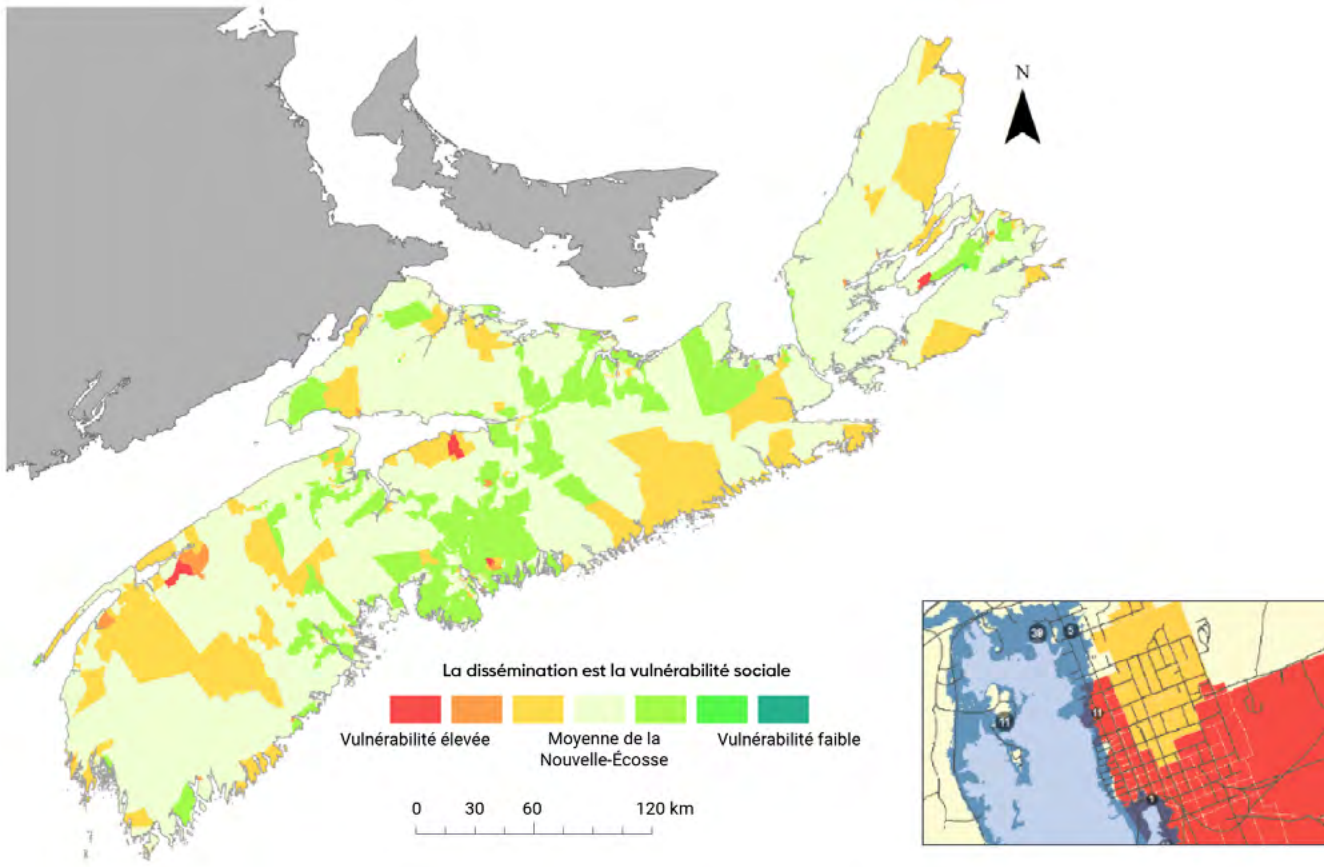



Figure 1.12 : Carte des aires de diffusion en Nouvelle-Écosse montrant les niveaux de vulnérabilité sociale, basée sur un indice de vulnérabilité sociale (IVS). La carte en médaillon d'une collectivité côtière illustre l'intégration de la cartographie de l'IVS avec une représentation approximative (c.-à-d. le calque bleu foncé) de l'élévation du niveau de la mer relatif et des inondations dues aux ondes de tempête prévues dans le pire des cas jusqu'en 2100. La carte en médaillon montre également le nombre de bâtiments résidentiels et la répartition des routes dans la zone inondable. Sources : Gouvernement de la Nouvelle-Écosse, s.d.; Richards et Daigle, 2011; Statistique Canada, 2011.

La visualisation de l'IVS a été superposée à une représentation approximative des différents scénarios les plus pessimistes d'inondations côtières prévues jusqu'en 2100. L'analyse rédigée par Richards et Daigle (2011) suggère que l'étendue de la pire inondation prévue en 2100 ne dépasserait pas une élévation de cinq mètres le long de la côte de l'Atlantique et de la côte de Northumberland ou de dix mètres le long de la baie de Fundy, à l'exception du cours supérieur de la baie de Cobequid (ajusté du zéro des cartes au CGVD28; Richards et Daigle, 2011). Afin de délimiter les pires cas d'inondation de cinq et dix mètres à des fins de planification des politiques, les chercheurs ont travaillé avec le Groupe de recherche en géomatique appliquée du Collège communautaire de la Nouvelle-Écosse afin d'établir des courbes de niveau continues pour les zones côtières de la Nouvelle-Écosse en utilisant les meilleures données altimétriques disponibles (Manuel et coll., 2016 b).

L'analyse des seules données de l'IVS a révélé que 53 % des AD côtières de la Nouvelle-Écosse (c.-à-d. les AD qui ont un littoral et qui, par conséquent, subiront des inondations côtières) ont des niveaux de vulnérabilité qui se situent dans la moyenne provinciale; 23 % ont des niveaux de vulnérabilité inférieurs à la moyenne; et 24 % ont des niveaux de vulnérabilité supérieurs à la moyenne. La cartographie intégrée a également montré que 19 795 bâtiments résidentiels se trouvent dans des zones d'inondation extrême, sur la base des pires scénarios d'inondation côtière prévus jusqu'en 2100, et que 4 333 d'entre eux sont situés dans des AD côtières présentant des niveaux de vulnérabilité sociale supérieurs à la moyenne.

Des fiches d'information ont été créées pour toutes les municipalités de la Nouvelle-Écosse, comprenant une carte de chaque municipalité montrant la visualisation de l'IVC, des statistiques sur l'IVC pour chaque AD au sein de la municipalité et une statistique globale sur l'IVC pour la municipalité. Les fiches d'information pour les municipalités côtières comprenaient également des renseignements sur la relation entre la vulnérabilité sociale et les zones inondables approximatives dans la municipalité, ainsi que le nombre de résidences situées dans les zones inondables approximatives. Les municipalités et le gouvernement provincial peuvent utiliser les cartes de vulnérabilité sociale et les fiches d'information pour déterminer les endroits devant faire l'objet d'un examen spécifique à un site et pour guider la préparation aux situations d'urgence.

# 1.4 Les expériences autochtones éclairent l'adaptation au Canada atlantique

**Les nations Mi'kmaq, Wolastoqiyik et Peskotomuhkati de la Confédération des Abénakis occupent les Maritimes depuis des temps immémoriaux et se sont adaptées aux changements climatiques et environnementaux au fil d'innombrables générations. Les partenariats avec les peuples autochtones locaux et le leadership de ces derniers sont essentiels pour garantir que les connaissances, les perspectives et les expériences qu'ils détiennent en vivant sur cette terre éclairent l'adaptation dans leurs collectivités et dans la région.**

*La culture du récit des peuples autochtones au Canada atlantique a préservé des récits édifiants sur la vie dans un climat et un environnement qui changent à un rythme dicté par la Terre Mère. Par exemple, historiquement, les peuples abénakis ont adapté leurs pratiques de récolte pour faire face aux périodes de froid extrême, aux fluctuations climatiques et aux courtes saisons de croissance associées au Petit Âge glaciaire. Les peuples autochtones de la rivière Saint-Jean, les Wolastoqey, ont cultivé avec succès le maïs en utilisant leur connaissance des microclimats locaux et des stratégies de récolte précoce. Les Wolastoqey étaient capables de gérer un large éventail de plantes grâce aux connaissances accumulées sur les régimes des crues et les conditions du sol pendant des siècles de vie le long de la rivière Saint-Jean. Cependant, l'arrivée de l'âge industriel et les émissions subséquentes de gaz à effet de serre dans l'atmosphère ont accéléré les changements climatiques à un point tel que les philosophies d'adaptation autochtones traditionnelles sont obligées de changer et de faire face à la nouvelle réalité.*

## 1.4.1 Introduction

De nombreuses collectivités autochtones, dont les collectivités Mi'kmaq d'Esgenoopetitj et de LnuiMenikuk, sont situées à des endroits stratégiques à l'embouchure de rivières, car ces zones sont biologiquement productives. Elles sont situées sur la côte est du Nouveau-Brunswick et dans les eaux du détroit de Northumberland, où la subsidence géologique entraîne la submersion progressive de la plupart des côtes à un rythme de plusieurs millimètres par année (Zhai et coll., 2015). Ces collectivités se sont adaptées aux changements climatiques et environnementaux depuis des temps immémoriaux. Avant la colonisation européenne, elles déplaçaient leurs établissements saisonniers vers de nouveaux endroits, année après année. Lorsque la Couronne a imposé le système des réserves aux membres des Premières nations au début des années 1800, les collectivités n'étaient plus libres de se déplacer en fonction de l'évolution de l'environnement et étaient confinées à une assise territoriale avec une butée fixe, incapable de se retirer du littoral en érosion. Aujourd'hui, l'assise territoriale de ces collectivités continue de diminuer, tandis que l'élévation du niveau de la mer s'accentue et que l'érosion côtière s'accélère en raison de la réduction de la couverture de glace de mer en hiver et de l'augmentation des ondes de tempête (Greenan et coll., 2019; Savard et coll., 2016). Alors que les populations augmentent, les collectivités sont de plus en plus à l'étroit (voir encadré 1.1). Les collectivités évaluent les futurs impacts des changements climatiques et les approches d'adaptation, tout en examinant comment développer des possibilités économiques pour répondre aux besoins de leurs populations croissantes.

## Encadré 1.1 : La diminution des terres de réserve prive les Premières nations d'espace pour se développer

Le système des réserves est devenu un piège à rétrécissement, où les parcelles de terrain des collectivités ont été réduites alors que la taille de la population a augmenté. L'établissement de la première réserve a eu lieu en 1782, lorsque le gouvernement a mis de côté un « permis d'occupation » (précurseur du système actuel des réserves des Premières nations). Par exemple, au Nouveau-Brunswick, « Vingt mille acres sur le bras nord-ouest de la rivière Miramichi pour (le chef) John Julian et sa tribu » (Cuthbertson, 2015, p. 7). C'est également l'année où le gouvernement colonial de la Nouvelle-Écosse (le Nouveau-Brunswick s'est séparé de la Nouvelle-Écosse en 1784) a accordé pour la première fois des concessions de terres aux Loyalistes. Au cours des décennies suivantes, le gouvernement colonial du Nouveau-Brunswick, sous l'ordre de Londres, a mis de côté d'autres grandes étendues de terre sous forme de permis d'occupation pour les nations Mi'kmaq et Wolastoqiyik. Au cours des décennies suivantes, ces terres de réserve ont rétréci, car les représentants du gouvernement (agents des Indiens) ont vendu les meilleurs lopins de terre de réserve aux émigrants européens qui arrivaient. De nombreuses terres de réserve ont été sévèrement réduites : Buctouche, établie en 1798, à l'origine 40 940 acres, réduite à 4 665 acres en 1820, actuellement 345 acres; Tobique, établie en 1801, à l'origine 16 000 acres, actuellement 6 225 acres; Richibucto (Elsipogtog), établie en 1802, à l'origine 51 200 acres, réduite à 5 720 acres en 1820, actuellement 3 148 acres (GeoNB, 2021).

## 1.4.2 Risques pour les collectivités et la culture autochtones

L'érosion côtière et à l'intérieur des terres à proximité des sites archéologiques est un enjeu continuel pour les peuples autochtones, avec de graves implications politiques et culturelles. La perte de preuves archéologiques de l'occupation autochtone de ces terres a des conséquences potentielles sur les revendications autochtones en matière de titres, de terres, d'eau et de ressources. L'érosion côtière a détruit des sites archéologiques et menace de nombreux sites existants. Par exemple, dans le parc national Kouchibouguac (PNK), situé sur le détroit de Northumberland, à peu près à mi-chemin entre Esgenoopetitj et LnuiMenikuk, les archéologues ont repéré un certain nombre de sites archéologiques le long de la côte et des rivières à marées qui sont exposées à l'érosion côtière (voir la figure 1.13). Les dommages causés aux ressources essentielles ont de nombreuses causes, les changements climatiques amplifiant souvent les impacts négatifs. La perte de plantes et de sources de nourriture traditionnelles due aux eaux d'égout brutes, aux carburants et aux produits chimiques qui se déversent dans les rivières lors des inondations dans les zones de récolte traditionnelles peut avoir des conséquences négatives sur la culture, la situation socioéconomique, la santé et le bien-être des Autochtones. Par exemple, l'Organisation des mesures d'urgence et le ministère de la Santé du Nouveau-Brunswick ont émis des avertissements au cours de la dernière décennie selon lesquels les crosses de fougère qui poussent dans les zones inondées peuvent être contaminées et impropres à la consommation (Fowler, 2018). Les crosses de fougère font partie d'un régime traditionnel printanier pour les peuples autochtones afin d'aider à nettoyer le métabolisme du corps, et elles sont également une source de revenus.




Figure 1.13 : Carte des sites archéologiques de Kouchibouguac. Source : Parcs Canada, 2020.

La collectivité Mi'kmaq d'Ugpi'ganjig, située à l'embouchure de la rivière Eel dans la baie des Chaleurs, au Nouveau-Brunswick, est un exemple de peuple dont les sources traditionnelles de plantes et de nourriture ont été affectées par la contamination. En 1963, le gouvernement du Nouveau-Brunswick a construit un barrage sur la rivière Eel. L'objectif premier de ce projet était d'obtenir un approvisionnement en eau pour les principales industries de la région. Les objectifs secondaires étaient d'établir une solution à long terme pour le passage des poissons et d'améliorer l'habitat des myes communes et autres mollusques et crustacés (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, s.d. b). En fait, le barrage a entraîné la contamination des bancs de myes et le quasi-effondrement des pêcheries de saumon, d'anguille et d'éperlan, tous des aliments traditionnels pour les Mi'kmaq d'Ugpi'ganjig. Les changements dans la distribution des sédiments ont causé la destruction des barres de sable, et l'augmentation de l'érosion a entraîné la perte de 60 acres de terrain, dont 15 acres de propriété en bord de mer (Eel River Bar First Nation, s.d.a). Cela a rendu la collectivité vulnérable aux phénomènes extrêmes que sont les tempêtes et les marées hautes (Eel River Bar First Nation, s.d.b). Un tel phénomène extrême s'est produit le 6 décembre 2010, lorsqu'une tempête et un raz-de-marée ont inondé la collectivité, entraînant l'évacuation de 10 foyers de la Première nation et causant des dommages d'une valeur de 1 725 000 $ (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, s.d. c). La collectivité a réagi en reconstruisant des maisons sur des terrasses surélevées, en érigeant un ouvrage longitudinal en béton et en achetant des terrains supplémentaires pour loger sa population croissante.

L'île Lennox, située dans la baie de Malpeque sur la côte nord de l'Île-du-Prince-Édouard, abrite la Première nation Mi'kmaq de Lennox Island, qui a subi de graves inondations dues à l'élévation du niveau de la mer et à la réduction de la couverture de glace de mer saisonnière. La majeure partie de l'île se trouve à un ou deux mètres au-dessus du niveau de la mer, ce qui la rend vulnérable aux inondations et aux ondes de tempête (Bissett, 2016). Sa composition en sable et en grès la rend très exposée à l'érosion côtière. L'élévation du niveau de la mer et l'érosion côtière ont déjà réduit la taille de l'île, qui est passée de 1 520 acres en 1880 à 1 240 acres en 2010 (Bissett, 2016). Les cimetières sacrés, situés sur une île voisine, ont commencé à être emportés par les eaux (Kassam, 2017), tout comme les données archéologiques, les artefacts culturels et les restes des ancêtres (voir l'étude de cas 1.8; Kassam, 2017; CBC News, 2016; Mitchell, 2015). En plus de perdre une partie de son histoire et de ses connaissances, la collectivité est confrontée à des risques pour ses espaces où sont tenus les pow-wow, ses sites de plantes médicinales, ses infrastructures essentielles et ses propriétés résidentielles (Fenech et Arnold, 2018).

## Étude de cas 1.8 : Faire face à l'élévation du niveau de la mer sur l'île Lennox, à l'Île-du-Prince-Édouard

La Confédération des Mi'kmaq de l'Île-du-Prince-Édouard, qui représente les peuples autochtones de la province, a commandé un certain nombre d'études scientifiques sur les impacts des changements climatiques pour les collectivités autochtones locales (Mitchell, 2015). Matilda Ramjattan, chef de la Première nation de Lennox Island, a accueilli favorablement ces travaux, qui ont aidé la collectivité à concevoir son approche d'adaptation (Mitchell, 2015). Un élément essentiel de ce travail a été l'utilisation d'outils de visualisation, tels que le Coastal Impacts Visualization Environment (CLIVE), pour examiner les impacts

potentiels des changements climatiques (voir la figure 1.14). En utilisant la technologie du jeu 3D, les utilisateurs peuvent « survoler » la collectivité et sélectionner différents scénarios d'érosion et d'élévation du niveau de la mer pour observer les changements de vulnérabilité au fil du temps (Laboratoire de recherche climatologique de l'Université de l'Île-du-Prince-Édouard, 2020). Les membres et les dirigeants de la collectivité ont ainsi pu utiliser des données scientifiques très détaillées de manière intuitive et visuelle. D'autres initiatives d'adaptation supplémentaires (voir le tableau 1.4) ont également contribué à l'examen des différentes options d'adaptation.




Figure 1.14 : Captures d'écran de l'île Lennox a) dans les conditions actuelles, b) dans le cadre d'un scénario d'élévation du niveau de la mer ou d'onde de tempête de 3 m, et c) avec le littoral de 1968 (rouge) et le littoral de 2100, en fonction des taux annuels de changement du littoral entre 1968 et 2010 (bleu). Source : Laboratoire de recherche climatologique de l'Université de l'Île-du-Prince-Édouard, 2020

## Tableau 1.4: Travail d'adaptation commandé par la Confédération des Mi'kmaq de l'Île-du-Prince-Édouard

| TRAVAIL D'ADAPTATION | DESCRIPTION |
|---|---|
| L'utilisation de récits oraux pour déterminer les tendances climatiques au sein de la Confédération des Mi'kmaq de l'Île-du-Prince-Édouard* | Les connaissances et observations autochtones et locales, combinées aux données instrumentales enregistrées par une station climatique, ont été utilisées pour mieux comprendre les changements climatiques régionaux. |
| Les valeurs culturelles dans la zone côtière* | Les valeurs représentant les sites du paysage culturel mi'kmaq – produites par les membres des bandes de Lennox Island et Abegweit – ont été cartographiées à l'aide de la technologie des systèmes d'information géographique (SIG). Ces cartes ont permis de visualiser l'emplacement des sites par rapport aux zones de vulnérabilité côtière et ont aidé les chefs de bande à sélectionner les programmes d'adaptation et à les classer par ordre de priorité. |

| TRAVAIL D'ADAPTATION | DESCRIPTION |
|---|---|
| Évaluation technique des zones côtières : impacts des changements climatiques et de l'élévation du niveau de la mer | Les renseignements sur la fréquence des inondations, actuelles et futures, et les niveaux d'inondation prévus ont été étudiés. En se concentrant sur les principaux secteurs préoccupants, ce travail a décrit des stratégies d'adaptation et des travaux de construction précis pour faire face aux inondations et à l'érosion côtières. |
| Étude et évaluation de l'érosion sur l'île Lennox * | Des images du littoral capturées au moyen d'un système d'aéronef télépiloté (SATP) ont été mises à disposition pour une comparaison d'une année à l'autre, ce qui permet de quantifier les impacts de l'érosion côtière, de l'élévation du niveau de la mer et des ondes de tempête. Des mesures sur le terrain ont également été utilisées. |
| Formation de la collectivité sur les petits systèmes d'aéronef télépiloté (SATP)* | Une formation sur les SATP a été offerte aux membres de la collectivité afin de promouvoir une meilleure compréhension des risques liés aux changements climatiques auxquels la collectivité est confrontée et d'améliorer les occasions commerciales. Le cours de sept jours a formé les participants à l'utilisation sécuritaire des SATP dans un environnement marin côtier. |

*Ce travail a bénéficié d'un partenariat avec la collectivité et de la participation de celle-ci.

Source : Fenech et Arnold, 2018.

En réponse aux risques évidents posés par les changements climatiques, la bande a acquis des propriétés sur l'Île-du-Prince-Édouard continentale, au cas où des foyers devraient être réinstallés en raison d'une inondation ou de l'érosion côtière (Bissett, 2016). La chef Ramjattan et les membres du conseil ont réfléchi à la manière dont le processus de réinstallation pourrait être mis en œuvre, aux parcelles de terrain qui pourraient convenir et à la question de savoir si d'autres s'il serait avisé d'investir davantage dans les champs de bleuets et la foresterie à l'Île Lennox (Mitchell, 2015). Le gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard s'efforce de réinstaller et de préserver les artefacts mi'kmaq le plus rapidement possible avant qu'ils ne soient emportés par la mer (Mitchell, 2015).

La collectivité et ses dirigeants continuent de s'associer et de participer aux travaux scientifiques qui éclairent la planification et la mise en œuvre de l'adaptation. L'implication de la collectivité a permis d'accroître l'impact des travaux d'adaptation réalisés jusqu'à présent, qu'il s'agisse de renforcer le niveau de sensibilisation des membres de la collectivité ou de concevoir des approches d'adaptation en fonction du contexte local. « Nous sommes un peuple résilient et qui sait s'adapter, et nous allons trouver une solution », a déclaré la chef Ramjattan (Mitchell, 2015). Elle ne se contente pas d'aborder les risques et les solutions immédiates. « Je dois penser aux générations futures », a-t-elle commenté (Kassam, 2017).

## 1.4.3 L'adaptation dans les collectivités autochtones

Les peuples autochtones du Canada atlantique ont connu la variabilité climatique, notamment la glaciation, des mini-périodes glaciaires, des périodes chaudes et des changements subséquents dans l'environnement, et ont appris à s'adapter aux conditions changeantes. Le site Oxbow de la Première nation Metepenagiag, sur la rivière Northwest Miramichi, témoigne d'une occupation continue depuis 3 000 ans (Allen, 2005). Au cours de ces années, le climat a connu des variations naturelles, et les peuples autochtones ont réagi en s'adaptant. Les fouilles archéologiques des foyers du site montrent que les os de poisson les plus fréquemment trouvés provenaient d'esturgeons, bien que cette espèce soit rarement observée aujourd'hui dans la région de Red Bank (Allen, 2005). Au cours des XIX$^{e}$ et XX$^{e}$ siècles, le saumon de l'Atlantique était l'espèce dominante de poissons de grande taille dans la rivière Miramichi – en fait, la Miramichi était mondialement connue pour son saumon, et de nombreuses personnes importantes sont venues dans la vallée de la Miramichi pour pêcher ce « roi des poissons ». Jusqu'aux années 1970, le saumon de l'Atlantique était pêché à titre de pêche vivrière par la collectivité mi'kmaq de Metepenagiag. La pêcherie de saumon a entamé son déclin rapide à la fin du 20$^{e}$ siècle. Les étés plus chauds et plus secs de ces dernières années ont encore plus stressé les saumons restants (voir Fédération du Saumon Atlantique, 2018). L'industrie du tourisme sportif, autrefois florissante, créée par la pêche sportive au saumon, a diminué au point que les pêcheurs à la ligne sportifs doivent désormais relâcher les saumons vivants. Au cours de la dernière décennie, le bar d'Amérique a énormément augmenté et est en train de remplacer le saumon de l'Atlantique en tant que pêche sportive dominante (Johnson, 2021).

La collectivité de LnuiMenikuk s'adapte aux défis posés par les changements climatiques. Alors que leurs terres de réserve actuelles font face à une élévation du niveau de la mer relatif, les membres de la collectivité poursuivent la tradition mi'kmaq de récolte en mer en développant une industrie commerciale de production d'huîtres. Il s'agit d'une industrie difficile à développer compte tenu du climat en changement et des tempêtes plus violentes. Depuis 2007, la Indian Island Aquaculture Development Corporation élève des huîtres à cocktail de haute qualité (Première nation Indian Island, 2015). Elle constitue un exemple d'établissement d'une zone marine de conservation protégée fournissant une nourricerie pour les huîtres.

## 1.4.4 Les systèmes de connaissances autochtones

L'approche à double perspective est une méthode d'apprentissage proposée pour la première fois par l'aîné Albert Marshall de la nation mi'kmaq Eskasoni. L'approche à double perspective consiste à apprendre à voir d'un œil avec les forces des connaissances et des modes de connaissance autochtones, et de l'autre œil avec les forces des connaissances et des modes de connaissance occidentaux (ou scientifiques), tout en apprenant à utiliser ces deux yeux ensemble pour le bénéfice de tous (voir l'encadré 1.2; Aîné Albert Marshall, Ph. D, cité dans Reid et coll., 2020). Ce concept est largement utilisé par les groupes de la nation Mi'kmaq lorsqu'ils mènent des recherches dans le cadre desquels les connaissances des collectivités des aînés sont sollicitées et utilisées conjointement avec les connaissances occidentales dans le processus de prise de décision. Parmi les exemples, citons l'étude sur l'élévation du niveau de la mer d'Eel River Bar, où la collectivité a utilisé une approche à double perspective (Gillis, 2020). Mi'gmawe'lTplu'taqnn Inc., qui représente neuf collectivités

Mi'kmaq du Nouveau-Brunswick, utilise aussi régulièrement les connaissances des membres de ses collectivités pour évaluer l'impact des projets d'exploitation des ressources sur ses territoires.

## Encadré 1.2 : Approche à double perspective

L'approche à double perspective, une expression inventée par l'aîné mi'kmaq Albert Marshall, fait référence au concept d'apprendre à voir d'un œil avec les forces des systèmes de connaissances et des modes de connaissance autochtones, et de l'autre œil avec les forces des systèmes de connaissances et des modes de connaissance occidentaux (Bartlett, 2017). Cela nécessite de valoriser et d'honorer les voix et les principes d'apprentissage autochtones, ainsi que de changer la façon dont le travail et la recherche sont menés (Peltier, 2018). Grâce à l'utilisation réfléchie de ces deux points de vue, l'expertise acquise au sujet de différentes disciplines et de différents systèmes de connaissances peut apporter des contributions complémentaires pour le bénéfice de tous (Bartlett, 2017). Cela permet de formuler les questions d'une nouvelle manière, de classer les priorités différemment et de permettre aux gens de s'impliquer les uns avec les autres dans des conditions différentes (Peltier, 2018). Des efforts ont été déployés pour appliquer l'approche à double perspective dans l'adaptation aux changements climatiques au Canada atlantique. Par exemple, la Confédération des Mi'kmaqs de l'Île-du-Prince-Édouard pratique l'approche à double perspective dans la conception et la mise en œuvre de ses projets d'adaptation (voir l'étude de cas 1.9).

## Étude de cas 1.9 : Application de l'approche à double perspective à l'adaptation au Nouveau-Brunswick

Au Nouveau-Brunswick, Mi'gmawe'lTplu'taqnn Inc. (MTI) est « un organisme de leadership L'nuey qui protège notre peuple en affirmant et en mettant en œuvre nos droits inhérents, ancestraux et issus de traités dans tout Mi'gma'gi » (Mi'gmawe'lTplu'aqnn Inc., s.d.). Dans un exemple concret d'Etuaptmumk, ou approche à double perspective, MTI fait valoir les droits issus des traités des Mi'kmaq en menant des études sur les connaissances autochtones afin de déterminer l'impact que les projets d'infrastructure et d'exploitation des ressources auront sur les membres de sa collectivité. Les dirigeants de cette organisation (les chefs) ont élaboré un guide d'étude des connaissances autochtones des Mi'kmaq du Nouveau-Brunswick comme cadre de travail pour mener ces études. La première étude a porté sur le projet de pipeline Énergie Est en 2016. Depuis le premier projet, MTI a mené des études sur les connaissances autochtones pour les projets suivants : l'agrandissement de parcs provinciaux, l'extraction de tourbe, l'exploitation minières, les projets énergétiques, tels que les éoliennes ou les parcs solaires, les projets d'infrastructure, tels que la construction de ponts et le dragage des ports, et les projets d'industrie lourde, tels qu'une installation de fabrication de fer ou la désaffectation d'une fonderie. Ces études sont financées par le promoteur du projet. Pour le secteur privé, l'étude sur les connaissances autochtones fait généralement partie du processus d'approbation de

l'étude d'impact sur l'environnement. Pour les projets des gouvernements fédéral et provinciaux, l'étude est financée par des ententes de contribution de nation à nation. Les entrevues avec les détenteurs du savoir communautaire sont menées avec un script normalisé et des techniques SIG pour saisir et cataloguer les informations géographiques. Les détenteurs du savoir sont interrogés sur l'utilisation passée et actuelle des terres et sur les observations environnementales. Les réponses sont cataloguées soit comme « Utilisation des terres », soit comme « Connaissances environnementales mi'kmaq ». Grâce à ces projets, MTI a compilé une base de données géographiques sur les connaissances des collectivités qui reconnaissent les changements environnementaux survenus au cours des dernières générations. Cette même base de données géographiques sert de référence pour les études environnementales à venir (Johnson, 2021).

# 1.5 La foresterie, l'agriculture et la pêche sont vulnérables aux changements climatiques

**Les industries d'exploitation des ressources naturelles du Canada atlantique sont vulnérables aux impacts des changements climatiques. Bien que l'on trouve des exemples d'adaptation dans chaque secteur, soit la foresterie, l'agriculture, la pêche et l'aquaculture, il subsiste un manque de collaboration entre les intervenants pour réduire les risques liés aux changements climatiques.**

*Les forestiers, les agriculteurs et les pêcheurs souhaitent comprendre les changements climatiques prévus à court, moyen et long terme dans le but d'améliorer leur planification et leur prise de décision. Les défis que posent les changements climatiques pour les industries d'exploitation des ressources naturelles du Canada atlantique sont nombreux, mais aussi divergents entre les différents secteurs de ressources que sont la foresterie, l'agriculture, la pêche et autres.*

## 1.5.1 Introduction

Les industries d'exploitation des ressources naturelles du Canada atlantique jouent un rôle crucial pour les économies de la région et sont vulnérables aux impacts des changements climatiques. Les secteurs de la foresterie, de l'agriculture et de la pêche ont fait des progrès en matière d'adaptation et su tirer profit des collaborations entre de multiples ordres de gouvernement, des praticiens et des collectivités (p. ex. Nova Scotia Federation of Agriculture, 2020; Halofsky et coll., 2018; Steenberg et coll., 2011). Les industries d'exploitation des ressources naturelles envisagent également les occasions potentielles (p. ex. une saison de croissance plus longue, la récolte d'espèces nouvellement arrivées), parallèlement aux impacts négatifs (p. ex. les espèces envahissantes). Les différents secteurs des ressources naturelles ont en commun un besoin important de recherche, de surveillance et d'éducation, ainsi que la nécessité de réaliser davantage de progrès à l'égard des mesures à prendre. Des programmes de surveillance rigoureux sont essentiels à

l'adaptation aux changements climatiques dans tous les secteurs, afin de réduire l'incertitude et d'éclairer l'élaboration de nouvelles politiques et de nouveaux règlements.

## 1.5.2 Forêts

Le climat en changement aura des impacts importants sur les forêts du Canada atlantique (voir la figure 1.15; Taylor et coll., 2017), avec des répercussions sur le secteur forestier, ainsi que sur les zones naturelles, y compris les forêts urbaines. Les préoccupations à court terme comprennent l'augmentation des perturbations naturelles, comme les tempêtes et les infestations de ravageurs, l'augmentation des risques d'incendie et les invasions d'espèces non indigènes (MacLean et coll., 2021; Taylor et coll., 2020). À plus long terme, les températures plus élevées entraîneront une modification de l'aire de répartition des espèces d'arbres. Comme on prévoit que les espèces importantes de la région (telles que l'épinette rouge, l'épinette noire et le sapin baumier) verront leur croissance ou leur abondance diminuer (Steenberg et coll., 2013a), il y aura des impacts socioéconomiques importants dans le secteur forestier et dans les collectivités qui dépendent de la forêt, y compris de nombreuses collectivités autochtones. Si aucune mesure n'est prise, ces impacts pourraient entraîner une réduction de l'approvisionnement en bois, de l'emploi, des produits du bois traditionnels autochtones, des loisirs, de l'esthétique et d'autres écoservices (Ochuodho et coll., 2012; voir également le chapitre « Services écosystémiques » du Rapport sur les enjeux nationaux). S'adapter de manière proactive à ces changements permet de se protéger contre les pertes, et a également le potentiel de générer des bénéfices grâce à des produits et services du bois nouveaux et améliorés (Halofsky et coll., 2018; Steenberg et coll., 2011).

L'adaptation planifiée et proactive est importante pour le secteur forestier, en partie à cause des longs horizons temporels du secteur. Jusqu'à présent, l'adaptation s'est principalement concentrée sur la recherche et la planification pour intégrer les effets des changements climatiques sur la dynamique des écosystèmes forestiers dans les modèles utilisés pour la planification et l'élaboration de politiques.



Figure 1.15 : Forêts acadiennes aménagées en Nouvelle-Écosse. Photo reproduite avec l'aimable autorisation de Jane Kent, Nouvelle-Écosse, ministère des Terres et des Forêts.

Les évaluations intégrées régionales sont devenues un outil de planification important pour le secteur forestier du Canada atlantique. L'évaluation intégrée régionale des Maritimes (MaRIA), qui a débuté en 2017, fait appel à la collaboration des gouvernements provinciaux et des industries forestières pour évaluer la vulnérabilité des forêts et intégrer les considérations liées aux changements climatiques dans les cadres de planification de la gestion forestière, en mettant l'accent sur les outils de modélisation forestière (Taylor, 2021). Dans le cadre de MaRIA, au Nouveau-Brunswick, les courbes de croissance et de rendement, qui ont été élaborées à l'aide de scénarios de changements climatiques, sont utilisées pour prévoir l'approvisionnement futur en bois (Steenberg, 2021). De plus, un modèle de succession forestière qui tient compte des changements climatiques sera élaboré et pourra être utilisé dans le modèle provincial de planification forestière pour prédire la réaction de la régénération forestière après les récoltes. Les résultats soutiennent l'intégration des changements climatiques dans le cycle quinquennal provincial de planification de l'aménagement forestier. De même, la Nouvelle-Écosse élabore de nouveaux protocoles pour intégrer à la fois le carbone forestier et les impacts des changements climatiques dans sa modélisation forestière stratégique et à l'échelle du paysage ainsi que dans sa planification de l'aménagement (Steenberg, 2020), et Terre-Neuve-et-Labrador a soutenu des recherches similaires (Searls et coll., 2021). Plus récemment, le ministère des Terres et des Forêts de la Nouvelle-Écosse, en collaboration avec le ministère de l'Environnement et du Changement climatique de la Nouvelle-Écosse, a lancé le Climate Adaptation Leadership Program (CALP). L'objectif de ce programme est d'élaborer une stratégie d'adaptation aux changements climatiques pour le ministère des Terres et des Forêts de la province, grâce au financement du

gouvernement provincial et de Ressources naturelles Canada par l'intermédiaire du programme Renforcer la capacité et l'expertise régionales en matière d'adaptation (RCERA) (Ressources naturelles Canada, 2021).

Parmi les autres exemples d'adaptation de l'aménagement forestier, citons les traitements sylvicoles intermédiaires, comme l'éclaircie précommerciale, pour favoriser les espèces censées prospérer dans un climat en changement (Thiffault et coll., 2021) et l'adaptation de l'aménagement des forêts urbaines pour tenir compte des impacts des changements climatiques (voir l'étude de cas 1.10). La migration et la diversification assistées des espèces offrent encore une autre approche de l'adaptation utilisée dans le secteur forestier, qui comprend des essais de provenance, la plantation de semis génétiquement améliorés et la sylviculture de restauration (Halofsky et coll., 2018).

## Étude de cas 1.10 : Plan directeur de la forêt urbaine d'Halifax

Une forêt urbaine saine et dynamique peut atténuer certains impacts des changements climatiques, tels que les îlots de chaleur urbains et l'augmentation du ruissellement des eaux de ruissellement, en procurant directement de l'ombrage aux bâtiments et aux infrastructures, en abaissant la température ambiante, en retirant l'eau du sol et en ralentissant l'écoulement des eaux de ruissellement et en diminuant le ruissellement (Duinker et coll., 2015; voir également les chapitres « Services écosystémiques » et « Villes et milieux urbains » du Rapport sur les enjeux nationaux). Le désir de maximiser ces services et d'autres services écosystémiques bénéfiques à Halifax a entraîné de nombreuses améliorations dans l'aménagement des forêts urbaines.

Le forestier urbain et les planificateurs municipaux de la municipalité régionale de Halifax ont travaillé avec des chercheurs de l'Université Dalhousie pour élaborer le premier plan directeur de la forêt urbaine (PDFU) de la ville, qui a été adopté par le conseil régional en 2012. L'utilisation de la gestion adaptative pour faire face à l'incertitude liée aux changements climatiques est un principe fondamental du PDFU (Steenberg et coll., 2013b). Le PDFU prescrit un taux accru de plantation d'arbres afin de prendre une avance considérable sur la mortalité des arbres, en plus de recommander la transition d'un entretien réactif des arbres à un programme d'émondage proactif. Depuis 2013, plus de 8 800 arbres ont été plantés sur des propriétés municipales, une initiative qui peut être directement attribuée au PDFU (Foster et Duinker, 2017; Steenberg et coll., 2013b). Les directives de plantation comprenaient des mesures visant à accroître la diversité des espèces et à renforcer la résilience face aux changements climatiques. Le programme d'émondage cyclique vise à promouvoir la santé des arbres et à prévenir les problèmes avec les infrastructures, assurant ainsi un couvert forestier urbain plus sain.

L'expérience de Halifax en matière d'aménagement des forêts urbaines met en évidence l'importance des partenariats entre les chercheurs, le personnel municipal et les citoyens dès le début d'un projet. Les consultations publiques ont contribué à l'élaboration du PDFU, et il en est ressorti clairement que la plupart des gens souhaitent davantage d'arbres dans la ville. Ce soutien a permis à la municipalité d'augmenter les dépenses consacrées à la forêt urbaine, laquelle contribue grandement à accroître la résilience climatique.

## 1.5.3 Agriculture

L'impact net des changements climatiques sur l'agriculture au Canada atlantique sera déterminé par le contrepoids entre les occasions et les défis (Ochuodho et Lantz, 2015). Dans un projet appelé Agri-risques (Nova Scotia Federation of Agriculture, 2020), les occasions cernées comprenaient une saison de croissance prolongée et la capacité de produire des plantes à plus fort rapport économique, tandis que les défis comprenaient les risques associés à une plus grande fréquence de phénomènes extrêmes, les dommages aux cultures ou aux infrastructures, l'incertitude liées aux marchés mondiaux et les changements potentiels dans le spectre des ravageurs et la morbidité incidente. En Nouvelle-Écosse, un groupe diversifié de chercheurs, par l'intermédiaire de la Nova Scotia Federation of Agriculture (NSFA), a effectué une évaluation des risques axée sur l'industrie du raisin de cuve. Le but était d'intégrer et d'utiliser les meilleurs ensembles de données disponibles et les variables principales associées aux risques tout au long de la chaîne de valeur du raisin et du vin afin de contribuer à réaliser l'objectif d'une industrie du raisin et du vin consciente des risques. Le projet a permis de développer des modèles et des outils climatiques interactifs pour aider les utilisateurs à explorer les conditions climatiques actuelles et futures de la province (Nova Scotia Federation of Agriculture, 2020).

Pour l'agriculture, les approches d'adaptation dans les fermes (voir la figure 1.16) se sont principalement concentrées sur la réduction des facteurs de stress non climatiques par des pratiques de gestion. Par exemple, les agriculteurs plantent des cultures de couverture, modifient la rotation des cultures et modifient les pratiques de travail du sol pour rendre le sol moins vulnérable à l'érosion (Russell, 2018). Les décisions des producteurs sont soutenues par le programme Alternative Land Use Services (ALUS) de l'Île-du-Prince-Édouard (ALUS Canada, 2020). Le programme fournit des incitatifs financiers aux agriculteurs pour des projets qui soutiennent les pratiques d'agriculture durable. Par exemple, les agriculteurs sont indemnisés pour chaque acre de terre utilisée pour créer des structures de conservation des sols telles que des voies d'eau gazonnées, des terrasses ou des bermes. Parmi les autres options d'adaptation de la gestion agricole, citons la lutte contre les inondations, le changement de variétés végétales, la gestion des sols, la lutte contre les ravageurs, le refroidissement artificiel des bâtiments d'élevage (Arnold et Fenech, 2017; Wall et Smit, 2005), la diversification des cultures et le renforcement de la biodiversité pour la résilience (Wall et Smit, 2005).




Figure 1.16 : Exploitations agricoles à l'Île-du-Prince-Édouard. Photos reproduites avec l'aimable autorisation de Don Jardine.

## 1.5.4 Pêches

La vulnérabilité des pêches aux changements climatiques est une préoccupation socioéconomique et écologique majeure au Canada atlantique, et la nécessité d'investir dans l'adaptation a été bien établie (Hutchings et coll., 2012; Rice et Garcia, 2011). De nombreuses collectivités rurales et côtières sont fortement tributaires de la pêche. Compte tenu de la dimension et de la complexité des systèmes marins, les impacts des changements climatiques sont très incertains et potentiellement graves (voir le chapitre « Impacts sur les secteurs et mesures d'adaptation » du Rapport sur les enjeux nationaux). Parmi les exemples d'indicateurs importants des changements climatiques marins, citons l'élévation du niveau de la mer, l'augmentation de la température des océans, l'hypoxie et l'acidification (Greenan et coll., 2019), qui ont toutes des impacts sur les écosystèmes marins et les stocks de poissons. Les changements climatiques peuvent également accroître la sédimentation, ce qui peut entraîner la dégradation de l'habitat du poisson et le déclin des populations de poissons (Bernier et coll., 2018). Des conditions météorologiques extrêmes présentent également des enjeux techniques et de sécurité pour les flottes de pêche (Rezaee et coll., 2016). En 2017, le manque de nourriture disponible pour les baleines noires dans la baie de Fundy pourrait avoir contribué à leur déplacement dans le golfe du Saint-Laurent, où l'interaction des baleines avec la pêche aux engins fixes a entraîné un nombre important de décès de baleines, et a conduit au développement d'engins moins nuisibles aux baleines (Murison, 2017).

Les modifications de la biodiversité marine présentent des risques socioéconomiques pour les personnes directement et indirectement liées au secteur de la pêche (voir figure 1.17). Par exemple, à l'extérieur de la baie de Fundy, les températures de l'eau ont affecté l'hydrodynamique des courants océaniques qui se font concurrence pour entrer dans la baie de Fundy, ce qui a entraîné un afflux d'eau chaude du Gulf Stream (Drinkwater et coll., 2003). Ce changement extrême de température interagit avec les changements de pH et les épisodes de pluie abondante plus fréquents, ce qui entraîne de graves impacts cumulatifs sur la biodiversité marine (Bernier et coll., 2018).

Les impacts sur les infrastructures de pêche constituent un autre sujet de préoccupation, les tempêtes violentes faisant peser une charge énorme sur les quais dont dépendent les pêcheries. À titre d'exemple, les efforts d'adaptation dans le secteur de la pêche sur l'île de Grand Manan, au Nouveau-Brunswick, ont été éclairés par des évaluations des besoins futurs selon différents scénarios de changements climatiques (Signer et coll., 2014). Des améliorations aux infrastructures principales de pêche permettront de s'assurer qu'elles pourront résister aux futures tempêtes.




Figure 1.17 : Casiers de pêche au homard dans le golfe du Saint-Laurent. Photos reproduites avec l'aimable autorisation de Don Jardine.

## 1.5.5 Aquaculture

Les étapes marines de la production aquacole sont confrontées à un certain nombre de défis liés aux changements climatiques, notamment les températures qui approchent ou dépassent la limite thermique supérieure des espèces, les faibles niveaux d'oxygène dans l'eau (hypoxie), l'acidification, les tempêtes plus fréquentes et plus violentes, et les proliférations d'algues (Reid et coll., 2019 a, b).

Le principal poisson à nageoires élevé dans la région de l'Atlantique est le saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*), et plusieurs partenariats de recherche entre les universités et l'industrie se penchent sur les défis posés par les changements climatiques afin d'aider l'industrie à s'adapter au cours des prochaines décennies. En voici quelques-unes : Les modules J et K de l'Ocean Frontier Institute (respectivement « Improving Sustainability and Mitigating the Challenges of Aquaculture » et « Novel Sensors for Fish Health and Welfare »), le projet « Mitigating the Impact of Climate-Related Challenges on Atlantic Salmon Aquaculture (MICCSA) », le projet « Addressing the Challenges Faced by Atlantic Salmon at Cold Temperatures » et la nouvelle initiative Atlantic Salmon Gill Health. Le projet « Mitigating the Impact of Climate-Related Challenges on Atlantic Salmon Aquaculture » (MICCSA) regroupe plusieurs universités, le Huntsman Marine Science Centre et des partenaires de l'industrie, notamment le Centre for Aquaculture Technology Canada, Somru Biosciences et AquaBounty, Canada. À ce jour, ce vaste projet a permis de définir la limite supérieure de la tolérance thermique du saumon de l'Atlantique du stock de la rivière Saint-Jean (Gamperl et coll., 2020; Leeuwis et coll., 2019), d'examiner les effets d'une température élevée et de l'hypoxie sur la production de saumon (Gamperl et coll., 2020), d'étudier les interactions entre les agents pathogènes et leurs hôtes en fonction de la température (Zanuzzo et coll., 2020), et de mesurer directement le comportement, la répartition et la physiologie du saumon de l'Atlantique dans des conditions estivales en cage en mer (Gamperl et coll., 2021). De plus, l'équipe de recherche du MICCSA travaille actuellement à déterminer les marqueurs génétiques qui permettront de sélectionner des stocks de géniteurs présentant une résistance accrue aux

maladies, au pou de mer et à la température (Beemelmanns et coll., 2021a, b et 2020). L'Ocean Frontier Institute a également financé des projets à l'Université Memorial (modèle J.2) et à l'Université Dalhousie (module K) qui font progresser les connaissances sur la façon dont le saumon et ses populations sont affectés par des conditions environnementales défavorables (Zanuzzo, 2022; Gerber et coll., 2021, 2020; Stockwell et coll., 2021). L'industrie explore également des améliorations technologiques pour augmenter la profondeur de leurs cages en mer, conformément aux normes de l'ISO (Organisation internationale de normalisation, 2015), afin de s'assurer que ces structures peuvent résister aux grosses tempêtes, dont l'intensité augmente en raison des changements climatiques.

Les principales espèces conchylicoles du Canada atlantique sont la moule bleue et l'huître de l'Est, qui représentent environ 35 % de tous les organismes d'élevage du Canada atlantique (Statistique Canada, 2021). Les impacts des changements climatiques sur la production primaire et secondaire font l'objet d'études depuis les années 1990, et le consensus est que l'infrastructure, la productivité primaire, l'approvisionnement en semences, la physiologie de l'alimentation et la capacité de charge changent rapidement au Canada atlantique et dans de nombreuses régions côtières (p. ex. Reid et coll., 2019a, b; Foster et coll., en préparation). On a constaté une augmentation de la prévalence des maladies et des ravageurs, un agrandissement de l'aire de répartition des prédateurs ainsi que des défis croissants liés aux organismes envahissants (Best et coll., 2017, 2014; Lowen et coll., 2016). Des recherches récentes ont indiqué que l'acidification de l'océan affecte la dynamique de l'approvisionnement alimentaire naturel, affectant ainsi la productivité des mollusques aux stades larvaire et post-larvaire (Kong et coll., 2019; Clements et coll., 2018; Clements et Hunt, 2017; Clements et Chopin, 2016).

Dans le secteur de l'aquaculture, la dynamique des océans, la couverture de glace et les changements dans les modèles saisonniers d'approvisionnement alimentaire sont pris en compte par l'adoption de nouvelles technologies vertes par les producteurs, et par l'utilisation d'équipement résistant aux tempêtes, bien conçu, mieux situé et mieux adapté pour résister aux conditions côtières changeantes en été et en hiver (Organisation internationale de normalisation, 2020; Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador, 2019). La production en écloserie des principaux mollusques cultivés (huîtres, moules) a été développée en tant que mesure d'atténuation des risques contre les approvisionnements en semences naturelles fallacieuses et comme moyen de sélectionner des souches qui seront plus performantes dans des conditions changeantes. Par exemple, trois écloseries de mollusques ont été construites depuis 2018 au Canada atlantique – deux écloseries d'huîtres (Bideford Shellfish Hatchery, Île-du-Prince-Édouard, et l'écloserie d'huîtres Maison BeauSoleil à Neguac, Nouveau-Brunswick), et une écloserie et nourricerie de moules à Borden, à l'Île-du-Prince-Édouard. Les écloseries de mollusques et de crustacés du Canada atlantique sont utilisées pour réduire la dépendance à l'égard du recrutement naturel variable des semences en produisant une source de semences plus fiable qui peut se développer dans le contexte du réchauffement climatique (Guo et coll., 2009). Enfin, l'utilisation d'algues, de mollusques et d'échinodermes pour réduire à la fois les impacts de la pisciculture marine et des changements climatiques commence à passer au premier plan au Canada atlantique, dans l'ensemble du Canada et dans le monde (Clements et Chopin, 2016).

# 1.6 Le renforcement de la capacité d'adaptation permettra de renforcer la résilience

**La capacité d'adaptation au Canada atlantique est souvent limitée par des ressources humaines et financières restreintes. Les partenariats et la collaboration entre les différents intervenants, notamment les gouvernements, les ONG, les universités et le secteur privé, sont importants pour stimuler l'adaptation dans la région. La sensibilisation, l'éducation du public et une communication efficace sont essentielles au renforcement de la capacité d'adaptation au Canada atlantique.**

*La capacité d'adaptation est la capacité des personnes, des institutions et des systèmes de s'adapter et de prospérer dans des conditions changeantes. Malheureusement, de nombreuses institutions du Canada atlantique, y compris les gouvernements et les petites collectivités en région rurale, ont une capacité limitée de prendre part à l'adaptation aux changements climatiques. L'accès aux ressources économiques, les inégalités sociales et d'autres facteurs peuvent également influencer la capacité d'adaptation. Les processus structurés qui définissent les capacités actuelles ou de départ aident les institutions et les systèmes à renforcer leur capacité de s'adapter ensemble.*

## 1.6.1 Introduction

L'adaptation à des défis complexes, tels que les changements climatiques, exige souvent des capacités diverses. Cela peut comprendre un mélange de connaissances techniques, scientifiques et autochtones (p. ex. des renseignements sur le climat, des évaluations des risques, des outils pour la planification de l'adaptation) ainsi que des facteurs sociaux et culturels (p. ex. la mobilisation et l'engagement des intervenants, le leadership, la capacité d'échanger librement des informations, le soutien à la prise de risques), de même que les ressources financières pour pouvoir mettre en œuvre des mesures d'adaptation (Forth, 2019; Fédération canadienne des municipalités, 2018; Manuel et coll., 2015; Vogel, 2015). Ces capacités contribuent à rendre les mesures d'adaptation et leur succès plus probables et sont considérées comme essentielles à l'adaptation. Toutefois, le renforcement de ces capacités peut également aider à faire face à toute une série de défis allant au-delà de l'adaptation. Comme de nombreux efforts d'adaptation sont complexes et impliquent différents niveaux de gouvernance, les efforts visant à renforcer systématiquement et intentionnellement la capacité d'adaptation de manière structurée et délibérée sont souvent précurseurs d'une adaptation efficace aux changements climatiques (Organisation de coopération et de développement économiques, 2019; Sherren et coll., 2019; Fédération canadienne des municipalités, 2017). Beaucoup considèrent que la capacité d'adaptation est dévolue à plusieurs organisations ou à un système, plutôt qu'à une seule organisation, et estiment que la participation à un réseau d'institutions peut renforcer collectivement la capacité d'adaptation (Rahman et coll., 2019). Investir dans la capacité d'adaptation peut apporter de multiples avantages, car les institutions et les collectivités dotées d'une plus forte capacité d'adaptation sont plus en mesure de prospérer face à de multiples menaces et changements, en plus des changements climatiques (Krawchenko et coll., 2016; Manuel et coll., 2015; Janowitz et coll., 2013).

Le succès du renforcement des capacités des collectivités est lié à la conscientisation, à la sensibilisation, aux réunions communautaires et à d'autres programmes éducatifs, qui diffusent des connaissances sur les risques liés aux changements climatiques et les options d'adaptation, et conduisent à une meilleure résilience sociale (voir l'encadré 1.3; Noble et coll., 2014). La diffusion de renseignements scientifiques complexes sur les changements climatiques auprès du public peut s'avérer difficile, et des outils spécialisés d'aide à la communication sont souvent nécessaires pour conscientiser efficacement le public. Les partenariats stratégiques de recherche peuvent faciliter le partage des connaissances et donner accès aux données et aux ressources technologiques avancées.

## Encadré 1.3 : Renforcer la capacité d'adaptation à l'échelle locale

Le renforcement de la capacité d'adaptation à l'échelle des collectivités nécessite une éducation, une communication et une sensibilisation continues du public. Les ONG locales fonctionnent souvent selon une approche ascendante, avec le soutien de l'administration municipale, du gouvernement provincial ou d'autres organismes de financement. Au Canada atlantique, ces collaborations ont produit des évaluations de vulnérabilité et des plans d'adaptation, et ont permis de mettre en œuvre diverses mesures (p. ex. EOS Éco-Énergie 2019, 2017, 2013). Bien que la sensibilisation du public puisse exiger des ressources et du temps considérables, de tels efforts au sein des collectivités ont permis d'améliorer la sensibilisation du public et d'accroître le soutien aux initiatives en matière d'adaptation et à l'élaboration de politiques (p. ex. Marlin et Wooley-Berry, 2017). Ces efforts ont à leur tour entraîné une collaboration plus efficace sur les initiatives en matière d'adaptation au climat dans la région.

Il est également reconnu que le fait de travailler avec et entre de multiples groupes d'intervenants présente des avantages immédiats, notamment l'élaboration d'objectifs communs, la mise en commun des ressources et l'établissement de relations entre tous les intervenants (Feist et coll., 2020; Plummer et coll., 2017). En conséquence, la collaboration contribue à de meilleurs résultats, notamment une meilleure appréciation des enjeux liés aux changements climatiques, des avantages pour l'environnement, un apprentissage social et une amélioration de la prise de décision et de la gouvernance (voir l'étude de cas 1.11).

## Étude de cas 1.11 : Caractéristiques d'une collaboration efficace

Trois initiatives en matière d'adaptation entreprises au Nouveau-Brunswick – dans la vallée de la rivière Saint-Jean, le comté de Charlotte et la région de Tantramar/Chignecto – ont été analysées afin de mieux comprendre l'efficacité des efforts de collaboration (voir Feist et coll., 2020). Chacune de ces initiatives consistait à faire participer des intervenants de différents secteurs, qui se sont réunis dans le but commun de s'adapter aux changements climatiques dans leur région. Cinquante et un pour cent des participants au projet interrogés ont estimé que la collaboration était très ou extrêmement efficace, tandis que quarante-deux pour cent l'ont jugée moyennement efficace. Les participants ont également indiqué quelles étaient les qualités de la collaboration (p. ex. la prise de décision partagée, l'acquisition de nouvelles connaissances) qu'ils jugeaient les plus importantes pour le processus, et ont sélectionné les résultats obtenus dans la collaboration (p. ex. l'acquisition d'une compréhension commune, des solutions créatives) qui les ont le plus interpellés. Les liens entre les qualités de collaboration (QC) et les résultats de la collaboration sont illustrés dans des diagrammes en réseau (voir la figure 1.18), indiquant quelles qualités ont eu le plus d'influence sur certains résultats. Les études de cas montrent comment les initiatives de collaboration peuvent être utilisées pour déterminer efficacement les vulnérabilités propres à une région et étayer les plans d'action d'adaptation aux changements climatiques. Ils montrent également comment des personnes d'horizons divers peuvent travailler ensemble pour résoudre collectivement des problèmes complexes et élaborer des mesures d'adaptation plus solides adaptées aux contextes régionaux.

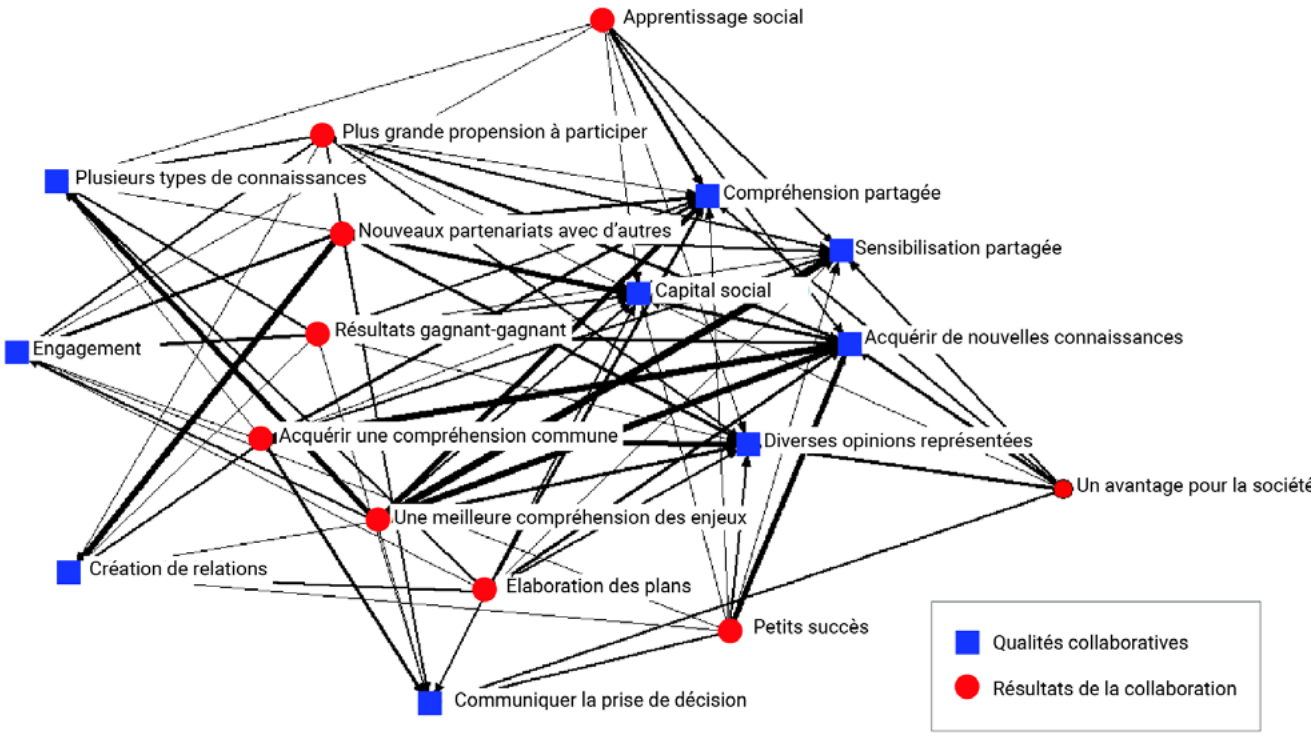



Figure 1.18 : Des diagrammes en réseau ont été utilisés pour montrer les relations entre les qualités de la collaboration dans le processus et les résultats obtenus dans l'étude de cas du Collectif sur l'adaptation aux changements climatiques Tantramar/Chignecto. Les lignes en gras mettent en évidence les liens qui ont été sélectionnés le plus souvent par les participants, indiquant les qualités (bleu) qui ont été considérées comme les plus déterminantes pour orienter certains résultats de la collaboration (rouge). Les qualités et les résultats les plus proches du centre du diagramme sont ceux qui ont été jugés les plus importants par les participants. Sources : Feist et coll., 2020; Feist, 2018.

## 1.6.2 Approches d'adaptation

### 1.6.2.1 Collaboration et renforcement des capacités

De nombreuses initiatives menées au Canada atlantique ont inclus une dimension de renforcement des capacités et de collaboration au sein des gouvernements provinciaux, des administrations municipales et des collectivités régionales, ainsi qu'entre différents secteurs (voir le tableau 1.5 et l'étude de cas 1.12). Bien que certains gouvernements provinciaux disposent de plans d'action en matière de changements climatiques qui comprennent des mesures d'adaptation, il est nécessaire de renforcer davantage la capacité des gouvernements à traiter les impacts des changements climatiques et l'adaptation, et à travailler efficacement avec les intervenants.

La collaboration générale sur les défis complexes de l'adaptation a également conduit à l'élaboration de solutions qui profitent à plusieurs provinces. Les gouvernements provinciaux ont aidé les municipalités à élaborer des outils, à financer des projets d'apprentissage par les pairs et à établir des partenariats avec des ONG et des universités pour mettre en place des programmes de sensibilisation. Au Nouveau-Brunswick, par exemple, du financement provincial est offert aux groupes communautaires, aux municipalités, aux Premières nations, aux organismes à but non lucratif et aux institutions pour élaborer des plans d'adaptation et pour faire avancer des projets durables et environnementaux (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, s.d.d.). À l'échelle régionale, les efforts en matière de planification et de prise de mesures relativement à l'adaptation aux changements climatiques nécessitaient la mise en commun des ressources pour servir de manière efficace et efficiente une région plus large, évitant ainsi la concurrence entre les petites collectivités pour obtenir des fonds et des subventions. Dans tous les cas, la collaboration a été renforcée en encourageant les intervenants à travailler sur des intérêts et des objectifs communs.

## Tableau 1.5: Exemples d'initiatives collaboratives en matière d'adaptation au Canada atlantique

| NOM ET LIEU DU PROJET | DESCRIPTION |
|---|---|
| *Communauté de pratique sur l'adaptation aux changements climatiques naturelle et basée sur la nature* | La *Communauté de pratique sur l'adaptation aux changements climatiques naturelle et basée sur la nature* est coordonnée par le Réseau environnemental du Nouveau-Brunswick et Nature NB (2020) et soutenue par Ressources naturelles Canada. La communauté de pratique (CdP) est un réseau multisectoriel qui crée des outils de planification et éducatifs, partage des renseignements et collabore pour améliorer les possibilités de projets d'infrastructures naturelles et fondées sur la nature dans divers secteurs. Les membres de la CdP travaillent dans les Maritimes et dans d'autres régions du Canada à des projets liés à des solutions climatiques fondées sur la nature et, par les rencontres et les outils virtuels (p. ex. répertoire de sites Web, webinaires), ils ont l'occasion d'échanger des ressources et de s'éduquer mutuellement sur ces sujets importants. |
| Le *Collaboratif sur les changements climatiques de Chignecto* au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse | Le *Collaboratif sur les changements climatiques de Chignecto* (CCCC) a été créé en janvier 2013 à la suite de recherches sur les impacts des changements climatiques dans la région de Chignecto (l'étroite bande de terre reliant le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse) (EOS Éco-Énergie, 2021). Plus de 80 groupes d'intervenants se sont réunis lors d'un atelier organisé par EOS Éco-Énergie, une organisation environnementale locale à but non lucratif, afin de créer un plan régional d'adaptation aux changements climatiques (EOS Éco-Énergie, 2017, 2013). Aujourd'hui, la collaboration continue à mettre en œuvre le plan régional et propose des ateliers de développement professionnel pour ses membres, des rencontres de réseautage et une éducation du public. Le groupe a également érigé une série de repères éducatifs sur l'élévation du niveau de la mer dans l'isthme de Chignecto. |
| L'initiative *Building Asset Management in Newfound and Labrador* | L'initiative *Building Asset Management in Newfoundland and Labrador*, dirigée par Municipalities Newfoundland and Labrador et soutenue par le Programme de gestion des actifs municipaux de la Fédération canadienne des municipalités (FCM), vise à répondre aux besoins des petites collectivités de Terre-Neuve-et-Labrador, où les ressources limitées rendent difficiles les initiatives liées aux changements climatiques (Municipalities Newfoundland and Labrador, 2021). Cette initiative est organisée par cohortes et se concentre sur l'apprentissage par les pairs afin de rendre la formation à la gestion des actifs plus accessible et de renforcer la sensibilisation et la volonté politique. |

| NOM ET LIEU DU PROJET | DESCRIPTION |
|---|---|
| Les changements climatiques et les infrastructures résilientes à Terre-Neuve-et-Labrador | Le projet *Renforcement et soutien de la résilience des infrastructures grâce à une formation ciblée sur l'adaptation au climat pour les professionnels de Terre-Neuve-et-Labrador* renforce les capacités des ingénieurs, des planificateurs et des municipalités de la province afin de contribuer aux activités de planification et de prise de décision qui rendront les infrastructures plus résilientes aux changements climatiques (Université Memorial de Terre-Neuve, 2021). Le projet fait appel à une collaboration entre l'Université Memorial, le gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador, Professional Engineers of Newfoundland and Labrador (PEGNL), Ingénieurs Canada, Municipalities Newfoundland and Labrador et Newfoundland and Labrador Association of Professional Planners, et a été soutenu par Ressources naturelles Canada. |
| Renforcer la capacité et la résilience aux impacts des changements climatiques dans les principaux secteurs économiques de Terre-Neuve-et-Labrador | Le projet *Building Capacity and Resilience to Climate Impacts in Key Economic Sectors in Newfoundland and Labrador* (Renforcer la capacité et la résilience aux impacts des changements climatiques dans les principaux secteurs économiques de Terre-Neuve-et-Labrador) permet de mieux comprendre les impacts des changements climatiques dans l'ensemble des secteurs, de déterminer les risques et les possibilités particuliers pour que Terre-Neuve-et-Labrador soit résiliente à un climat en changement et de renforcer la capacité des intervenants de faire face aux risques et aux possibilités (Ressources naturelles Canada, 2021). Le projet fait appel à une collaboration entre les organismes suivants : le gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador, la Newfoundland and Labrador Federation of Agriculture (NLFA), Fish, Food and Allied Workers, Newfoundland and Labrador Forest Industry Association (NLFIA), Mining Industry NL et Hospitality Newfoundland and Labrador, et a été soutenu par Ressources naturelles Canada. |
| Le plan d'action sur les changements climatiques du Nouveau-Brunswick | Le plan d'action sur les changements climatiques du Nouveau-Brunswick : *La transition vers une économie à faibles émissions de carbone* (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2016), contient une stratégie d'adaptation soutenue par des mesures qui visent à renforcer les capacités et la résilience des collectivités, des secteurs d'activité, des infrastructures et des ressources naturelles en utilisant le réseau d'ONG établi de longue date dans la province, par l'intermédiaire du Réseau environnemental du Nouveau-Brunswick (RENB). |

| NOM ET LIEU DU PROJET | DESCRIPTION |
|---|---|
| Éduquer les communautés côtières sur la hausse du niveau de la mer à l'Île-du-Prince-Édouard | Le gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard aide les collectivités à faire face aux impacts locaux des changements climatiques en établissant des relations et en favorisant la mise en commun des connaissances sur les impacts liés aux tempêtes survenues dans le passé. Dans le cadre du projet « Éduquer les communautés côtières sur la hausse du niveau de la mer » (projet ECoAS) (Ecology Action Centre, 2018), des chercheurs et des étudiants diplômés du Laboratoire de recherche climatologique de l'Université de l'Île-du-Prince-Édouard ont animé des ateliers et organisé des présentations dans huit collectivités de la province afin d'accroître la compréhension des impacts de l'élévation du niveau de la mer, de l'érosion côtière et des ondes de tempête et la sensibilisation à ceux-ci. |
| Approche régionale en matière d'adaptation aux changements climatiques au Nouveau-Brunswick | La région du nord-ouest du Nouveau-Brunswick comprend 24 zones administratives de taille et de capacité variables. En 2017, la Commission de services régionaux a reçu des fonds du gouvernement provincial pour élaborer un plan d'adaptation régional unique (Commission de services régionaux Chaleurs, 2021). La région vise à développer une approche intégrée en matière d'adaptation aux changements climatiques en mettant en commun les connaissances, en évaluant les menaces communes aux échelles régionale et locale et en proposant des mesures de collaboration pour faire face aux risques recensés. |
| Le Collectif sur l'adaptation aux changements climatiques du Nouveau-Brunswick | Le Collectif sur l'adaptation aux changements climatiques du Nouveau-Brunswick (CACCNB) a été créé en 2013 en réponse à un besoin croissant de renforcement des capacités d'adaptation aux changements climatiques au sein d'un certain nombre de secteurs qui font face à des risques associés à l'élévation du niveau de la mer et à l'augmentation des tempêtes attribuables aux changements climatiques (Réseau environnemental du Nouveau-Brunswick, 2018b). Il en résulte que les municipalités à haut risque de la province entreprennent des évaluations de la vulnérabilité pour alimenter les plans d'adaptation municipaux. |
| Programme de leadership en matière d'adaptation aux changements climatiques de la Nouvelle-Écosse | La Division des changements climatiques du ministère de l'Environnement de la Nouvelle-Écosse met en œuvre un Programme de leadership en matière d'adaptation aux changements climatiques (Gouvernement de la Nouvelle-Écosse, 2014) afin de renforcer la capacité d'adaptation au sein des ministères du gouvernement provincial et entre ces ministères et les intervenants sectoriels. Cette approche est basée sur un cadre de travail d'apprentissage par l'action dans lequel les équipes travaillent ensemble pour développer et mettre en œuvre des stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Le processus structuré comprend des ateliers et un apprentissage en ligne et en personne pour tous les membres de l'équipe. |

| NOM ET LIEU DU PROJET | DESCRIPTION |
|---|---|
| TransCoastal Adaptations : Centre pour des solutions fondées sur la nature | TransCoastal Adaptations : Le Centre pour des solutions fondées sur la nature de l'Université Saint Mary's (TransCoastal Adaptations, s.d.) a été fondé en 2019 pour répondre à un besoin d'expérience concrète dans la mise en œuvre des projets de restauration côtière. Sa mission est de soutenir la construction de collectivités et d'écosystèmes côtiers résilients au climat en protégeant, améliorant et restaurant les processus naturels par des recherches novatrices, des collaborations et la mise en œuvre des solutions d'adaptation fondées sur la nature. Il comporte des partenariats intégrés entre le milieu universitaire, les ONG, les groupes autochtones et les secteurs public et privé en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard. |
| *Projet Adaptation PA* | Le *Projet Adaptation PA* est un projet régional visant à définir et à mettre en œuvre des mesures pour réduire les impacts actuels et futurs de l'érosion côtière et des inondations dans les collectivités à risque dans la Péninsule acadienne du Nouveau-Brunswick. Le programme fait intervenir les gens, les collectivités et les organisations qui travaillent et apprennent ensemble. Le processus proposé à chacune des collectivités est le suivant : 1) Scénarios et risques; 2) Cartes et zonage; 3) Priorités et stratégies potentielles; 4) Évaluation et sélection des stratégies; et 5) Plans de mise en œuvre. (Projet Adaptation PA, s.d.) |

Des séances de sensibilisation et d'éducation du public portant sur l'adaptation aux changements climatiques ont lieu régulièrement dans toute la région de l'Atlantique et font appel à une grande variété de groupes d'intérêt public, notamment les enfants d'âge scolaire, les groupes communautaires, les organisations professionnelles sectorielles et les groupes d'intérêt particulier (p. ex. le Réseau environnemental du Nouveau-Brunswick et Nature NB, 2020). Ces initiatives sont souvent dirigées par des champions communautaires, impliquent des partenariats stratégiques avec des établissements de recherche et bénéficient du soutien financier des administrations locales ou des gouvernements provinciaux et d'autres organismes de financement (voir l'étude de cas 1.12). Par exemple, le Fonds en fiducie pour l'environnement (FFE) du Nouveau-Brunswick offre un soutien financier aux groupes communautaires, aux municipalités, aux Premières nations, aux organismes à but non lucratif et aux institutions pour mener des projets axés sur l'éducation en matière de changements climatiques, ainsi que sur des activités et des programmes de communication et de sensibilisation (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, s.d.).

Des réseaux de soutien à l'adaptation des collectivités ont également été établis grâce à des partenariats à long terme avec le milieu universitaire (Chouinard et Fauré, 2018). Ces partenariats renforcent la visibilité des connaissances et des recherches développées localement et axées sur les enjeux locaux (Chouinard et Fauré, 2018). Ces réseaux de soutien ont été dirigés par des universitaires ou des personnes travaillant dans le secteur public et possédant une expertise en matière de changements climatiques (Chouinard et Fauré, 2018).

## Étude de cas 1.12 : Le Groupe de développement durable du Pays de Cocagne (GDDPC) : un rôle de catalyseur pour l'adaptation aux changements climatiques

Les collectivités côtières du sud-est du Nouveau-Brunswick, en particulier dans la région du bassin versant de Cocagne, sont directement touchées par les impacts des changements climatiques. Ce bassin versant occupe 400 $km^2$ et draine les eaux de la rivière Cocagne et de ses affluents dans le détroit de Northumberland. Les collectivités côtières situées dans cette région sont touchées par des ondes de tempête de plus en plus fréquentes (comme en 2000 et en 2010), des pluies verglaçantes (comme en 2014 et en 2017) et des épisodes de sécheresse (comme en 2017; Roy et Huard 2016). Outre la fréquence accrue des tempêtes, les résidents de Cocagne et de Grande-Digue risquent également de subir des effets nocifs sur la santé produits par la contamination de leurs puits d'eau privés par l'eau salée (p. ex. Radio-Canada, 2019b).

Avec l'aide du Groupe de développement durable du Pays de Cocagne (GDDPC) et des chercheurs de l'Université de Moncton (Madore, 2020; Chouinard, 2016; Weissenberger et Chouinard, 2015; Chouinard et Weissenberger, 2014; Chouinard et coll., 2013, 2012, 2011), les résidents du bassin versant de Cocagne se sont attelés à la lutte contre les changements climatiques et ont ainsi acquis une expertise et une compréhension plus approfondie de cette question. Le mandat principal du GDDPC est de protéger l'écozone du bassin versant de la rivière et de la baie de Cocagne grâce à un réseau d'intervenants principaux et à de nombreux partenariats (Chouinard et Fauré, 2018). Ce mandat comprend également la participation à la gouvernance locale et à l'élaboration de politiques publiques provinciales, y compris la planification de l'atténuation et de l'adaptation aux changements climatiques.

### 1.6.2.2 Outils et ressources de communication

Les possibilités de sensibilisation du public ont traditionnellement contribué à éduquer le public sur la science des changements climatiques. Plus récemment, la mobilisation du public s'est orientée vers des discussions sur les options d'adaptation de la collectivité, avec l'aide d'outils visuels et d'un langage clair pour faciliter la communication. Ces outils comprennent la cartographie des inondations, les simulations par ordinateur, les brochures en langage clair, les infographies et les ateliers publics (voir tableau 1.6). Un solution simple sur le plan technologique consiste à utiliser des cartes de bassins versants montrant les détails de l'utilisation des terres, comme dans le cadre des travaux du Collaboratif sur l'infrastructure naturelle des Maritimes (Le Collaboratif sur l'infrastructure naturelle des Maritimes, 2017). Ces cartes peuvent servir d'outils de visualisation lors des réunions avec les collectivités, et elles alimentent les discussions sur les services écosystémiques locaux et les menaces qui peuvent avoir un impact sur leur prestation (p. ex. sources de pollution, remblayage de terres humides). Sans outils de visualisation, il peut être difficile de communiquer avec les différents intervenants au sujet des services écosystémiques, des bassins versants et de l'adaptation fondée sur la nature, compte tenu de la portée et de la complexité de ces sujets. En fin de compte, ces outils se sont avérés efficaces pour améliorer la communication sur les risques liés aux changements climatiques, faire participer les intervenants à des discussions sur le rôle que les zones naturelles peuvent jouer dans

la réduction de la vulnérabilité et l'amélioration de la résilience aux changements climatiques (Cheeseman, 2020), ainsi que pour permettre aux individus d'acquérir de nouvelles connaissances (voir l'étude de cas 1.12; Feist et coll., 2020). Enfin, les outils de visualisation se sont également avérés utiles pour communiquer des données climatiques complexes sous différents formats à un certain nombre d'intervenants, notamment les gouvernements, le secteur privé et le grand public. Certains de ces outils sont mentionnés ci-dessous, dans le tableau 1.6.

## Tableau 1.6: Exemples d'outils et de ressources de communication et de données au Canada atlantique

| OUTILS/DONNÉES | DESCRIPTION |
|---|---|
| **Nouveau-Brunswick** | |
| Données historiques sur l'érosion côtière au Nouveau-Brunswick | Les données sur l'érosion côtière produites par le gouvernement du Nouveau-Brunswick, des établissements universitaires et des consultants sont disponibles pour une utilisation générale. Ces données comprennent les tendances locales, régionales et provinciales en matière de littoral et de déplacement du rivage (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, s.d.a). |
| Estimation de l'élévation du niveau de la mer et des inondations au Nouveau-Brunswick | Des scénarios d'élévation du niveau de la mer et d'inondation basés sur les projections d'élévation du niveau de la mer du cinquième rapport d'évaluation du GIEC sont disponibles pour les zones côtières du Nouveau-Brunswick (Daigle, 2017). Ces scénarios prennent également en compte les impacts régionaux du mouvement vertical des terres, de la redistribution des eaux de fonte des glaciers terrestres et des nappes glaciaires, des effets océanographiques dynamiques, du stockage des eaux terrestres et des augmentations prévues de l'amplitude de marée de la baie de Fundy. |
| Renseignements sur les inondations au Nouveau-Brunswick | Les renseignements cartographiques des inondations, y compris les lignes de crue, les étendues, les zones inondables et les zones qui ont été inondées lors d'événements particuliers, sont disponibles à des fins de renseignements généraux (Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 2019). |
| Étude régionale de la dynamique de la remontée des vagues pour les sections de côte du Nouveau-Brunswick | Estimations des impacts potentiels de la remontée des vagues qui peut se produire pendant les ondes de tempête le long des sections de côte du Nouveau-Brunswick (Conseil national de recherches Canada, 2018). |

| OUTILS/DONNÉES | DESCRIPTION |
|---|---|
| **Île-du-Prince-Édouard** | |
| Coastal Impacts Visualization Environment | Le Coastal Impacts Visualization Environment (CLIVE; Laboratoire de recherche climatologique de l'Université de l'Île-du-Prince-Édouard, 2020) est un outil de visualisation des impacts des changements climatiques qui combine des données historiques sur l'érosion, des projections du modèle du GIEC sur l'élévation future du niveau de la mer, des images aériennes et des données numériques d'élévation de haute résolution pour développer des visualisations analytiques de l'érosion côtière et des scénarios d'élévation future du niveau de la mer. |
| Le Coastal Property Guide de l'Île-du-Prince-Édouard | Le Coastal Property Guide de l'Île-du-Prince-Édouard (DV8 Consulting, 2016) fournit des renseignements sur les risques pour les propriétés côtières, des approches pour réduire les risques, des règlements de développement et des impacts des changements climatiques sur la côte, y compris l'érosion et les inondations dues à l'élévation du niveau de la mer. |
| Cartes et évaluation des risques côtiers de l'Île-du-Prince-Édouard | Les renseignements sur les risques côtiers – élévation du niveau de la mer, ondes de tempête et vagues – concernent l'Île-du-Prince-Édouard. Ces données indiquent le taux de changement (c.à-d. l'érosion) du littoral, l'étendue et la probabilité d'inondations temporaires (p. ex. liées aux tempêtes) et permanentes d'ici 2100. L'information fiable et quantitative sur les cartes des risques d'inondation à l'échelle de la province sera disponible par le biais d'une plateforme cartographique en ligne. Pour obtenir des renseignements sur les risques liés à une propriété spécifique, une évaluation des risques côtiers peut également être demandée auprès des services en ligne d'évaluation des risques côtiers du gouvernement de l'ÎleduPrinceÉdouard (Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard 2021). |
| Évaluation des risques liés aux infrastructures côtières de l'Île-du-Prince-Édouard | Les risques côtiers sont évalués en fonction de la probabilité de leur occurrence et des impacts potentiels qu'ils auront sur les gens, les collectivités, les structures et l'environnement naturel. Cette évaluation permettra d'identifier les infrastructures et les installations très vulnérables à l'Île-du-Prince-Édouard, afin d'appuyer la prise de décision concernant les plans de gestion des urgences et l'établissement des prioritésdes mesures d'adaptation (Parnham, 2021). |

| OUTILS/DONNÉES | DESCRIPTION |
|---|---|
| **Nouvelle-Écosse** | |
| Outils d'évaluation des risques agricoles pour l'industrie du raisin et du vin en Nouvelle-Écosse | Mis au point pour l'industrie du vin et du raisin en Nouvelle-Écosse, ces outils permettent aux utilisateurs d'explorer la probabilité de certains phénomènes à risque le long de la chaîne de valeur des marchandises selon différents scénarios de risque climatique (Nova Scotia Federation of Agriculture, 2020). |
| **Terre-Neuve-et-Labrador** | |
| Changement côtier à Terre-Neuve et au Labrador | Cartes côtières historiques en ligne qui illustrent les liens entre l'histoire glaciaire de la province, les formes de relief et les processus côtiers, l'infrastructure, la planification, les changements climatiques et l'élévation du niveau de la mer, et qui fournissent des ressources aux planificateurs et aux décideurs (Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador, s.d.c.). |
| **Toutes les provinces** | |
| Coastal Community Adaptation Toolkit | Site Web interactif et reposant sur un système de recherche (ACASA, s. d.) comprenant des documents pertinents, conçu pour guider les utilisateurs dans la recherche d'options d'adaptation appropriées à l'échelle locale pour gérer les inondations et l'érosion côtières. Les publics cibles sont les administrations locales et les organisations qui soutiennent la prise de décision à l'échelle locale. |
| Site Web du projet « Éduquer les communautés côtières sur la hausse du niveau de la mer » | Le site Web du projet « Éduquer les communautés côtières sur la hausse du niveau de la mer » (projet ECoAS) (Ecology Action Centre, 2018), dirigé par l'Ecology Action Centre d'Halifax, en Nouvelle-Écosse, offre de nombreuses ressources aux collectivités. |

# 1.7 Aller de l'avant

## 1.7.1 Lacunes dans les connaissances et besoins de recherche

La mobilisation continue avec les praticiens, les chercheurs, les ONG, les employés du gouvernement et les consultants a permis de relever des lacunes dans les connaissances et des besoins en matière de recherche, en particulier en ce qui concerne les perspectives des sciences sociales sur l'adaptation et le changement social, notamment :

- mieux comprendre et prendre en compte les points de vue des collectivités autochtones (Fenech et Arnold, 2018; Bartlett, 2017; Instituts de recherche en santé du Canada, 2015);
- mettre au point des outils de suivi et d'évaluation (Guyadeen et coll., 2019; Fédération canadienne des municipalités, 2017; Dupuis et coll., 2013; BetterEvaluation, s.d.);
- renforcer la recherche sur les méthodes de communication efficaces (Rahman et coll., 2019; Lieske et coll., 2014b; Nova Scotia Environment and Ecology Action Centre, 2014; Laboratoire de recherche climatologique de l'Université de l'Île-du-Prince-Édouard, s.d.);
- planifier les politiques et budgétiser l'adaptation (Baird et coll., 2016);
- améliorer la compréhension de la manière d'aborder la réinstallation (Barrett, 2020; Power, 2019; Ross, 2017).

Bien que ces lacunes et ces besoins ne soient pas propres au Canada atlantique, ils sont considérés comme les plus urgents pour la région.

### 1.7.1.1 Application de l'approche à double perspective dans l'adaptation

Comme la planification de l'adaptation doit relever des défis de plus en plus complexes, la nécessité d'adopter des approches holistiques et interdisciplinaires devient évidente. *Etuaptmumk*, ou approche à double perspective, est une approche permettant de répondre à ce besoin (voir l'encadré 1.2) et a été utilisée avec succès dans des domaines autres que l'adaptation. Par exemple, l'Institut de la santé des Autochtones (ISA) des Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC) concilie les différents systèmes et modes de connaissance dans toutes les étapes de la recherche (c.-à-d. la conception, l'analyse, la mise en œuvre et l'évaluation des interventions), et offre des possibilités de financement, y compris dans d'autres initiatives de collaboration des IRSC (Instituts de recherche en santé du Canada, 2015). Cette approche reconnaît les limites de la concentration étroite sur les maladies, qui est commune à de nombreuses approches occidentales. L'ISAI aborde plutôt la santé et le bien-être de manière globale et interconnectée en s'intéressant à la santé physique, émotionnelle, mentale et spirituelle d'un individu (Instituts de recherche en santé du Canada, 2015). Grâce au recours à des perspectives multiples et à la compréhension des connexions existantes, il sera possible de mettre au point une planification proactive de l'adaptation pour aller au-delà des impacts directs et physiques connus dans un domaine particulier.

Voici quelques exemples d'initiatives qui sont actuellement mises en œuvre : l'utilisation de récits oraux pour dégager les tendances climatiques et les relier aux indices climatiques; l'élaboration d'une méthode culturellement appropriée pour cartographier les valeurs du paysage culturel mi'kmaq à l'Île-du-Prince-Édouard et l'utilisation d'un logiciel de système d'information géographique (SIG) pour évaluer leur vulnérabilité dans la zone côtière; et la création de réseaux de la collectivité pour la surveillance du climat à l'aide de ressources d'identification des espèces en mi'kmaq et en anglais (Fenech et Arnold, 2018). Cependant, il reste nécessaire que les organisations non autochtones comprennent les avantages de l'approche à double perspective et qu'elles la mettent en œuvre de manière respectueuse, appropriée et efficace, en collaboration et conjointement avec les partenaires autochtones. Les ressources, la collaboration avec les groupes autochtones et la documentation des pratiques exemplaires sont des lacunes qui peuvent être comblées par l'établissement de relations, la confiance et la reconnaissance du leadership.

### 1.7.1.2 Suivi et évaluation des initiatives en matière d'adaptation

Au fur et à mesure que les initiatives en matière d'adaptation gagnent en portée et en complexité, la capacité de surveiller et d'évaluer les efforts, ainsi que d'évaluer et d'améliorer l'efficacité de ces initiatives doit également augmenter. Alors que les indicateurs basés sur le processus, tels que le « nombre total de participants », sont couramment utilisés, ces indicateurs ne peuvent pas évaluer les résultats d'un projet (p. ex. une capacité d'adaptation accrue, une résilience renforcée au sein d'un système). Des approches telles que la cartographie des résultats (c.-à-d. la planification, le suivi et l'évaluation des initiatives de développement afin d'apporter un changement social durable) et l'évaluation évolutive (c.-à-d. l'évaluation qui soutient l'apprentissage et l'adaptation continus grâce à des évaluations itératives et intégrées) sont bien adaptées à la mesure des progrès dans les vastes systèmes à multiples intervenants qui couvrent plusieurs échelles (BetterEvaluation, s.d.). Les avantages de l'utilisation des techniques rigoureuses de suivi et d'évaluation dans la conception, la mise en œuvre et l'évaluation des initiatives en matière d'adaptation aux changements climatiques sont actuellement étudiés au Climate Lab de l'UPEI dans les domaines de l'agriculture et du renforcement des capacités d'adaptation à l'Île-du-Prince-Édouard (Arnold, 2020).

### 1.7.1.3 Communication efficace

La communication est plus susceptible d'être efficace lorsqu'elle est adaptée aux besoins et aux intérêts du public cible. L'utilisation de techniques de visualisation pour communiquer les impacts des changements climatiques a permis au public de mieux comprendre les vulnérabilités anticipées (voir l'étude de cas 1.12; Lieske et coll., 2014b ; Nova Scotia Environment and Ecology Action Centre, 2014). La capacité des outils de visualisation à interclasser et à faire la synthèse de multiples ensembles de données et à communiquer des concepts abstraits de manière intuitive facilite l'interprétation et la compréhension (Laboratoire de recherche climatologique de l'Université de l'Île-du-Prince-Édouard, s.d.).

Parmi d'autres types de communication, citons les réunions participatives qui invitent les membres de l'assistance à tracer une ligne sur le sol à l'aide d'accessoires pour indiquer les changements prévus sur le littoral, et les simulations photographiques qui décrivent les niveaux de l'eau prévus. Une telle étude a été utilisée pour examiner l'efficacité de la communication entre les acteurs institutionnels au sein et en dehors

du gouvernement afin de susciter un soutien pour un projet de réalignement de digue et de restauration de marais salés à Truro-Onslow (Rahman et coll., 2019). Les graphiques de visualisation tels que les cartes interpolées des variables climatiques prévues peuvent également aider les utilisateurs sans compétences techniques à mieux comprendre les changements prévus dans notre climat. Le Nouveau-Brunswick dispose d'ensembles de données climatiques et de cartes montrant les changements prévus pour 29 indices climatiques (voir Commission de services régionaux Nord-Ouest, 2019). Les ensembles de données et les cartes climatiques du Nouveau-Brunswick présentent les conditions de la période de référence 1980–2010 et fournissent des projections climatiques pour 2020, 2050 et 2080. Les impacts sur le public, hormis ceux liés à la perte de terres et aux infrastructures à risque, sont souvent moins visibles et leurs liens avec les changements climatiques peuvent être plus difficiles à comprendre. Pour aller de l'avant, il est nécessaire de communiquer efficacement les impacts escomptés des changements climatiques sur des domaines tels que la biodiversité, la production agricole, la santé publique, ainsi que la manière dont ces impacts affectent la société.

### 1.7.1.4 Planification des politiques et budgétisation de l'adaptation

Il existe des lacunes dans les connaissances pour comprendre comment les changements climatiques affectent tous les domaines de la gouvernance et de la société, comment les politiques peuvent être élaborées pour refléter les impacts des changements climatiques, les coûts des initiatives d'adaptation et comment renforcer efficacement la capacité d'adaptation dans l'ensemble des gouvernements provinciaux et des administrations municipales. Combler ces lacunes aiderait les gouvernements provinciaux et les administrations municipales à être proactifs dans l'établissement de politiques qui tiennent compte de l'adaptation aux changements climatiques. Le financement de l'adaptation s'est souvent manifesté comme une « rançon des affaires » plus élevée en raison des mesures réactives, mais les études démontrent que les avantages des mesures prévues pour s'adapter aux changements climatiques au Canada dépassent généralement les coûts (voir le chapitre « Coûts et avantages liés aux impacts des changements climatiques et aux mesures d'adaptation » du Rapport sur les enjeux nationaux). Les initiatives en matière d'adaptation proactive sont souvent incitées et cofinancées par des programmes fédéraux conçus pour servir plusieurs territoires et répondre aux objectifs des mandats particuliers. Aux échelles locale et régionale, il existe de nombreux besoins complexes et uniques qui peuvent échapper aux paramètres de ces possibilités de financement (Baird et coll., 2016).

### 1.7.1.5 Réinstallation gérée

Jusqu'à présent, l'adaptation a surtout été de nature réactive. Si la prise de conscience des risques d'inondation et d'érosion influence les décisions d'investissement de certains propriétaires de bâtiments existants et potentiels, l'adaptation proactive à l'échelle de la collectivité, telle que la réinstallation, est rare et commence tout juste à être envisagée à plus grande échelle. Le Canada atlantique a une certaine expérience de la réinstallation gérée. Alors que l'expropriation de Kouchibouguac en 1976 a créé de l'animosité entre les résidents et les autorités gouvernementales de l'époque et continue d'avoir des répercussions négatives (Ross, 2017), la récente réinstallation de collectivités entières à Terre-Neuve semble avoir donné des résultats positifs, bien que cette réinstallation soit principalement encouragée à cause des coûts provinciaux de la

prestation de services (Barrett, 2020). Cela comprend la réinstallation de Little Bay Islands, à Terre-Neuve-et-Labrador, en faveur de laquelle les résidents se sont prononcés à l'unanimité, et qui conserveront la propriété de leurs maisons afin de pouvoir revenir pour des visites (Morin, 2019).

## 1.7.2 Nouveaux enjeux

Les consultations, notamment des entrevues avec des praticiens, des ateliers et des réunions, entreprises dans le cadre du présent chapitre, ont permis de cerner plusieurs enjeux de plus en plus préoccupants pour le Canada atlantique. Ceux-ci peuvent être regroupés en six catégories : incapacité à suivre le rythme du changement; efficacité limitée des initiatives en matière d'adaptation en raison de contraintes externes; difficultés à faire face aux impacts des changements climatiques sur les systèmes naturels; complexité accrue en raison du partage des responsabilités entre les territoires de compétence; manque de planification de l'adaptation pour les nouveaux aménagements; et amélioration des réponses de la région à la maladie de Lyme.

### 1.7.2.1 Incapacité de suivre le rythme des changements

La diversité, l'intensité, la fréquence et la complexité des impacts des changements climatiques augmentent, et les efforts d'adaptation n'ont pas été en mesure de suivre le rythme. Il est de plus en plus important que les initiatives en matière d'adaptation soient conçues et mises en œuvre de manière proactive, plutôt que réactive. Il s'agit notamment d'intégrer différents points de vue (p. ex. l'approche à double perspective) et différentes disciplines pour accroître la portée, la rigueur et l'efficacité des efforts d'adaptation, ainsi que pour doter les décideurs politiques et les décideurs des compétences et des connaissances nécessaires pour prendre des décisions appropriées en s'appuyant sur la participation du public, en particulier des personnes directement touchées par les impacts des changements climatiques.

### 1.7.2.2 Faire face aux impacts sur la nature

Il s'est avéré difficile de susciter le soutien du public, de planifier, de concevoir, de budgétiser et d'exécuter des initiatives en matière d'adaptation pour aider les systèmes naturels à s'adapter aux impacts des changements climatiques. En outre, la pression que les impacts des changements climatiques exercent sur la santé humaine et la sécurité alimentaire est moins bien comprise par le public et les décideurs, par rapport aux impacts sur les infrastructures physiques. Les interconnectivités au sein des systèmes naturels et l'importance de ces relations écologiques ne sont pas toujours évidentes. Par exemple, l'augmentation du métabolisme de certains insectes en raison de la hausse des températures peut conduire à un pic de population plus tôt dans la saison, ce qui peut provoquer un décalage phénologique avec l'arrivée des oiseaux migrateurs, affectant ainsi la croissance et le développement des oisillons (Nantel et coll., 2014). De plus, bon nombre des initiatives existantes dont le but est de protéger et de maintenir la santé des systèmes naturels n'ont pas la portée, l'expertise et les ressources nécessaires pour traiter les impacts des changements climatiques.

### 1.7.2.3 Complexité accrue des responsabilités partagées entre les territoires de compétence

Les décisions en matière d'adaptation peuvent être difficiles à prendre, en particulier lorsque des infrastructures essentielles sont utilisées par plusieurs territoires et que leur défaillance pourrait avoir des conséquences économiques en cascade, au-delà des impacts directs sur le site à risque. Par exemple, le couloir de transport et de services publics qui traverse l'isthme de Chignecto relie le port d'Halifax au reste du Canada et est essentiel à la continuité des activités dans tout le Canada atlantique. Environ 24 milliards de dollars de biens sont exportés du Canada atlantique et 19 milliards de dollars de biens y sont importés, la plupart de ces biens étant transportés par l'isthme (Parnham et coll., 2015). Non seulement l'infrastructure de cette zone de basse altitude est d'une importance capitale pour le commerce, mais les perturbations de l'accès peuvent avoir de graves impacts sur la sécurité alimentaire de Terre-Neuve-et-Labrador, de l'Île-du-Prince-Édouard et de la Nouvelle-Écosse, qui dépendent tous de ce corridor pour une grande partie de leurs approvisionnements. Si l'isthme de Chignecto s'étend géographiquement sur la Nouvelle-Écosse et le Nouveau-Brunswick, son importance s'étend à l'ensemble du pays. Cela rend la planification de l'adaptation plus complexe. Qui devrait contribuer financièrement à accroître la résilience de l'isthme de Chignecto face à l'élévation du niveau de la mer ? Qui devrait décider à quel point cette région devrait être protégée pour faire face à des événements météorologiques soudains et extrêmes (p. ex. ondes de tempête) ? Comment les provinces qui dépendent de ce corridor commercial pour leur sécurité alimentaire peuvent-elles élaborer des plans de rechange ?

### 1.7.2.4 Absence de planification de l'adaptation pour les nouveaux projets d'aménagement

Au cours de la dernière décennie, un nombre croissant d'évaluations des risques a été effectué pour les zones côtières vulnérables du Canada atlantique, et des outils de prédiction ont commencé à repérer avec précision les zones de basse altitude exposées aux risques d'inondation et d'érosion. Ces outils font partie intégrante de la mise en œuvre correcte des approches d'aménagement du territoire qui limiteront l'implantation de nouvelles infrastructures dans les zones à risque connues. Cependant, de nombreux territoires n'ont pas encore mis en œuvre des politiques ou des règlements de planification, et continuent de délivrer des permis pour de nouveaux aménagements dans des endroits vulnérables. La sensibilisation au climat et le renforcement des capacités de lutte contre les impacts des changements climatiques offrent aux collectivités et aux municipalités une occasion unique de devenir plus durables en tenant compte des changements climatiques dans leur prise de décision et en se faisant connaître comme des collectivités résilientes qui planifient les conditions futures et veillent à être moins exposées aux risques et à demeurer durables. Certaines municipalités/collectivités commencent à voir la valeur marchande qu'il y a à se faire connaître comme des collectivités résilientes aux impacts des changements climatiques.

### 1.7.2.5 Maladie de Lyme : Une occasion d'exercer un effet multiplicateur entre les régions

Les défis liés à la maladie de Lyme sont exacerbés par le contexte historique qui a réduit au minimum la gravité de la maladie, les mauvais diagnostics et le dialogue politique hostile et polarisé hérité des États-Unis (Stricker et Johnson, 2014). Les mesures de santé publique qui en découlent ont par conséquent souffert d'être considérées comme une faible priorité et de faire l'objet d'un suivi et d'une surveillance limités et d'initiatives d'éducation du public inadéquates (Lloyd et Hawkins, 2018). Le traitement médical varie selon la province et le médecin. Au Canada atlantique, des études sur la propagation géographique croissante des tiques vectrices ont été publiées pour le Nouveau-Brunswick (Lieske et Lloyd, 2018) et la Nouvelle-Écosse (McPherson et coll., 2017), comme cela a également été fait pour d'autres régions du pays (Ogden, 2017). Pour aller de l'avant, une mobilisation authentique et significative à l'échelle de la collectivité a le potentiel de faire progresser à la fois les initiatives de prévention et de recherche (p. ex. Lewis et coll., 2018; Lieske et Lloyd, 2018; Stricker et Johnson, 2014).

## 1.8 Conclusion

Le Canada atlantique est vulnérable aux impacts des changements climatiques en raison des effets cumulatifs des facteurs liés à la géographie physique de la région, aux modèles historiques d'établissement, à la démographie, à l'économie et aux conceptions de collectivité. La géographie côtière de faible altitude de la région, qui s'affaisse dans la plupart des endroits, rend les collectivités, les infrastructures et les ressources naturelles particulièrement vulnérables aux impacts côtiers dus à l'élévation du niveau de la mer et à l'augmentation prévue de la fréquence des ondes de tempête provoquant des inondations. Les inégalités sociales accroissent encore les vulnérabilités. Les changements prévus dans les extrêmes de température saisonnière et les précipitations exposeront également les Canadiens de l'Atlantique aux impacts d'événements extrêmes plus fréquents, comme les vagues de chaleur, les tempêtes de verglas et les inondations saisonnières à l'intérieur des terres.

Une population vieillissante et en déclin dans les régions rurales a une capacité sociale réduite pour se préparer aux impacts des changements climatiques et pour s'en remettre. Les secteurs des ressources économiques primaires qui dépendent fortement des infrastructures marines et côtières sont également vulnérables de façon disproportionnée. Toutefois, malgré la petite taille de la région et ses ressources humaines et financières relativement limitées par rapport au reste du pays, les efforts d'adaptation ont été répandus au cours des années précédentes. Les chercheurs locaux, les universitaires, les ONG et les champions communautaires ont fait preuve d'ingéniosité pour développer des relations de collaboration. En s'appuyant sur des recherches et des travaux antérieurs axés sur l'évaluation des risques d'impact, ils passent de la fourniture d'outils, de plans et de politiques en matière d'adaptation à l'action au niveau de la collectivité par le renforcement des capacités, de solutions fondées sur la nature, de l'éducation et de la sensibilisation du public.

Les contraintes communes liées aux efforts d'adaptation en cours dont il est question dans ce chapitre comprennent le manque de règlements en matière d'utilisation du sol et de développement dans les petites collectivités (en particulier dans les régions non constituées en municipalités soumises à de fortes pressions de développement); les capacités limitées (p. ex. ressources humaines et financières, capacité technique, etc.) pour élaborer et mettre en œuvre des plans et des stratégies d'adaptation; et la lenteur de l'adoption et de la vision d'un avenir beaucoup plus fortement touché par les changements climatiques. Les efforts déployés pour surmonter ces difficultés sont notamment les suivants :

- l'utilisation de projets pilotes pour explorer des solutions innovantes fondées sur la nature pour la protection du littoral;
- la coordination des efforts d'adaptation de multiples intervenants dans les industries d'exploitation des ressources naturelles afin de réduire les risques et de multiplier les occasions;
- des initiatives à l'échelle des collectivités visant à promouvoir l'adaptation sociale des populations vulnérables et à reconnaître les impacts des phénomènes météorologiques extrêmes sur la santé physique et mentale.

La collaboration de divers groupes qui mettent en commun ou partagent leurs ressources pour servir de manière efficace et efficiente une zone géographique plus étendue et une population plus large a été essentielle pour accroître la capacité sociale d'adaptation aux changements climatiques. Les mesures de sensibilisation et d'éducation du public qui se sont avérées les plus efficaces tendent à transmettre des messages clés à l'aide de données et d'exemples propres au contexte, en recourant à des outils visuels et à un langage clair pour faciliter la communication. Les partenariats avec les collectivités autochtones locales ont renforcé l'intégration des connaissances locales et autochtones dans la planification de l'adaptation. Les collaborations ont conduit à une meilleure appréciation des risques climatiques et des options d'adaptation par le public, ce qui profite non seulement à l'environnement et à l'apprentissage social, mais devrait également permettre d'améliorer la prise de décision et la gouvernance.

Le Canada atlantique restera en première ligne des impacts des changements climatiques, et des efforts d'adaptation renforcés seront nécessaires. L'élargissement des efforts de collaboration et l'exploration des solutions à long terme continueront d'exiger que les différents ordres de gouvernement jouent des rôles déterminants. Les changements climatiques sont un problème commun qui exige une responsabilité partagée de tous les groupes. Une adaptation réussie nécessite des mesures complémentaires de la part des secteurs, des entreprises, des établissements de recherche, des ONG et des individus, étant donné la nature localisée des impacts des changements climatiques et la nécessité de s'adapter.

# 1.9 Références

ACASA [Solutions d'adaptation aux changements climatiques pour l'Atlantique] (s.d.). Consulté en juin 2021 sur le site <https://atlanticadaptation.ca/fr>

Affaires autochtones et du Nord Canada (2013, September 9) « Aboriginal Peoples in the Atlantic Region ». Consulté sur le site <https://geo.aadnc-aandc.gc.ca/cippn-fnpim/index-fra.html>

Allen, P. (2005). Site Oxbow 1984, Première nation mi'kmaq de Metepenagiag, Miramichi, Nouveau-Brunswick. Manuscrits sur l'archéologie 40 du Nouveau-Brunswick, Services d'archéologie, Secrétariat à la Culture et au Sport. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/thc-tpc/pdf/Arch/MIA40french.pdf>

Allen, W. (2014). « Natural Infrastructure - Investing in Forested Landscapes for Source Water Protection in the United States ». World Resources Institute. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.wri.org/publication/natural-infrastructure>

ALUS Canada (2020). « ALUS Prince Edward Island ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://alus.ca/alus_community/alus-prince-edward-island/>

Arnold, S. et Fenech, A. (2017). « Prince Edward Island Climate Change Adaptation Recommendations Report ». Laboratoire de recherche climatologique de l'Université de l'Île-du-Prince-Édouard, Charlottetown, Île-du-Prince-Édouard, Canada. Rapport soumis au ministère des Communautés, des Terres et de l'Environnement, Terres et Environnement, Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard. ISBN 978-1-988692-12-8, 172 p. Consulté en juin 2021 sur le site <https://projects.upei.ca/climate/2017/12/07/pei-climate-change-adaptation-recommendations-report-now-available/>

Arnold, S. 2020. Communication personnelle avec Stephanie Arnold, chercheuse, Université de l'Île-du-Prince-Édouard, Charlottetown, Île-du-Prince-Édouard, Canada, 25 mai 2020.

Atlas climatique du Canada (2019). Atlas climatique du Canada, version 2. Consulté en juin 2021 sur le site <https://atlasclimatique.ca/>

Atkinson, D.E., Forbes, D.L. et James, T.S. (2016). Un littoral dynamique dans un contexte de climat en mutation, Chapitre 2 dans *Le littoral maritime du Canada face à l'évolution du climat*, D.S. Lemmen, F.J. Warren, T.S. James et C.S.L. Mercer Clarke (éd.); Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 27-68. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/climate-change/impacts-adaptations/le-littoral-maritime-du-canada-face-levolution-du-climat/18391>

Aubé, M. et Kocyla, B. (2012). Adaptation aux changements climatiques : planification de l'utilisation du territoire à Shippagan, Le Goulet et Bas-Caraquet - Projet ASACCA - Péninsule acadienne - Volet accompagnement des communautés. Institut de recherche sur les zones côtières inc., 62 p. Consulté en septembre 2021 sur le site <https://atlanticadaptation.ca/fr/islandora/object/acasa%253A655>

Baird, J., Plummer, R. et Bodin, Ö. (2016). « Collaborative governance for climate change adaptation in Canada: experimenting with adaptive co-management ». *Regional Environmental Change, 16*(3), 747–758. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0790-5>

Barrett, J. 2020. Communication personnelle avec Josh Barrett, directeur de la planification et de la responsabilité, ministère du tourisme, de la culture, de l'industrie et de l'innovation, gouvernement de Terre-Neuve et du Labrador. Saint John's, Terre-Neuve et Labrador, Canada, 25 mai 2020.

Bartlett, C. (2017). « Two-Eyed Seeing: An Overview of the Guiding Principle plus some Integrative Science ». Présenté à Dominique Blanchard, Direction générale des affaires publiques et autochtones et des services ministériels, Environnement et Changement climatique Canada.

Bednar, D., Raikes, J. et McBean, G. (2018). « The governance of climate change adaptation in Canada ». Institut de prévention des sinistres catastrophiques. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.iclr.org/wp-content/uploads/2018/04/cca-climate-change-report-2018.pdf>

Beemelmanns, A., Ribas L., Anastasiadi D., Moraleda-Prados J.,Zanuzzo F.S., Rise M.L. et Gamperl, A.K. (2020). « DNA methylation dynamics in Atlantic salmon (*Salmo salar*) challenged with high temperature and moderate hypoxia ». *Frontiers in Marine Science, 7,* 1076-1102. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.604878>

Beemelmanns, A., Zanuzzo, F.S., X. Xue, X., Sandrelli, R.M., Rise, M.L., Gamperl, A.K. (2021a). « The transcriptomic responses of Atlantic salmon (*Salmo salar*) to high temperature stress alone, and in combination with moderate hypoxia ». *BMC Genomics*, *22*, 261. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1186/s12864-021-07464-x>

Beemelmanns, A., Zanuzzo, F.S., Sandrelli, R.M., Rise, M.L. et Gamperl, A.K. (2021b). « The Atlantic salmon's stress- and immune-related transcriptional responses to moderate hypoxia, an incremental temperature increase, and these challenges combined ». *G3-Genes Genomes Genetics*, *11*(7). Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1093/g3journal/jkab102>

Bernier, R.Y., Jamieson, R.E. et Moore, A.M. (éd.) (2018). Rapport de synthèse sur l'état de l'océan Atlantique. Pêches et Océans Canada, Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 3167, 164 p. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans/publications/soto-rceo/2018/atlantic-synthesis-atlantique-synthese/index-fra.html>

Best, K., McKenzie, C.H. et Couturier, C. (2014). « Investigating mitigation of juvenile European green crab *Carcinus maenas* from seed mussels to prevent transfer during Newfoundland mussel aquaculture operations ». *Management of Biological Invasions,* 5(3), 255–262. Consulté en juin 2021 sur le site <http://dx.doi.org/10.3391/mbi.2014.5.3.09>

Best, K., McKenzie, C.H. et Couturier, C. (2017). « Reproductive biology of an invasive population of European green crab, *Carcinus maenas*, in Placentia Bay, Newfoundland ». *Management of Biological Invasions, 8*(2), 247–255. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3391/mbi.2017.8.2.12>

BetterEvaluation (s.d.). « Outcome Mapping ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.betterevaluation.org/en/plan/approach/outcome_mapping>

Bissett, K. (2016). « Small east-coast island losing land to climate change, coastal erosion ». The Globe and Mail, 17 mai 2016. Consulté en mars 2020 sur le site <https://www.theglobeandmail.com/news/national/small-east-coast-island-losing-land-to-climate-change-coastal-erosion/article30057790/>

Bonsal, B.R., Peters, D.L., Seglenieks, F., Rivera, A., et Berg, A. (2019). Évolution de la disponibilité de l'eau douce à l'échelle du Canada; Chapitre 6 dans *Rapport sur le climat changeant du Canada*, E. Bush et D.S. Lemmen (éd.); gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 261-342. Consulté en juin 2021 sur le site <https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/chapitre/6-0/>

Boone, L.K., Ollerhead J., Barbeau, M.A., Beck, A.D., Sanderson, B.G. et McLellan, N.R. (2017). « Returning the Tide to Dikelands », Chapitre 21 dans *A Macrotidal and Ice-Influenced Environment: Challenges and Lessons Learned*. Coastal Research Library Book Series, Vol 21. Springer Link, 705–749.

Bowron, T., Neatt, N., van Proosdij, D. et Lundholm, J. (2012). « Salt Marsh Restoration in Atlantic Canada », chapitre 14 dans *Restoring Tidal Flow to Salt Marshes:A Synthesis of Science and Management*, Burdick et Roman (éd.). Island Press,191–210. Consulté en octobre 2021 sur le site <https://link.springer.com/book/10.5822/978-1-61091-229-7>

Burrell, B. (2011). « Inland Flooding in Atlantic Canada ». Rapport préparé pour Solutions d'adaptation aux changements climatiques pour l'Atlantique (ACASA). Consulté en juin 2021 sur le site <https://atlanticadaptation.ca/fr/islandora/object/acasa%3A484>

Bush, E. et Lemmen, D.S. (éd.) (2019). Rapport sur le climat changeant du Canada; gouvernement du Canada, Ottawa, ON, 444 p. Consulté en juin 2020 sur le site <https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr>

Capozi, R. (2020). Communication personnelle avec Robert Capozi, Directeur, Adaptation, Secrétariat des changements climatiques du Nouveau-Brunswick, Ministère Environnement et Gouvernements locaux, Gouvernement du Nouveau-Brunswick, novembre 2020.

Carroll, B., Morbey, H., Balogh, R. et Araoz, G. (2009). « Flooded homes, broken bonds, the meaning of home, psychological processes and their impact on psychological health in a disaster ». *Health and Place, 15*(2), 540–547. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2008.08.009>

Carter, T.R., Fronzek, S., Inkinen, A., Lahtinen, I., Lahtinen, M., Mela, H., O'Brien, K., Rosentrater, L.D., Ruuhela, R., Simonsson, L. et Terama, E. (2016) « Characterising vulnerability of the elderly to climate change in the Nordic region ». *Regional Environmental Change, 16*(1), 43–58. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0688-7>

Catto, N.R. (2011). « Coastal Erosion in Newfoundland ». Ministry of Environment and Conservation, Terre-Neuve et Labrador,144 pp. Consulté en juin 2021 sur le site <http://nlhfrp.ca/wp-content/uploads/2015/01/Coastal-Erosion-in-Newfoundland.pdf>

Catto, N.R. (2019). « Shoreline Classification and Coastal Erosion, Southern and Central Labrador ». Rapport pour le World Wildlife Fund.

CBC News (2016). « Facing the Change: 50% of Lennox Island, P.E.I., could be underwater in 50 years ». CBC News. Consulté en mars 2020 sur le site <https://www.cbc.ca/news/canada/lennox-island-pei-water-ocean-sea-levels-1.3756916>

CBCL Consulting Engineers (2017a). « Sackville Rivers Flood Plain Study. Phase II ». Rapport technique préparé pour la Municipalité régionale d'Halifax. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.halifax.ca/sites/default/files/documents/business/planning-development/FinalReport.SRFS_.Phase2_.12April2017.pdf>

CBCL Consulting Engineers (2017b). « Flood Risk Study. Joint Flood Advisory Committee, County of Colchester, Town of Truro and Millbrook First Nation ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.truro.ca/adm/708-truro-flood-risk-study/file.html>

Charron, D.F. (2012). Écosanté – Origines et approche, Chapitre 1 dans *La recherche écosanté en pratique : Applications novatrices d'une approche écosystémique de la santé*, D.F. Charron (éd.). Springer, New York, New York, États-Unis: Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Canada. http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/52819/1/IDL-52819.pdf

Cheeseman, A. (2020). Communication personnelle avec Adam Cheeseman, Directeur de la conservation, Nature NB, Sackville, Nouveau-Brunswick, décembre 2020.

Chouinard, O. (2016). « Citizen Involvement and volunteering along the Acadian coastline: challenges for integrated management and adaptation in the context of climate change », Chapitre 7 dans *Agricultural Adaptation to Climate Change*. R.B. Bryant, M.A. Sarr et K. Délusca (éd.); Springer, Suisse, 234 p.

Chouinard, O., Baztan, J. et Vanderlinden, J.-P. (2011). Zones côtières et changement climatique – le défi de la gestion intégrée. Presses de l'Université du Québec, Québec, 242 p.

Chouinard, O. et Fauré, A. (2018). Document d'orientation politique : Processus d'adaptation aux changements climatiques dans le bassin versant de Cocagne-Grande-Digue. En collaboration avec le Groupe de développement durable du Pays de Cocagne (GDDPC) et les citoyens du comité d'aménagement du Plan rural de la Communauté rurale de Cocagne et du District de service local de Grande-Digue. Consulté en juin 2021 sur le site <https://ecopaysdecocagne.ca/images/2018-01-29_Orientation_politique_Chouinard_Faur%C3%A9.pdf>

Chouinard, O., Gauvin, J., Martin, G., Bastien, N. et Mallet, J. (2012). L'adaptation au changement climatique dans les DSL de Cocagne et de Grande-Digue : Vers une planification côtière durable. Brochure d'information pour l'aménagement durable du littoral. Université de Moncton en partenariat avec le Groupe de développement durable du Pays de Cocagne et le Comité directeur de l'aménagement du littoral des DSL Cocagne/Grande-Digue, 35 p. Consutlé en octobre 2021 sur le site <https://ecopaysdecocagne.ca/images/publications-bassin-versant/towards-a-sustainable-coastal-plan.pdf>

Chouinard, O., Jolicoeur, S., Martin, G., O'Carroll, S., Bérubé, D. et Kelley, B. (2009). Pointe Carron: Vivre dans un écosystème côtier. Vers une planification communautaire durable. Comité directeur, équipe d'étude sur le problème d'érosion à la Pointe Carron, Université de Moncton, réseau de recherche sur l'économie durable et la viabilité. Consulté en octobre 2021 sur le site <http://dc.msvu.ca:8080/xmlui/handle/10587/958>

Chouinard, O., Plante, S. et Martin, G. (2006). Engagement des communautés face au changement climatique : une expérience de gestion intégrée à Le Goulet et Pointe-du-Chêne au Nouveau-Brunswick. *VertigO, 7*(3). Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.4000/vertigo.1912>

Chouinard, O., Plante, S. et Martin, G.(2008). « The community engagement process: a governance approach in adaptation to coastal erosion and flooding in Atlantic Canada ». *Canadian Journal of Regional Science, 31*(3), 507–520. Consulté en juin 2021 sur le site <https://idjs.ca/images/rcsr/archives/V31N3-CHOUINARD-PLANTE-GILLES.pdf>

Chouinard, O., Plante, S., Weissenberger, S., Noblet, M. et Guillemot, J. (2017). « The participative action research approach to climate change adaptation in Atlantic Canadian coastal communities » dans *Climate Change Adaptation in North America: Experiences, Case Studies and Best Practices*; W. Leal Filho et J.M. Keenan (éd.), Springer, 67–88. Consulté en octobre 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/978-3-319-53742-9>

Chouinard, O., Rabeniaina, T. et Weissenberger S. (2013). Les apprentissages sur l'aménagement côtier dans deux territoires côtiers du littoral acadien du Nouveau-Brunswick vulnérables à l'érosion et aux inondations. *Études caribéennes, 26*. Consulté en juin 2021 sur le site <http://etudescaribeennes.revues.org/6663>

Chouinard, O. et Weissenberger, S. (2014). Le littoral acadien et les changements climatiques. Consulté en juin 2021 sur le site <www8.umoncton.ca/umcm-climat/grain/4_1_le_littoral_acadien_et_les_changements_climatiques>

Chouinard, O., Weissenberger, S. et Lane, D.(2015). L'adaptation au changement climatique en zone côtières et l'approche communautaire : études de cas de projets de recherche-action participative au Nouveau-Brunswick (Canada). *VertigO, Hors-série 23*. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.4000/vertigo.16642>

Chriest, A. et Niles, M. (2018). « The role of community social capital for food security following an extreme weather event ». *Journal of Rural Studies, 64*, 80–90. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.09.019>

City of Mount Pearl (s.d.). « Flood Risk Maps of Waterford River ». Consulté en August 2021 sur le site <https://www.mountpearl.ca/flood-risk-maps-of-waterford-river/>

Clayton, S., Manning, C.M., Krygsman, K. et Speiser, M. (2017). « Mental Health and Our Changing Climate: Impacts, Implications, and Guidance ». American Psychological Association, Climate for Health and ecoAmerica, Washington, D.C., 70 p. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.apa.org/news/press/releases/2017/03/mental-health-climate.pdf>

Clements, J. C. et Chopin, T. (2016). « Ocean acidification and marine aquaculture in North America: potential impacts and mitigation strategies ». *Aquaculture,9*(4), 326–341. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/raq.12140>

Clements, J.C. et Hunt, H.L. (2017). « Effects of $CO_2$-driven sediment acidification on infaunal marine bivalves: A synthesis ». *Marine Pollution Bulletin*, *117*(1-2), 6–16. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.053>

Clements, J.C, Hicks, C. et Tremblay, R. (2018). « Elevated seawater temperature, not $pCO_2$, negatively affects post-spawning adult mussels (*Mytilus edulis*) under food limitation ». *Conservation Physiology,6*(1). Consulté en mars 2020 sur le site <https://doi.org/10.1093/conphys/cox078>

Climate Data (s.d.). « Climate Data ». Consulté en juin 2019 sur le site <https://www.gov.nl.ca/mae/occ/climate-data/>

Cuthbertson, 2016. « Stubborn Resistance: New Brunswick Maliseet and Mi Kmaq in Defence of Their Lands ». Nimbus Publishing, Halifax, Nouvelle-Écosse, Canada, 217p..

Cohen, S., Bush, E., Zhang, X., Gillett, N., Bonsal, B., Derksen, C., Flato, G., Greenan, B. et Watson, E (2019). Le contexte national et mondial des changements régionaux au Canada, Chapitre 8 dans *Rapport sur le climat changeant du Canada*, E. Bush et D.S. Lemmen (éd.); gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 424–443. Consulté en juin 2021 sur le site <https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/chapitre/8-0/>

Comeau, L. et Nunes, D. (2019). « Healthy Climate, Healthy New Brunswickers: A proposal for New Brunswick that cuts pollution and protects health ». Conseil de conservation du Nouveau-Brunswick. Consulté en juin 2021 sur le site <www.conservationcouncil.ca/wp-content/uploads/2019/06/Healthy-Climate-Healthy-New-Brunswickers-1.pdf>

Commission de services régionaux Chaleurs (CSRC, 2021). Adaptation aux changements climatiques. Consulté en septembre 2021 sur le site <https://www.csrchaleurrsc.ca/fr/article/53/climate-change-adaptation>

Commission de services régionaux Nord-Ouest (CSRNO, 2019). Outils cartographiques climatiques. Consulté en septembre 2021 sur le site < https://csrno.ca/climat/>

Commission de services régionaux sud-est [CSRSE] (2021). Carte de zonage de Beaubassin-est. Consulté en septembre 2021 sur le site < https://www.nbse.ca/planning/area/beaubassin-est-east>

Conseil national de recherches Canada (2018). « Regional wave run-up study for the province of New Brunswick/ Submitted to: New Brunswick Department of Environment and Local Government ». Rapport technique. Ministère Environnement et Gouvernements locaux, Province du Nouveau-Brunswick, Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2021 sur le site <http://142.139.25.105/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=40010>

Cunsolo Willox, A., Harper, S.L., Ford, J.D., Edge, V.L., Landman, K., Houle, K. et Wolfrey, C. (2013). « Climate change and mental health: an exploratory case study from Rigolet, Nunatsiavut, Canada ». *Climatic Change*, *121*(2), 255–270. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0875-4>

Cutter, S.L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E. et Webb, J. (2008). « A place-based model for understanding community resilience to natural disasters ». *Global Environmental Change, 18*, 598–606. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.07.013>

Cutter, S.L., Boruff, B.J. et Shirley, W.L. (2003). « Social vulnerability to environmental hazards ». *Social Science Quarterly, 84*(2), 242–261. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>

Cutter, S.L., Emrich, C.T., Gall, M. et Reeves, R. (2018). « Flash Flood Risk and the Paradox of Urban Development ». *Natural Hazards Review*, *19*(1), 05017005. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000268>

Cutter, S.L. et Finch, C. (2007). « Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards ». *Proceedings of the National Academy of Sciences, 105*(7), 2301–2306. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1073/pnas.0710375105>

CVIIP [Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques] (2008). « Adapting to Climate Change, Canada's First National Engineering Vulnerability Assessment of Public Infrastructure ». Annexe B-2, Ville de Placentia, Terre-Neuve-et-Labrador. Consulté en juin 2021 sur le site <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2008/03/Town-of-Placentia_Newfoundland_Final-Report.pdf>

Daigle, R. (2017). « Updated Sea-Level Rise and Flooding Estimates for New Brunswick Coastal Sections Based on IPCC 5th Assessment Report ». Préparé pour le ministère Environnement et Gouvernements locaux du Nouveau-Brunswick. Consulté en juin 2021 sur le site <http://leg-horizon.gnb.ca/e-repository/monographs/31000000051200/31000000051200.pdf>

Davies, M. et Thompson, B. (2019). « Protecting the Trans-Canada Highway at Souris with Inter-Tidal Reefs: Responding to Extreme Weather and Climate Events ». [Présentation de conférence] TAC-ITS Canada Joint Conference, Halifax, Nouvelle-Écosse, Canada. Consulté en octobre 2021 sur le site <https://www.tac-atc.ca/sites/default/files/conf_papers/daviesm_-_protecting_the_trans-canada_highway_at_souris_with_inter-tidal_reefs_-_v1.pdf>

Drinkwater, K., Belgrano, A., Borja, A., Conversi, A., Edwards, M., Greene, C., Ottersen, G., Pershing, A. et Walker, H. (2003). « The response of marine ecosystems to climate variability associated with the North Atlantic Oscillation » dans *The North Atlantic Oscillation: Climatic Significance and Environmental Impact; J.W. Hurrell, Y. Kushnir, G. Ottersen et M. Visbeck (éd.). American Geophysical Union, 134,* 211–234. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1029/134GM10>

Duinker, P.N., Ordóñez, C., Steenberg, J.W., Miller, K.H., Toni, S.A. et Nitoslawski, S.A. (2015). « Trees in Canadian cities: Indispensable life form for urban sustainability ». *Sustainability, 7*, 7379–7396. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3390/su7067379>

Dupuis, D.R., Baxter, C. et Dobson, J. (2013). « Book review: Developmental Evaluation: Applying Complexity Concepts to Enhance Innovation and Use ». *Journal of Community and Applied Social Psychology, 23*(3), 258–260. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1002/casp.2116>

DV8 Consulting. (2016). « Prince Edward Island Coastal Property Guide–Online Edition: What you should know about living on PEI's coast ». Gouvernement de l'Île-du-Prince-Edouard. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.princeedwardisland.ca/sites/default/files/publications/prince_edward_island_coastal_property_guide.pdf>

Ecology Action Centre (2018). Éduquer les communautés côtières sur la hausse du niveau de la mer. Consulté en mai 2020 sur le site <https://www.sealevelrise.ca/le-projet-ecoas.html>

Eel River Bar First Nation (s.d.). « Ugpi'Ganjig, Eel River Bar First Nation: History, 1972 » [page web]. Consulté en septembre 2021 sur le site <https://ugpi-ganjig.ca/ugpiganjig-history/#1972>

El-Jabi, N., Turkkan, N. et Caissie, D. (2013). « Regional climate index for floods and droughts using Canadian Climate Model (CGCM3.1) ». *American Journal of Climate Change, 2*(2), 106–115. Consulté en juin 2021 sur le site <http://dx.doi.org/10.4236/ajcc.2013.22011>

Environnement et Changement climatique Canada (2010). Les inondations au Canada: provinces de l'Atlantique. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eau-apercu/volume/inondations/provinces-atlantique.html>

EOS Éco-Énergie (2013). « Climate Change Adaptation in the Tantramar Region Action Planning Workshop Report ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://eosecoenergy.com/en/wp-content/uploads/2018/04/Jan-11-2013-Tantramar-Climate-Change-Adaptation-Workshop-Notes-final-sm.pdf>

EOS Éco-Énergie (2017). « Tantramar Climate Change Adaptation Collaborative 5 Year Action Plan 2017-2022 ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://eosecoenergy.com/en/wp-content/uploads/2018/12/TCCAC-Five-Year-Plan-Jan-2017.pdf>

EOS Éco-Énergie (2019). « Infrastructure, Adaptation and Risk Management: 2019 Technical Session of the Chignecto Climate Change Collaborative». Sackville, Nouveau-Brunswick, Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <https://eosecoenergy.com/en/wp-content/uploads/2019/02/Annual-CCCC-Workshop-Report-Feb-2019-Adaptation-Infrastructure-Risk-Management-and-RetreatRelocation.pdf>

EOS Éco-Énergie (2021). Collaboratif sur les changements climatiques de Chignecto. Consulté en juin 2021 sur le site <https://eosecoenergy.com/fr/projets/adaptation-aux-changements-climatiques/collaboration-sur-les-changements-climatiques-de-chignecto/>

Fédération canadienne des municipalités (2017). Programme Municipalités pour l'innovation climatique : Échelle d'évaluation de la maturité en adaptation aux changements climatiques. Consulté en juin 2021 sur le site <https://fcm.ca/sites/default/files/documents/resources/tool/mic-va-echelle-evaluation-de-la-maturite-en-adaptation-aux-changements-climatiques.pdf>

Fédération canadienne des municipalités (2018). Programme Municipalités pour l'innovation climatique. Consulté en juin 2021 sur le site <https://fcm.ca/fr/programmes/programme-municipalites-innovation-climatique>

Fédération du Saumon Atlantique [ASF] (2018). Le nombre de saumons sauvages de l'Atlantique chute de 15 %. CBC News – Nouveau-Brunswick. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.asf.ca/news-and-magazine/salmon-news/wild-atlantic-salmon-numbers-drop-15-per-cent>

Feist, A. (2018). « Research summary reports: understanding how collaboration works in the TCCAC ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://eosecoenergy.com/en/wp-content/uploads/2018/11/Final-TCCAC-Summary-Report-on-Collaboration-Research.pdf>

Feist, A., Plummer, R., Baird, J. et Mitchell, S.J. (2020). « Examining collaborative processes for climate change adaptation in New Brunswick, Canada ». *Environmental Management, 65*(5), 665–677. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s00267-020-01284-7>

Fenech, A. et Arnold, S. (2018). « Vulnerability of the Mi'kmaq Confederacy to Climate Change: A Synthesis Report ».

Fisher, G. (2011). « Municipal Climate Change Action Plan Guidebook. Canada-Nova Scotia Agreement on the Transfer of Federal Gas Tax Funds ». Ministère de Service Nouvelle-Écosse et Relations municipales, et le Secrétariat du Programme d'infrastructure Canada-Nouvelle Écosse. Consulté en juin 2021 sur le site <https://beta.novascotia.ca/documents/municipal-climate-change-action-plan-guidebook>

Forkes, J. et Penny, J. et Clean Air Partership (2010). « Mitigating Urban Heat in Canada »[livre électronique].Urban Heat Island Summit, Clean Air Partnership, Toronto, Ontario. Canada.

Forth, S. (2019). « Architecting the Competencies for Adaptation to Climate Change Open Competency Model ». Ibbaka. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.ibbaka.com/ibbaka-talent-blog/architecting-the-competencies-for-adaptation-to-climate-change-open-competency-model>

Foster, A.M.L, Anderson, M.R. et Couturier, C. (en préparation). « Interactions of Mussel (*Mytilus edulis*) Aquaculture and American Lobster (*Homarus americanus*) in Eastern Newfoundland ».

Foster, D. et Duinker, P.N. (2017). « The HRM urban forest in 2016 ». Université de Dalhousie, School for Resource and Environmental Studies, Halifax, Nouvelle-Écosse. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.itreetools.org/documents/319/FosterDuinker_2017_iTreeEcoForHalifax_Feb2017.pdf>

Fowler, S. (2018). « Floodwaters may have contaminated much of this season's fiddleheads ». CBC News. Consulté en mars 202 sur le site <https://www.cbc.ca/news/canada/new-brunswick/nb-flood-fiddleheads-unsafe-contaminated-1.4656021>

Francis, R. (2003). « The Mi'kmaq Nation and the Embodiment of Political Ideologies: N'kmaq, Protocol and Treaty Negotiations of the Eighteenth Century ». Thèse de maîtrise, Université de Saint Mary's. Consulté en juin 2021 sur le site <https://library2.smu.ca/handle/01/22721>

Gamperl, A.K., Ajiboye, O.O., Zanuzzo, F.S.,Sandrelli, R., Beemelmanns, A. et Peroni, E. (2020). « The impacts of elevated temperature and moderate hypoxia on the production characteristics, cardiac morphology and haematology of Atlantic salmon (*Salmo salar*) ». *Aquaculture, 519,* Article 734874. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734874>

Gamperl, A.K., Zrini Z.A. et Sandrelli R.M. (2021). « Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Cage-Site Distribution, Behaviour and Physiology During a Newfoundland Heat Wave ». *Frontiers in Physiology*. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.719594>

GeoNB (2021). Terres autochtones [catalogue de données]. Consulté en septembre 2021 sur le site <http://www.snb.ca/geonb1/f/dc/abor.asp>

Gerber, L., Clow, K. A. et Gamperl, A.K (2021). « Acclimation to warm temperatures has important implications for mitochondrial function in Atlantic salmon (Salmo salar) ». *Journal of Experimental Biology*, 224. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1242/jeb.236257>

Gerber, L., Clow, K. A., Mark, F. C., Gamperl, A.K. (2020). « Improved mitochondrial function in salmon (Salmo salar) following high temperature acclimation suggests that there are cracks in the proverbial 'ceiling' ». *Scientific Reports*, 10, article 21636. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.nature.com/articles/s41598-020-78519-4>

Gillingham, M.P., Halseth, G.R., Johnson, C.J. et Parkes, M.W. (2016). « The Integration Imperative: Cumulative Environmental, Community and Health Impacts of Multiple Natural Resource Developments ». Springer International Publishing, Suisse.

Gillis, C.-A. (2020). « Identifying Eel River Bar First Nation's Vulnerability to Sea Level Rise: A Two-Eyed Seeing Approach » [présentation webinaire]. Gespe'gewaqMi'gmaq Resource Council, et New Brunswick Environmental Council.

Gouvernement du Canada. (2019). Les résidents, les entreprises et l'environnement de la Nouvelle-Écosse seront mieux protégés contre les inondations côtières. Consulté en mai 2020 sur le site <https://www.canada.ca/fr/bureau-infrastructure/nouvelles/2019/04/les-residents-les-entreprises-et-lenvironnement-de-la-nouvelle-ecosse-seront-mieux-proteges-contre-les-inondations-cotieres.html>

Gouvernement du Canada (2020a). Fiches d'information sur les changements climatiques et la santé publique. Consulté en novembre 2020 sur le site <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/promotion-sante/sante-publique-environnementale-changements-climatiques/fiches-information-changements-climatiques-sante-publique-inondations.html>

Gouvernement du Canada (2020b). Déterminants sociaux de la santé et inégalités en santé. Consulté en mars 2020 sur le site <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/promotion-sante/sante-population/est-determine-sante.html>

Gouvernement du Nouveau-Brunswick (s.d.a). Érosion côtière. Consulté en septembre 2021 sur le site <https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/ministeres/egl/environnement/content/changements_climatiques/content/indicateurs_des_changements_climatiques/indicators/eau/erosion_cotiere.html>

Gouvernement du Nouveau-Brunswick (s.d.b). Barrage de la rivière Eel. Consulté en septembre 2021 sur le site <https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/ministeres/mti/projects/content/barrage_riviere_eel.html.>

Gouvernement du Nouveau-Brunswick (s.d.c.). Détails sur l'inondation - 2010-12-06 - 2010-12-07. Consulté en septembre 2021 sur le site <https://www.elgegl.gnb.ca/0001/fr/Inondation/D%C3%A9tails/324>

Gouvernement du Nouveau-Brunswick (s.d.d). Fonds en fiducie pour l'environnement. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/services/services_renderer.13136.Fonds_en_fiducie_pour_l_environnement.html>

Gouvernement du Nouveau-Brunswick (2014). Réduire les risques d'inondation au Nouveau-Brunswick. Province du Nouveau-Brunswick, Fredericton, Nouveau-Brunswick, Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/Flooding-Inondations/StrategieDeReductionDesRisquesDinondationDuNB.pdf>

Gouvernement du Nouveau-Brunswick (2016). La transition vers une économie à faibles émissions de carbone–Le plan d'action sur les changements climatiques du Nouveau-Brunswick. Province du Nouveau-Brunswick, Fredericton, Nouveau-Brunswick, Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/env/pdf/Climate-Climatiques/LaTransitionVersUneEconomieAFaiblesEmissionsDeCarbone.pdf>

Gouvernement du Nouveau- Brunswick. (2019). Niveau d'eau historiques. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/pa-ap/River_Watch/pdf/NiveauDeauHistoriques.pdf>

Gouvernement du Nouveau- Brunswick (2020). Le plan d'action sur les changements climatiques du Nouveau-Brunswick – Rapport d'étape 2020. Consulté en August 2021 sur le site <https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/ministeres/egl/environnement/content/changements_climatiques/content/progress_report.html>

Gouvernement de la Nouvelle-Écosse (s.d.). « GeoNova ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://geonova.novascotia.ca/>

Gouvernement de la Nouvelle-Écosse (2014). « Climate Adaptation Leadership Program ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://climatechange.novascotia.ca/what-ns-is-doing>

Gouvernement de la Nouvelle-Écosse (2017). « 2016 Census: Population Counts by Age ». Finance and Treasury Board, Economics and Statistics, Nouvelle-Écosse. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.novascotia.ca/finance/statistics/archive_news.asp?id=12801anddg=anddf=anddto=0anddti=3>

Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard (2016). « Industries provinciales ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.princeedwardisland.ca/fr/information/industries-provinciales>

Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard (2018). « A Climate Action Plan for Prince Edward Island 2018–2023 ». Gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard, Charlottetown, Île-du-Prince-Édouard. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.princeedwardisland.ca/sites/default/files/publications/climatechange2018_f8.pdf>

Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador (s.d.a.). «Climate data ». Consulté en juin 2019 sur le site <https://www.gov.nl.ca/mae/occ/climate-data/>

Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador (s.d.b). « Community Relocation – FAQ ». Department of Municipal Affairs and Environment, Terre-Neuve-et-Labrador. Consulté en juin 2020 sur le site <https://www.gov.nl.ca/mae/faq/faq-relocation/>

Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador (s.d.c). « Coastal Change in Newfoundland and Labrador ». Department of Municipal Affairs and Environment, Terre-Neuve-et-Labrador. Consulté en juin 2021 sur le site <https://gnl.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=7e08dc1738204c92a5bff19d640ee760>

Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador (2017). « The Economy 2017 ». Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador, St. John's, Terre-Neuve et Labrador, 72p. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.economics.gov.nl.ca/E2017/TheEconomy2017.pdf>

Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador (2019). « Aquaculture Policy and Procedures Manual ». Fisheries and Land Resources, Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador. Consulté en septembre 2021 sur le site < https://www.gov.nl.ca/ffa/files/licensing-pdf-aquaculture-policy-procedures-manual.pdf >

Gower, S., Mee, C. et Campell, M. (2011). « Protecting Vulnerable People from Extreme Impacts of Heat ». Toronto Public Health, Toronto, Ontario. Consulté en septembre 2021 sur le site <http://www.climateontario.ca/doc/ORAC_Products/TPH/Protecting%20Vulnerable%20People%20from%20Health%20Impacts%20of%20Extreme%20Heat.pdf>

Greenan, B.J.W., James, T.S., Loder, J.W., Pepin, P., Azetsu-Scott, K., Ianson, D., Hamme, R.C., Gilbert, D., Tremblay, J-E., Wang, X.L. et Perrie, W. (2019). Changements touchant les océans qui bordent le Canada, Chapitre 7 dans *Rapport sur le climat changeant du Canada*, E. Bush et D.S. Lemmen (éd.); gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 343–423. Consulté en juin 2021 sur le site <https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/chapitre/7-0/>

Guillemot, J. et Mayrand, E. (2012). Décider et agir : quels apports possibles pour une démarche d'accompagnement des collectivités côtiers face aux changements climatiques à Sainte-Marie-Saint-Raphaël et Shippagan (Nouveau-Brunswick) [présentation de conférence]. Conférence zone côtière Canada, Rimouski, Québec, Canada.

Guillemot, J., Mayrand, E., Gillet, J. et Aubé, M. (2014). La perception du risque et l'engagement dans des stratégies d'adaptation aux changements climatiques dans deux communautés côtières de la péninsule acadienne. *VertigO, 14*(2). Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.4000/vertigo.15164>

Guillemot, J. et Aubé, M. (2015). L'adaptation aux changements climatiques dans la Péninsule acadienne : rôles d'acteurs clés dans l'émergence d'un dialogue articulé à l'échelle régionale. *VertigO, Hors-série 23*. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.4000/vertigo.16664>

Gunn, A. (2019). « Atlantic Canada on path to sea level rise ». Saltwire Cape Breton, April 2, 2019. Consulté en septembre 2021 sur le site <https://www.saltwire.com/cape-breton/news/local/atlantic-canada-on-path-to-sea-level-rise-297339/>

Guo, X., Wang, Y, Xu, Z. et Yang, H. (2009). « Chromosome Set Manipulation in Shellfish » dans *New Technologies in Aquaculture: Improving Production Efficiency, Quality and Environmental Management, G.* Burnell et G. Allen (éd.), Woodhead Publishing Limited, Sawston, Royaume-Unis, 165–94.

Guyadeen, D., Thistlewaite, J. et Henstra, D. (2019). « Evaluating the quality of municipal climate change plans in Canada ». *Climate Change, 152*(1), 121–143. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2312-1>

Haines, A., Kovats, R.S., Campbell-Lendrum, D. et Corvalan, C. (2006). « Climate change and human health: impacts, vulnerability and public health ». *Public Health, 120*(7),585–596. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2006.01.002>

Halofsky, J.E., Andrews-Key, S.A., Edwards, J.E., Johnston, M.H., Nelson, H.W., Peterson, D.L., Schmitt, K.M., Swanston, C.W. et Williamson, T.B. (2018). « Adapting forest management to climate change: The state of science and applications in Canada and the United States ». *Forest Ecology and Management, 421*, 84–97. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.02.037>

Howell, C. (2020). Communication personnelle avec Catherine Howell, Gestionnaire du développement et de la planification, Ville de Mount Pearl, Terre-Neuve et Labrador, novembre 2020.

Hutchings, J.A., Côté, I.M., Dodson, J.J., Fleming, I.A., Jennings, S., Mantua, N.J., Peterman, R.M., Riddell, B.E. et Weaver, A.J. (2012). « Climate change, fisheries, and aquaculture: trends and consequences for Canadian marine biodiversity ». *Environmental Reviews, 20*, 220–311. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1139/a2012-011>

ICF (2018). « Best Practices and Resources on Climate Resilient Natural Infrastructure ». Préparé pour le Conseil canadien des ministres de l'environnement. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.preventionweb.net/publications/view/64196>

ICF (2021). « Prince Edward Island (PEI) Climate Change Risk Assessment » Préparé pour le Department of Environment, Energy and Climate Action, Gouvernement de l'Île-du-Prince-Edouard. Consulté en octobre 2021 sur le site <https://www.princeedwardisland.ca/sites/default/files/publications/pei_ccra_2021.pdf>

Institut de prévention des sinistres catastrophiques (2019). Gros plan sur la cartographie des inondations au Canada. Consulté en August 2021 sur le site <https://www.iclr.org/wp-content/uploads/2020/01/Cartographie-des-inondations-au-Canada.pdf>

Instituts de recherche en santé du Canada (2015). Plan stratégique de l'Institut de la santé des Autochtones des IRSC 2014-2018. Cat. No. MR4-41/2015F-PDF. Consulté en juin 2021 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2016/irsc-cihr/MR4-41-2015-fra.pdf>

Janowitz, M., Waburton, A. et Aitken, M. (2013). « A Climate Adaptation Strategy for Community Success: No Matter How the Future Unfolds. A Guide for Incorporating Socioeconomic Information into Municipal Climate Strategy Development Nova Scotia Environment/ACASA ».

Jardine, D. (2012). « Climate Change Vulnerability Assessment: Souris and Souris West, Prince Edward Island ». Département de l'environnement, du travail et de la justice de l'Île-du-Prince-Édouard. Consulté en juin 2021 sur le site <https://atlanticadaptation.ca/en/islandora/object/acasa%3A759>

Johnson, T. (2021). Communication personnelle avec Tom Johnson, Coordinateur des systèmes d'information géographique, Mi'gmawe'l Tplu'taqnn Inc., août 2021.

Julian, J. (2019). « Parts of N.S. coast could see increased flooding risks in 2050, says climate group ». CBC News. Consulté en novembre 2019 sur le site <https://www.cbc.ca/news/canada/nova-scotia/n-s-should-prepare-for-storms-in-2050-group-says-1.5349078>

Kassam, A. (2017). « Indigenous Canadians face a crisis as climate change eats away island home ». The Guardian. Consulté en mars 2020 sur le site <https://www.theguardian.com/world/2017/jan/18/canada-island-climate-change-sea-level-rise-lennox>

Kennedy, B. (2019). « There will be floods ». The Star, New Brunswick. Consulté en juin 2021 sur le site <https://projects.thestar.com/climate-change-canada/new-brunswick/>

Kenny, G.P., Yardley, J., Brown, C., Sigal, R.J. et Jay, O. (2010). « Heat stress in older individuals and patients with common chronic diseases ». *Canadian Medical Association Journal, 182*(10), 1053–1060. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1503/cmaj.081050>

Kong, H., Clements, J.C., Dupont, S., Wang, T., Huang, X., Shang, S., Huang, W., Chen, J., Hu, M. et Wang, Y. (2019). « Seawater acidification and temperature modulate anti-predator defenses in two co-existing *Mytilus* species ». *Marine Pollution Bulletin, 145,* 118–125. Consulté en juin 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.040>

Krawchenko, T., Keefe, J.,Manuel, P. et Rapaport, E. (2016). « Coastal climate change, vulnerability and age-friendly communities: Linking planning for climate change to the age friendly communities' agenda ». *Journal of Rural Studies, 44*, 55–62. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2015.12.013>

Laboratoire de recherche climatologique de l'Université de l'Île-du-Prince-Édouard (s.d.). « Coastal Impacts Visualization Environment ». Consulté en mai 2020 sur le site <http://projects.upei.ca/climate/clive/>.

Laboratoire de recherche climatologique de l'Université de l'Île-du-Prince-Édouard (2020). « CLIVE tool ». Consulté en mars 2020 sur le site <http://projects.upei.ca/climate/clive/>

Lamond, J.E., Joseph, R.D. et Proverbs, J. (2015). « An exploration of factors affecting the long term psychological impact and deterioration of mental health in flooded households ». *Environmental Research, 140*, 325–334. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.04.008>

Lantz, V., Trenholm, R., Wilson, J. et Richards, W. (2012). « Assessing market and non-market costs of freshwater flooding due to climate change in the community of Fredericton, Eastern Canada ». *Climatic Change 110*, 347–372. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0063-3>

Le Collaboratif sur l'infrastructure naturelle des maritimes (2017). Travailler avec la Nature. Consulté en mai 2020 sur le site <http://planwithnature.ca/fr/accueil/>

Lemmen, D.S. et Warren, F.J. (2016): Synthèse dans *Le littoral maritime du Canada face à l'évolution du climat*. D.S. Lemmen, F.J. Warren, T.S. James et C.S.L. Mercer Clarke (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, ON, p. 1–17. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2016/Coastal_Assessment_Synthesis_fr.pdf>

Lemmen, D.S., Warren, F.J., James, T.S. et Mercer Clarke, C.S.L. (éd.) (2016). Le littoral maritime du Canada face à l'évolution du climat. Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 286 p. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/climate-change/impacts-adaptations/le-littoral-maritime-du-canada-face-levolution-du-climat/18391>

Leeuwis, R.J.H., Nash, G.W., Sandrelli, R.M., Zanuzzo, F.S. et Gamperl A.K. (2019). « The environmental tolerances and metabolic physiology of sablefish (*Anoplopoma fimbria* ) ». *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology (Special Aquaculture Issue), 231, 140-148.* Consulté en octobre 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2019.02.004>

Lewis, J., Boudreau, C.R., Patterson, J.W., Bradet-Legris, J. et Lloyd, V.K. (2018) « Citizen Science and Community Engagement in Tick Surveillance—A Canadian Case Study ». *Healthcare*, *6*(1), 22. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3390/healthcare6010022>

Leys, V. (2020). Communication personnelle avec Vincent Leys, Ingénieur côtier principal, CBCL, Halifax, Nouvelle-Écosse, 20 mai 2020.

Lieske D.J. et Lloyd, V.K. (2018). « Combining public participatory surveillance and occupancy modelling to predict the distributional response of Ixodes scapularis to climate change ». *Ticks and Tick Borne Diseases, 9*(3), 695–706. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2018.01.018>

Lieske, D., Roness, L.A., Phillips, E. et Bornemann, J. (2014a). « Tantramar Community Adaptation Viewer Project ».Department of Geography and Environment, Université de Mount Allison. Consulté en juin 2021 sur le site <https://arcgis.mta.ca/toolkit/reports/FinalReport_TCAV_(Feb2014).pdf>

Lieske, D., Wade, T. et Roness, L.A. (2014b). « Climate change awareness and strategies for communicating the risk of coastal flooding A Canadian Maritime case example ». *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 140,* 83–94. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.04.017>

Lloyd, V.K. et Hawkins, R.G. (2018). « Under-Detection of Lyme Disease in Canada ». *Healthcare*, *6*(4), 125. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3390/healthcare6040125>

Lowen, B., Deibel, D., McKenzie, C.H., Couturier, C. et DiBacco, C. (2016). « Tolerance of early life-stages in *Ciona intestinalis* to bubble streams and suspended particles ». *Management of Biological Invasions, 7*(2), 157–165. Consulté en juin 2021 sur le site <http://dx.doi.org/10.3391/mbi.2016.7.2.03>

MacKinnon, B.-J. (2019). « Province pledges to look at flood mitigation for highways as Trans-Canada reopens near Jemseg ». CBC News. Consulté en mai 2020 sur le site <https://www.cbc.ca/news/canada/new-brunswick/trans-canada-highway-open-flood-jemseg-1.5118362>

MacLean, D. A., Taylor, A. R., Neily, P. D., Steenberg, J. W. N., Basquill, S. P., Quigley, E., Boone, C. K., Oikle, M., Bush, P. et Stewart, B. (2021). « Natural disturbance regimes for implementation of ecological forestry: a review and case study from Nova Scotia, Canada ». *Environmental Reviews*. Consulté en octobre 2021 sur le site <https://doi.org/10.1139/er-2021-0042>

Madore, M. (2020). Le rôle des représentations et des capitaux dans l'adaptation au changement climatique : le cas des communautés côtières et forestières acadiennes du Nouveau-Brunswick. Thèse de maîtrise en études de l'environnement. Faculté des études supérieures et de la recherche, Université de Moncton.

Manuel, P. Rapaport, E., Guernsey, J., Hooper, K. et Rahman, P. (2016a). « Adapting to heat stress in small rural towns: a case study of Middleton, Nova Scotia » [Présentation à la conférence]. Livable Cities Forum, Halifax, Nouvelle-Écosse, Canada.

Manuel, P., Rapaport, E., Bryce, D. et Kang, B.J. (2016b). « The First 10 Metres: Coastal flooding and social vulnerability of coastal populations in Nova Scotia » [Affiche de conference]. Assemblée Annuelle de l'Association Canadienne des Géographes, Halifax, Nouvelle-Écosse, Canada.

Manuel, P., Rapaport, E., Keefe, J. et Krawchenko, T. (2015). « Coastal climate change and aging communities in Atlantic Canada: A methodological overview of community asset and social vulnerability mapping ». *Canadian Geographer, 59*(4), 433–446. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/cag.12203>

Marlin A et Wooley-Berry D (2017) « Climate change adaptation planning and education in tantramar, New Brunswick ». Tantramar Climate Change Adaptation Collaborative, Sackville, New Brunswick. Consulté en juin 2021 sur le site <https://eosecoenergy.com/en/wp-content/uploads/2018/04/2017-TCCAC-Workshop-Report.pdf>

McPherson, M., García-García, A., Cuesta-Valero, F.J., Beltrami, H., Hansen-Ketchum, P., MacDougall D. et Ogden, N.H. (2017). « Expansion of the Lyme Disease Vector *Ixodes Scapularis* in Canada Inferred from CMIP5 Climate Projections ». *Environmental Health Perspectives, 125*(5). Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1289/EHP57>

Memorial University of Newfoundland (2021). « Building Resilience ». Consulté en septembre 2021 sur le site <https://gazette.mun.ca/research/building-resilience/>

Mercer, G. (2019). « Back-to-back historic floods in Atlantic Canada force a climate change reckoning ». The Narwahl. Consulté en juin 2021 sur le site <https://thenarwhal.ca/back-to-back-historic-floods-in-atlantic-canada-force-a-climate-reckoning/>

Mercer Clarke, C.S.L., Manuel, P. and Warren, F.J. (2016). Le défi côtier, Chapitre 3 dans *Le littoral maritime du Canada face à l'évolution du climat*; D.S. Lemmen, F.J. Warren, T.S. James et C.S.L. Mercer Clarke (éd.); gouvernement du Canada, Ottawa, ON, 69-98. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/climate-change/impacts-adaptations/le-littoral-maritime-du-canada-face-levolution-du-climat/18391>

Miedema, S. (2018). « Flood Risk Management in Halifax Regional Municipality » [Présentation d'atelier]. Canadian Coastal Resilience Forum, Halifax, Nouvelle-Écosse, Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <https://uwaterloo.ca/canadian-coastal-resilience/sites/ca.canadian-coastal-resilience/files/uploads/files/3_flood_risk_management_in_hrm_06112018.pdf>

Mi'gmawe'lTplu'taqnn Inc. (s.d.). « Mission Statement ». Consulté en octobre 2021 sur le site <https://www.migmawel.org/>

Mitchell, A. (2015). « As Sea Level Rises, These People Show Us How to Cope ». National Geographic. Consulté en juin 2021sur le site <https://news.nationalgeographic.com/2015/12/151214-lennox-island-canada-climate-change-erosion/>

Morin, S. (2019). « Flooding hits Fredericton and communities on St. John River. CBC News. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.cbc.ca/news/canada/new-brunswick/fredericton-maugerville-flood-1.5105885>

Municipalities Newfoundland and Labrador (2021). « Building Asset Management in Newfoundland and Labrador ». Consulté en septembre 2021 sur le site <https://municipalnl.ca/membership/projects/bam-nl/>

Murison, L. (2017). « Lack of Plankton, Climate Change and its Implications for Right Whales ». *NB Naturalist, 44*(3), 14–15. Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.naturenb.ca/wp-content/uploads/2017/12/Vol-44-No-3-Nov-2017-EN-low-res-web-1.pdf>

Nantel, P., Pellatt, M.G., Keenleyside, K. et Gray, P.A. (2014). Biodiversité et aires protégées, Chapitre 6 dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation,* F.J. Warren et D.S. Lemmen (éd.); Gouvernement du Canada, Ottawa, ON, 159–190. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/climate-change/impacts-adaptations/vivre-avec-les-changements-climatiques-au-canada-perspectives-des-secteurs-relatives-aux-impacts-et/16310>

National Oceanic and Atmospheric Administration (2015). « Guidance for Considering the Use of Living Shorelines ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.habitatblueprint.noaa.gov/wp-content/uploads/2018/01/NOAA-Guidance-for-Considering-the-Use-of-Living-Shorelines_2015.pdf>

Newfoundland and Labrador Department of Municipal Affairs and Environment (2019). « Flooding in Newfoundland and Labrador ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.gov.nl.ca/ecc/waterres/flooding/flooding/>

Noble, I.R., Huq, S.,Anokhin,Y.A.,Carmin, J.,Goudou, D., Lansigan, F.P., Osman-Elasha, B. et Villamizar, A. (2014). « Adaptation needs and options » Chapitre 14 dans *Changements climatiques 2014 – Conséquences, adaptation et vulnérabilité - Partie A : Aspects mondiaux et sectoriels*. *Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat,* C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, et L.L. White (éd.). Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, États-Unis, 833–868. Consulté en octobre 2021 sur le site <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap14_FINAL.pdf>

Noblet, M., Guillemot, J. et Chouinard, O. (2016). Rôle de l'action collective et du capital social dans les processus d'adaptation au changement climatique en zone côtière – Comparaison de deux études de cas au Nouveau-Brunswick (Canada). *Développement durable et territoires*, *7*(2). Consulté en février 2019 sur le site <http://dx.doi.org/10.4000/developpementdurable.11297>

Nova Scotia Federation of Agriculture (2020). « Risk Proofing Nova Scotia Agriculture: A Risk Assessment System Pilot ». AgriRisk. Consulté en juin 2021 sur le site <https://nsfa-fane.ca/projects/agririsk/>

Nova Scotia Business Inc. (2020). « Do Business in Nova Scotia ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.novascotiabusiness.com/business>

Nova Scotia Environment et Ecology Action Centre (2014). « Visualizing Coastal Erosion and Sea-level Rise: Integrating art and design within a community engagement process ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://climatechange.novascotia.ca/sites/default/files/uploads/2013-2014_EAC.pdf>

Nova Scotia Legislature (s.d.). « Coastal Protection Act - Bill 106 ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://nslegislature.ca/legislative-business/bills-statutes/bills/assembly-63-session-2/bill-106>

Ochuodho, T., Lantz, V.,Loyd-Smith, P. et Benitez, P. (2012). « Economic impacts of climate change and adaptation in Canadian forests: a CGE modeling analysis ». *Forest Policy and Economics*, *25*, 100–112. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2012.08.007>

Ochuodho, T. et Lantz, V. (2015). « Economic impacts of climate change on agricultural crops in Canada by 2051: A global multi-regional CGE model analysis ». *Environmental Economics, 6*(1), 113–125.

Ogden, N. H. (2017). « Climate change and vector-borne diseases of public health significance ». *FEMS Microbiology Letters, 364*(19). Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1093/femsle/fnx186>

Ohl, C.A. et Tapsell, S. (2000). « Flooding and human health ». *The BMJ, 321*, 1167–1186. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1136/bmj.321.7270.1167>

Organisation de coopération et de développement économique [OCDE] (2019). Hausse du niveau des mers: Les approaches des pays de l'OCDE face aux risques côtiers. Publications OCDE, Paris. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1787/9789264312999-fr>

Organisation internationale de normalisation [ISO] (2015). Plateforme de consultation en ligne, Exploitation de pisciculture marine – Cages à filets ouverts – Opération et conception. Consulté en mai 2020 sur le site <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:16488:ed-1:v1:en>

Organisation internationale de normalisation [ISO] (2020). ISO 16488:2015 – Exploitations de pisciculture marine – Cages à files ouverts – Opération et conception. Consulté en septembre 2021 sur le site <https://www.iso.org/standard/56852.html>

Ostrom, E. (2008). « Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action (22nd printing) », Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni.

Parkes, M.W., Harmsworth, G., Bunch, M., Emmons, S. et Brook, M. (2016). « Integrative approaches to environment, community and health: Innovations and connections across local, Indigenous and geospatial knowledge ». EcoHealth in Action Webalogue Series. Consulté en juin 2021 sur le site <https://ecohealthkta.net/integrative-approaches-webalogue/>

Parnham, H., Arnold, S. et Fenech, A. (éd.) (2015). « Using cost benefit analysis to evaluate climate change adaptation options in Atlantic Canada ». Rapport soumis à la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques, Ressources naturelles Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <http://atlanticadaptation.ca/en/islandora/object/acasa%3A779>

Peltier, C. (2018). « An Application of Two-Eyed Seeing: Indigenous Research Methods With Participatory Action Research ». *International Journal of Qualitative Methods, 17*, 1–12. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1177/1609406918812346>

Plummer, R., Baird, J., Dzyundzyak, A., Armitage, D., Bodin, Ö. et Schultz, L. (2017). « Is adaptive co-management delivering? Examining relationships between collaboration, learning and outcomes in UNESCO biosphere reserves ». *Ecological Economics, 140*(2017), 79–88. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.04.028>

Power, L.A. (2019). « Little Bay Island gets $10M to cover resettlement tab ». CBC News. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.cbc.ca/news/canada/newfoundland-labrador/little-bay-islands-resettlement-money-approved-1.5103438>

Prainsack, B. et Buyx, A. (2016). « Thinking ethical and regulatory frameworks in medicine from the perspective of solidarity on both sides of the Atlantic ». *Theoretical Medicine and Bioethics*, *37*(6), 489–501. Consulté en juin 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s11017-016-9390-8>

Prairie Climate Centre (2019a). Indian Island - Adaptation à l'élévation du niveau de la mer. Atlas Climatique du Canada (version 2, July 10, 2019). Consulté en mars 2020 sur le site <https://atlasclimatique.ca/video/indian-island-new-brunswick>.

Prairie Climate Centre (2019b). Changement Climatique et les Villes. Atlas climatique du Canada (version 2, July 10, 2019). Consulté en mars 2020 sur le site <https://atlasclimatique.ca/sujet/villes>.

Première nation Indian Island (2015). « Indian Island Development Corporation ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://indianisland.ca/about-us/indian-island-development-corporation/>

Preston, B.L., Yuen, E.J. et Westaway, R.M. (2011). « Putting vulnerability to climate change on the map: a review of approaches, benefits, and risks ». *Sustainability Science, 6*(2), 177–202. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0129-1>

Projet Adaptation PA (s.d.). Le climat change et affecte nos vies : Nous devons nous y adapter dès maintenant. Consulté en mai 2020 sur le site <https://adaptationpa.ca/fr/>

Radio-Canada (2017). Crise du verglas : 6,7 millions $ déboursés jusqu'ici par le gouvernement du N.-B. Consulté en août 2017 sur le site <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1052216/crise-du-verglas-6-7-millions-debourses-jusquici-par-le-gouvernement-du-n-b>

Radio-Canada (2019a). Attention à l'eau des inondations, avisent les autorités. Radio-Canada. Consulté en mai 2019 sur le site <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1167123/inondations-nouveau-brunswick-2019>

Radio-Canada. (2019b). Inondations printanières 2018 au Nouveau-Brunswick. Radio-Canada. Consulté en septembre 2021 sur le site <https://ici.radio-canada.ca/dossier/698952/inondations-printanieres-nouveau-brunswick-2018>

Rahman, H.M.T., Sherren, K. et van Proosdij, D. (2019). « Institutional Innovation for Nature-Based Coastal Adaptation: Lessons from Salt Marsh Restoration in Nova Scotia, Canada ». *Sustainability 11*(23), 6735. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3390/su11236735>

Rapaport, E., Starkman, S., et Towns, W. (2017). Canada Atlantique, Chapitre 8 dans *Risques climatiques et pratiques en matière d'adaptation pour le secteur canadien des transports 2016*, K. Palko et D.S. Lemmen (éd.); Gouvernement du Canada, Ottawa, ON, 218–262. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/climate-change/impacts-adaptations/risques-climatiques-et-pratiques-en-matiere-dadaptation-pour-le-secteur-canadien-des-transports-2016/19630>

Reid, A.J., Eckert, L.E., Lane, J.-F.,Young, N.,Hinch, S.G.,Darimont, C.T., Cooke, S.J., Ban, N.C. et Marshall, A. (2020). « "Two-Eyed Seeing": An Indigenous framework to transform fisheries research and management ». *Fish and Fisheries, 22*(2), 243–261. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/faf.12516>

Reid, G. K., Gurney-Smith, H.J., Marcogliese, D.J., Knowler, D., Benfey, T., Garber, A.F., Forster, I., Chopin, T., Brewer-Dalton, K., Moccia, R.D., Flaherty, M., Smith, C.T. et De Silva, S. (2019a). « Climate change and aquaculture: considering biological response and resources ». *Aquatic Environment Interactions, 11*, 569–602. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3354/aei00332>

Reid, G.K., Gurney-Smith, H.J., Flaherty, M., Garber, A.F., Forster, I., Brewer-Dalton, K., Knowler, D., Marcogliese, D.J., Chopin, T., Moccia, R.D., Smith, C.T. et De Silva, S. (2019b). « Climate change and aquaculture: considering adaptation potential ». *Aquatic Environment Interactions, 11*, 603–624. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3354/aei00333>

Réseau de santé vitalité (2017). En route vers la modernisation et la transformation du système de santé Plan stratégique 2017-2020. Consulté en février 2019 sur le site <http://www.vitalitenb.ca/sites/default/files/documents/vitalite_planstrategique2017-2020.pdf>

Réseau environnemental du Nouveau-Brunswick (2019). Protéger, Accommoder, Retirer? S'Adapter aux changements climatiques au Nouveau-Brunswick [Rapport d'atelier]. Conférence annuelle du collectif sur l'adaptation aux changements climatiques. Consulté en juin 2021 sur le site <https://nben.ca/fr/adaptations-a-changement-climatiques-documents.html?download=5509:proteger-accommoder-retirer-s-adapter-aux-changements-climatiques-au-nb-rapport-de-conference-zaheera-denath-nben-20-fevrier-2019>

Réseau environnemental du Nouveau-Brunswick (2018a). Journée d'apprentissage au sujet de l'infrastructure naturelle: Rapport de l'atelier sur l'érosion et les inondations en terres intérieures. Consulté en juin 2021 sur le site <https://nben.ca/fr/adaptations-a-changement-climatiques-documents.html?download=5314:journee-d-apprentissage-au-sujet-de-l-infrastructure-naturelle-rapport-de-l-atelier-sur-l-erosion-et-les-inondations-en-terres-interieures-adam-cheeseman-nature-nb-29-octobre-2018>

Réseau environnemental du Nouveau-Brunswick (2018b). Collectif sur l'adaptation aux changements climatiques. Consulté en juin 2021 sur le site <https://nben.ca/fr/groupes-en-action/adaptation-aux-changements-climatiques.html>

Réseau environnemental du Nouveau-Brunswick et Nature NB (2020). Communauté de Pratique sur l'adaptation aux changements climatique naturelle et basée sur la nature. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.naturalinfrastructurenb.ca/fr/>

Ressources naturelles Canada. (2021). Programme Renforcer la capacité et l'expertise régionales en matière d'adaptation (RCERA). Consulté en septembre 2021 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/changements-climatiques/impacts-adaptation/programme-renforcer-la-capacite-et-lexpertise-regionales-en-matiere-dadaptation-rcera/21325>

Rezaee, S., Pelot, R. et Finnis, J. (2016). « The effect of extratropical cyclone weather conditions on fishing vessel incidents' severity level in Atlantic Canada ». *Safety Science, 85*, 33–40. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.12.006>

Rice, J.C. et Garcia, S.M. (2011). « Fisheries, food security, climate change, and biodiversity: Characteristics of the sector and perspectives on emerging issues ». *ICES Journal of Marine Science, 68*, 1343–1353. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsr041>

Richards, W. et Daigle, R. (2011). « Scenarios and Guidance for Adaptation to Climate Change and Sea Level Rise » [présentation à la conference]. Climate Change: Getting Ready Conference, Halifax, Nouvelle-Écosse, Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <https://atlanticadaptation.ca/en/islandora/object/acasa%3A660>

Rideau Region Conservation Authority [RVCA] (2011). « Solutions for Shoreline Erosion : A basic Guide to Bioengineering ». Consulté en septembre 2021 sur le site <https://www.rvca.ca/media/k2/attachments/SolutionsforShorelineErosion_PDF_EN1.pdf>

Roberts, J., Pryse-Phillips, A. et Snelgrove, K. (2012). « Modeling the potential impacts of climate change on a small watershed in Labrador, Canada ». *Canadian Water Resources Journal, 37*(3), 231–251. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.4296/cwrj2011-923>

Ross, J. (2017). « 'Rebel' of New Brunswick national park fights for expropriated land on borrowed time ». The Globe and Mail. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.theglobeandmail.com/news/national/new-brunswick-jackie-vautour-rebel-of-kouchibouguac/article36935351/>

Roy, P. et Huard, D. (2016). « Future Climate Scenarios - Province of New Brunswick ». Ouranos. Consulté en juin 2021 sur le site <http://142.139.25.105/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=39909>

Russell, N. (2018). « P.E.I. farmers try new ways of improving soil quality ». CBC News. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.cbc.ca/news/canada/prince-edward-island/pei-soil-improvement-ramsays-1.4764848>

Savard, J.P., van Proosdij, D. et O'Carroll, S. (2016). Perspectives relatives à la région de la côte est du Canada, Chapitre 4 dans *Le littoral maritime du Canada face à l'évolution du climat*, D.S. Lemmen, F.J. Warren, T.S. James, et C.S.L. Mercer Clarke (éd.); gouvernement du Canada, Ottawa, ON, 99-152. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/climate-change/impacts-adaptations/le-littoral-maritime-du-canada-face-levolution-du-climat/18391>

Searls, T., Zhu, X., McKenney, D. W., Mazumder, R., Steenberg, J., Yan, G., & Meng, F. R. (2021). « Assessing the influence of climate on the growth rate of boreal tree species in northeastern Canada through long-term permanent sample plot data sets ». Canadian Journal of Forest Research, 51(7), 1039-1049.

Services aux Autochtones Canada (2020). Les inondations dans les communautés des Premières Nations. Consulté en décembre 2020 sur le site <https://www.sac-isc.gc.ca/fra/1397740805675/1535120329798>

Shaw, J., Taylor, R.B., Forbes, D.L., Solomon, S. et Ruz, M.-H. (1998). « Sensitivity of the coasts of Canada to sea-level rise ». Geological Survey of Canada Bulletin, 505, 79 p.

Sherren, K., Bowron, T., Graham, J.M., Rahman, H.M.T. et van Proosdij, D. (2019). Réalignement d'infrastructures côtières et restauration d'un marais salé en Nouvelle-Écosse (Canada); Chapitre 5 dans *Hausse du niveau des mers: Les approches des pays de l'OCDE face aux risques côtiers*, 115–141. Les Éditions de l'OCDE, Paris, France. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1787/e3379b78-fr>

Signer, K., Reeder, K. et Killorn, D. (2014). « Community Vulnerability Assessment of Climate Change and Variability Impacts in Charlotte County, New Brunswick. St. Croix Estuary Project Inc. and Eastern Charlotte Waterways Inc. ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://swnbclimate.ca/wp-content/uploads/2020/05/ECW_CCCVA_Final_2014.pdf>

Statistique Canada (2011). Enquête nationale auprès des ménages de 2011 : Tableaux de données. Consulté en mai 2020 sur le site <https://www12.statcan.gc.ca/nhs-enm/2011/dp-pd/dt-td/Index-fra.cfm>

Statistique Canada (2015a). Population totale, observée (2013) et projetée (2038) selon sept scenarios -Tableau 3.1. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/91-520-x/2014001/tbl/tbl3.1-fra.htm>

Statistique Canada (2015b). Un Canada de plus en plus urbain. Mégatendances canadiennes, Statistique Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-630-x/11-630-x2015004-fra.htm>

Statistique Canada (2016). Profil du recensement, Recensement de 2016, Middleton, Nouvelle-Écosse. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/details/page.cfm?Lang=F&Geo1=POPC&Code1=0530&Geo2=PR&Code2=12&SearchText=Middleton&SearchType=Begins&SearchPR=01&B1=All&GeoLevel=PR&GeoCode=0530&TABID=1&type=0>

Statistique Canada (2017). Les peoples autochtones au Canada: faits saillants du Recensement de 2016. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/171025/dq171025a-fra.htm>

Statistique Canada (2019a). Statistiques du revenue selon certains types de familles, 2016 et 2017. Consulté en mai 2019 sur le site <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/190226/t001b-fra.htm>

Statistique Canada (2019b). Tableau: 17-10-0005-01. Estimations de la population au 1er juillet par âge et sexe. Consulté en mars 2019 sur le site <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/cv.action?pid=1710000501&request_locale=fr>

Statistique Canada (2019c). Tableau: 17-10-0057-01. Population projetée, selon le scenario de projection, l'âge et le sexe, au 1er juillet (x 1 000). Consulté en mars 2019 from <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/cv.action?pid=1710005701&request_locale=fr>

Statistique Canada (2019d). Tableau: 32-10-0012-01. Nombre de personnes dans la population totale et la population agricole pour les régions rurales et les centres de population classées selon sexe et l'âge. Consulté en mars 2019 sur le site <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/cv.action?pid=3210001201&request_locale=fr>

Statistique Canada (2019e). Enquête canadienne sur le revenu, 2017. Consulté en mai 2020 sur le site <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/190226/dq190226b-fra.htm>

Statistique Canada (2020a). Tableau 14-10-0091-01. Emploi selon l'industrie, moyennes mobiles de trois mois, données non désaisonnalisées, provinces et régions économiques, inactif (x 1 000). Consulté en mai 2020 sur le site <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1410009101&request_locale=fr>

Statistique Canada (2020b). Tableau 14-10-0287-03. Caractéristiques de la population active selon la province, données mensuelles désaisonnalisées. Consulté en décembre 2019 sur le site <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1410028703&request_locale=fr>

Statistique Canada (2021). Tableau 32-10-0107-01. La production et la valeur de l'aquaculture. Consulté en janvier 2021 sur le site < https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3210010701&request_locale=fr>

Steenberg, J.W.N., Duinker, P.N. et Bush, P.G. (2011). « Exploring adaptation to climate change in the forests of central Nova Scotia, Canada ». *Forest Ecology and Management, 262*(12), 2316–2327. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.08.027>

Steenberg, J.W.N., Duinker, P.N. et Charles, J.D. (2013). « The neighbourhood approach to urban forest management: The case of Halifax, Canada ». *Landscape and Urban Planning, 117*, 135–144. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.04.003>

Steenberg, J. W., Duinker, P. N. et Bush, P. G. (2013). « Modelling the effects of climate change and timber harvest on the forests of central Nova Scotia, Canada ». *Annals of forest science, 70*(1), 61-73.

Steenberg, J. (2020). Communication personnelle. Gouvernement de la Nouvelle-Écosse, Halifax, Nouvelle-Écosse, mai 2020.

Steenberg, J. (2021). Communication personnelle avec James Steenberg, Analyste des ressources, Department of Lands and Forestry, Gouvernement de la Nouvelle-Écosse, Halifax, Nouvelle Écosse, mars 2021.

Stockwell, C.L., Filgueira, R. et Grant, J. (2021). « Determining the Effects of Environmental Events on Cultured Atlantic Salmon Behaviour Using 3-Dimensional Acoustic Telemetry ». *Frontiers in Animal Science*. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3389/fanim.2021.701813>

Stricker, R.B. et Johnson, L. (2014). « Lyme disease: call for a "Manhattan Project" to combat the epidemic ». *PLoS Pathogens,10*(1), article e1003796. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1003796>

Taylor, A. R., MacLean, D. A., Neily, P. D., Stewart, B., Quigley, E., Basquill, S. P., Boone, C. K., Gilby, D. et Pulsifer, M. (2020). « A review of natural disturbances to inform implementation of ecological forestry in Nova Scotia, Canada ». *Environmental Reviews, 28*(4), 387-414. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1139/er-2020-0015>

Taylor, A.R., Boulanger, Y., Price, D.T., Cyr, D., McGarrigle, E., Rammer, W. et Kershaw Jr, J.A. (2017). « Rapid 21st century climate change projected to shift composition and growth of Canada's Acadian Forest Region ». *Forest Ecology and Management, 405*, 284–294. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.07.033>

Taylor, A. (2021). « Climate change and wood supply: Maritime Provinces of Canada » [Présentation webinaire]. Groupe de travail du Conseil canadien des ministres des forêts (CCMF) et la Communauté de pratique de l'adaptation au changement climatique. Consulté en octobre 2021 sur le site <https://www.researchgate.net/publication/350568005_Climate_change_and_wood_supply_Maritime_Provinces_of_Canada>

Thiffault, N., Raymond, P., Lussier, J. M., Aubin, I., Royer-Tardif, S., D'Amato, A. W., Doyon, F., Lafleur, B., Perron, M., Bousquet, J., Isabel, N., Carles, S., Lupien, P. et Malenfant, A. (2021). « Adaptive Silviculture for Climate Change: From Concepts to Reality Report on a symposium held at Carrefour Forêts 2019 ». *The Forestry Chronicle, 97*(1), 13-27. Consulté en octobre 2021 sur le site <https://doi.org/10.5558/tfc2021-004>

Town of Paradise. (2016). « Imagine Paradise. Town of Paradise Municipal Plan 2016 ». Consulté en mai 2020 sur le site <https://www.paradise.ca/en/town-hall/resources/Municipal-Plan/Municipal-Plan-Final/Town-of-Paradise-Municipal-Plan.pdf>

TransCoastal Adaptations (s.d.). « Centre for Nature-Based Solutions ». Consulté en mai 2020 sur le site <www.transcoastaladaptations.ca>

van Proosdij, D. et Page, S. (2012). « Best Management Practices for Climate Change Adaptation in Dykelands: Recommendations for Fundy ACAS sites ». Rapport final soumis à Solutions d'adaptation aux changements climatiques pour l'Atlantique (ACASA), 151 p. Consulté en juin 2021 sur le site <https://atlanticadaptation.ca/fr/islandora/object/acasa%253A279>

van Proosdij D., MacIsaac, B., Christian, M., et Poirier, E. (2016). « Adapting To Climate Change In Coastal Communities of the Atlantic Provinces, Canada: Land Use Planning and Engineering and Natural Approaches. Part 1 – Guidance for selecting adaptation options » dans *No. AP291: Coastal Adaptation Guidance – Developing a Decision Key on Planning and Engineering Guidance for the Selection of Sustainable Coastal Adaptation Strategies*. Préparé pour Solutions d'adaptation aux changements climatiques pour l'Atlantique (ACASA). Consulté en juin 2021 sur le site <https://atlanticadaptation.ca/en/islandora/object/acasa%3A786>

van Proosdij, D., Graham, J., Bowron, T., Neatt, N., MacIsaac, B. et Wrathall, C. (2014). « Development & Application of Guidelines for Managed Realignment to Maximize Adaptive Capacity & Ecosystem Services ». Rapport final préparé pour l'initiative du golfe du Maine, Environnement Canada, 101 p. Consulté en juin 2021 sur le site <https://jijuktukwejkwatershedalliance.files.wordpress.com/2016/03/dyke-realignment-final-report-2014_cbwes-and-smu-1.pdf>

van Proosdij, D., Ross, C. et Matheson, G. (2018). « Risk Proofing Nova Scotia Agriculture: Nova Scotia Dyke Vulnerability Assessment ». Rapport final soumis à Nova Scotia Federation of Agriculture, 51 p. Consulté en juin 2021 sur le site <https://nsfa-fane.ca/wp-content/uploads/2018/08/Nova-Scotia-Dyke-Vulnerability-Assessment.pdf>

van Proosdij, D. (2021). Communication personnelle avec Danika van Proosdij, professeur, Geography and Environmental Studies, Université St. Mary's, Halifax, Nouvelle-Écosse, août 2021.

Vasseur, L. et Catto, N. (2008). Canada atlantique; Chapitre 4 dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada*, D.S. Lemmen, F.J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (éd.); gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, p. 119–170. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/climate-change/impacts-adaptations/what-adaptation/vivre-avec-les-changements-climatiques-au-canada/10254>

Vogel, B.A. (2015). « Adapting to Climate Change: The Case of Multi-level Governance and Municipal Adaptation Planning in Nova Scotia, Canada ». Dissertation de doctorat, Université Western de l'Ontario. Consulté en juin 2021 sur le site <https://ir.lib.uwo.ca/etd/3674>

Vuik, V. Jonkma, S.N., Botsje, D.W., et Suzuki, T. (2016). « Nature-based flood protection: The efficiency of vegetated foreshores for reducing wave loads on coastal dikes ». *Coastal Engineering, 116*, 42–56. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2016.06.001>

Wagner, J. (2017). Analyse de la tempête de verglas – Nouveau-Brunswick – janvier 2017. Gouvernement du Nouveau-Brunswick, 191 p. Consulté en décembre 2018 sur le site <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/eco-bce/Promo/ice_storm_meetings/PDFs/ice_storm_review-f.pdf>

Wall, E. et Smit, B. (2005). « Climate change adaptation in light of sustainable agriculture ». *Journal of Sustainable Agriculture*, *27*, 113–123.Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1300/J064v27n01_07>

Watton, E.C. (2016). « Coastal geomorphology, processes and erosion at the tourist destination of Ferryland, Newfoundland and Labrador ». Thèse de maîtrise, Université Memorial. Consulté en septembre 2021 sur le site <https://research.library.mun.ca/12076/>

Webb, J.C., Mergler, D., Parkes, M.W., Saint-Charles, J., Spiegel, J., Waltner-Toews, D., Yassim, A. et Woollard, R.F. (2010). « Tools for thoughtful action: the role of ecosystem approaches to health in enhancing public health ». *Canadian Journal of Public Health/Revue Canadienne de Santé Publique*, *101*(6), 439–441. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/bf03403959>

Weissenberger, S. et Chouinard, O. (éd.) (2015). « Adaptation to Climate Change and Sea Level Rise: The Case Study of Coastal Communities in New Brunswick, Canada ». Springer Briefs in Environmental Science, New York, New York, États Unis 100 p. Consulté en octobre 2021 sur le site <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-017-9888-4>

Wikipedia (2020). « Acadian Peninsula ». Consulté en mai 2020 sur le site <https://en.wikipedia.org/wiki/Acadian_Peninsula>

Woodhall-Melnik, J. et C. Grogan. 2019. « Perceptions of mental health and wellbeing following residential displacement and damage from the 2018 St. John River Flood ». *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(21), 4174. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3390/ijerph16214174>

Wollenburg, J, Ollerhead, O. et Chmura, G. (2018). « Rapid carbon accumulation following managed realignment in the Bay of Fundy ». *PLoSONE 13*(3), article e0193930. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193930>

Zanuzzo, F.S., Beemelmanns, A., Hall, J.R., Rise, M.L.et Gamperl, A.K. (2020). « The innate immune response of Atlantic salmon (*Salmo salar*) is not negatively affected by high temperature and moderate hypoxia ». *Frontiers in Immunology, 11*, 1009. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.01009>

Zanuzzo, F.S., Peroni, E.F.C., Sandrelli, R.M., St-Hilaire, S., O'Brien, N. et Gamperl, A.K. (2022). « Temperature has considerable effects on plasma and muscle antibiotic concentrations in Atlantic salmon (Salmo salar) ». Aquaculture, 546, article 737372. Consulté en octobre 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737372>

Zanuzzo, F.S., Sandrelli, R.M., Peroni, E.F.C., Hall, J.R., Rise, M.L. et Gamperl A.K. (Soumis). « Atlantic salmon (*Salmo salar*) bacterial and viral innate immune responses are not impaired by antibiotics ». *Fish and Shellfish Immunology*.

Zhai, L., Greenan, B.J.W., Hunter, J., James, T.S., Han, G. MacAulay, P. et Henton, J.A. (2015). « Estimating sea-level allowances for Atlantic Canada using the fifth Assessment Report of the IPCC ». *Atmosphere-Ocean,53*(5), 476–490. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1080/07055900.2015.1106401>

Zhang, X., Flato, G., Kirchmeier-Young, M., Vincent, L., Wan, H., Wang, X., Rong, R., Fyfe, J., Li, G. et Kharin, V.V. (2019). Les changements de température et de précipitations au Canada, Chapitre 4 dans *Rapport sur le climat changeant du Canada*, E. Bush, et D.S. Lemmen (éd.); gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 112–193. Consulté en juin 2020 sur le site <https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/chapitre/4-0/>



CHAPITRE 2

# Québec

RAPPORT SUR LES PERSPECTIVES RÉGIONALES

Gouvernement du Canada
Government of Canada

Canada

## Auteur coordonnateur principal

Angelica Alberti-Dufort, M. Ing., Ouranos

## Auteurs principaux

Valérie Bourduas Crouhen, Caisse de dépôt et placement du Québec (précédemment Ouranos)

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

Rebecca Hennigs, Chaire Littoral, Université Laval (précédemment Ouranos)

Simon Legault, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (précédemment Ouranos)

Julie Cunningham, Ph. D., Institut national de santé publique du Québec (précédemment Ouranos)

Sous la direction de Caroline Larrivée, Ouranos

## Collaborateurs

Hélène Côté (Ouranos)

Pierre Gosselin, M.D. (Institut national de santé publique du Québec)

Nathalie Bleau (Ouranos)

Chantal Quintin (Ouranos)

Richard Turcotte, Ph. D. (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques)

Alexandrine Bisaillon (Ouranos)

Robert Siron, Ph. D. (Ouranos)

Anne Blondlot (Ouranos)

Jacinthe Clavet-Gaumont (Hydro-Québec)

Daniel Houle, Ph. D. (Université du Québec à Montréal)

Émilie Bresson, Ph. D. (Ouranos)

Stéphanie Bleau (Ouranos)

## Citation recommandée

Alberti-Dufort, A., Bourduas Crouhen, V., Demers-Bouffard, D., Hennigs, R., Legault, S., Cunningham, J., Larrivée, C. et Ouranos. (2022). Québec; Chapitre 2 dans *Le Canada dans un climat en changement* : Le rapport sur les Perspectives régionales, (éd.) F.J. Warren, N. Lulham, D.L. Dupuis et D.S. Lemmen; Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario).

# Table des matières

Messages clés 105

2.1.1 Introduction 107

2.1.2 Contexte 107

2.1.3 Le climat changeant du Québec 109

2.1.4 Aperçu des impacts des changements climatiques 111

2.2 Les facteurs de vulnérabilité accroissent les risques pour la santé liés aux changements climatiques 112

2.2.1 Introduction 113

2.2.2 Mobilité et santé physique 113

2.2.3 Santé mentale 114

2.2.4 Défavorisation matérielle et sociale 114

2.2.5 Genre 115

2.2.6 Travail extérieur et professionnels d'urgence 116

2.2.7 Perception malavisée des risques 117

2.2.8 Mesures d'adaptation 118

2.3 Les changement climatiques posent des risques importants pour les populations autochtones et leur environnement 119

2.3.1 Introduction 120

2.3.2 Accès au territoire, mobilité et sécurité des populations 122

2.3.3 Dégel du pergélisol et aménagement du territoire 123

2.3.4 Sécurité alimentaire 124

Étude de cas 2.1 : La Table ronde autochtone du caribou de la péninsule d'Ungava 124

2.3.5 Maintien de l'intégrité culturelle et des connaissances autochtones 128

2.4 Les milieux urbains font face à des aléas climatiques croissants 129

2.4.1 Introduction 129

2.4.2 Épisodes de chaleur extrême 129

2.4.3 Gestion des eaux pluviales en milieu urbain 131

2.4.4 Enjeux relatifs aux infrastructures 132
2.4.5 Mesures d'adaptation 133
2.5 Les zones côtières de l'est du Québec sont de plus en plus menacées par des aléas climatiques 137
2.5.1 Introduction 137
2.5.2 Réduction du couvert de glace 138
2.5.3 Hausse du niveau marin, érosion et submersion 139
2.5.4 Impacts sur les infrastructures, les populations et les écosystèmes côtiers de l'est du Québec 140
2.5.5 Mesures d'adaptation 142
Étude de cas 2.3 : Projet de protection et de réhabilitation du littoral de l'Anse du Sud de Percé, QC 143
2.6 Les changements climatiques affectent les régimes hydriques, la disponibilité et la qualité de l'eau 144
2.6.1 Introduction 145
2.6.2 Inondations 146
2.6.3 Disponibilité et qualité de l'eau 146
2.6.4 Fleuve Saint-Laurent 147
2.6.5 Mesures d'adaptation 147
Étude de cas 2.4 : Expérimentation de la gouvernance en adaptation aux inondations dans la municipalité de Saint-Raymond, QC 150
2.7 Les services écosystémiques jouent un rôle important dans l'adaptation 152
2.7.1 Introduction 152
2.7.2 Déplacement et contraction des aires de distribution et des niches bioclimatiques 152
2.7.3 Altération du cycle de vie des espèces 154
2.7.4 Émergence et prolifération d'espèces envahissantes 155
2.7.5 Détérioration des écosystèmes et des services écologiques 156
2.7.6 Mesures d'adaptation 157
2.8 Les secteurs agricoles et des pêches observeront des gains et des pertes 158
2.8.1 Introduction 159
2.8.2 Agriculture 159

2.8.3 Pêches et aquaculture 164

2.9 Les secteurs de l'énergie, de la foresterie et de l'exploitation minière seront particulièrement affectés par les changements climatiques 166

2.9.1 Introduction 166

2.9.2 Énergie 166

2.9.3 Foresterie 170

Étude de cas 2.5 : L'impact des changements climatiques sur la production du sirop d'érable au Québec 173

2.9.4 Exploitation minière 173

2.10 Le tourisme et les secteurs financiers ressentent les impacts des changements climatiques 175

2.10.1 Introduction 175

2.10.2 Industrie touristique 176

2.10.3 Secteur des assurances 177

2.10.4 Secteur des finances 178

2.11 Aller de l'avant 179

2.11.1 Besoins de recherche 179

2.11.2 Nouveaux enjeux 183

2.12 Conclusion 185

2.13 Références 187

# Messages clés

## Les facteurs de vulnérabilité accroissent les risques pour la santé liés aux changements climatiques (voir la section 2.2)

Les contraintes d'ordre physique ou mental, la défavorisation matérielle et sociale et la méconnaissance des risques constituent des facteurs individuels et sociaux accroissant les risques pour la santé des individus induits par les changements climatiques. Au Québec, pour modérer les effets de ces facteurs, des interventions visant à renforcer la capacité d'adaptation et la résilience des populations sont mises en œuvre pour certains aléas comme les vagues de chaleur et les événements météorologiques extrêmes, dont la fréquence et la gravité sont appelées à augmenter.

## Les changement climatiques posent des risques importants pour les populations autochtones et leur environnement (voir la section 2.3)

Partout dans la province, et de façon particulièrement prononcée au nord, les changements climatiques menacent le territoire, le patrimoine vivant qui le compose et le lien qui unit les Peuples autochtones à ces derniers. Dans ce contexte, la pérennité des pratiques traditionnelles de subsistance, la transmission des connaissances autochtones, la vitalité des cultures et des langues, et le bien-être spirituel des communautés sont en péril. Mobilisant leur résilience et leurs capacités adaptatives, les communautés autochtones du Québec sont proactives en planifiant et en concevant des mesures d'adaptation qui tiennent compte de leurs besoins actuels et ceux des générations futures.

## Les milieux urbains font face à des aléas climatiques croissants (voir la section 2.4)

Les milieux urbains font face à des enjeux importants de santé, de sécurité publique et de dégradation de l'environnement qui s'aggraveront dans les prochaines décennies en raison des changements climatiques. Au Québec, ce sont les villes qui accueillent la majorité de la population et qui doivent notamment composer avec des problèmes grandissants, tels que les îlots de chaleur et la gestion des eaux pluviales. De plus en plus de municipalités se dotent de plans et de stratégies d'adaptation pour mieux faire face aux aléas climatiques.

## Les zones côtières de l'est du Québec sont de plus en plus menacées par des aléas climatiques (voir la section 2.5)

Les zones côtières de l'est du Québec sont aux prises avec des enjeux importants d'érosion et de submersion côtières, exacerbés par la réduction du couvert de glace qui amplifie l'impact des tempêtes. Devant la gravité des impacts cumulés sur les environnements côtiers, les populations habitant le long du littoral québécois aménagent leur territoire autrement pour s'adapter aux changements climatiques.

## Les changements climatiques affectent les régimes hydriques, la disponibilité et la qualité de l'eau (voir la section 2.6)

Les lacs et les rivières du Québec, de même que le fleuve Saint-Laurent, seront touchés par les changements climatiques, qui modifieront les niveaux d'eau, les risques d'inondation, ainsi que la disponibilité et la qualité de l'eau. En réponse aux transformations potentielles des régimes hydriques, le Québec met en œuvre des mesures d'adaptation telles que la mise à jour de la cartographie des zones inondables, la création d'un système de prévision des inondations et la protection des milieux humides.

## Les services écosystémiques jouent un rôle important dans l'adaptation (voir la section 2.7)

La population québécoise dépend des services rendus par les écosystèmes pour s'adapter aux changements climatiques. Cependant, les écosystèmes du Québec sont eux-mêmes impactés par les changements climatiques. Plusieurs méthodologies et outils de suivi de l'évolution de la biodiversité ont été développés afin de soutenir la prise de décision pour mieux conserver les écosystèmes et perpétuer les services écologiques qu'ils procurent.

## Les secteurs agricoles et des pêches observeront des gains et des pertes (voir la section 2.8)

Au Québec, les secteurs agricoles, des pêches et de l'aquaculture pourraient observer des gains et des pertes de productivité, l'émergence de nouveaux ennemis des cultures ou encore la migration des stocks de poissons vers le nord en raison des changements climatiques. Les acteurs de ces secteurs ont amorcé des efforts d'adaptation en développant et en utilisant des outils d'aide à la décision pour tenir compte des changements climatiques dans leurs pratiques.

## Les secteurs de l'énergie, de la foresterie et de l'exploitation minière seront particulièrement affectés par les changements climatiques (voir la section 2.9)

Les principaux secteurs d'exploitation des ressources naturelles du Québec, soit l'énergie, la foresterie et les mines, seront particulièrement touchés par les aléas climatiques. Ceux-ci pourront affecter l'exploitation, la production ainsi que les installations et les activités d'entretien de ces secteurs. Les producteurs adaptent progressivement leurs processus de prise de décision et leurs modes de gestion afin de composer avec ces changements climatiques.

## Le tourisme et les secteurs financiers ressentent les impacts des changements climatiques (voir la section 2.10)

Certaines industries de services comme le tourisme, les assurances et les finances sont particulièrement sensibles aux variations du climat sur l'ensemble de leurs activités. Quelques entreprises ont commencé, dans les cinq dernières années, à mettre en place des mesures avec une perspective de planification à long terme, dont l'industrie du ski, qui est particulièrement proactive au Québec.

# 2.1 Introduction

## 2.1.1 Introduction

Le présent chapitre fait état des connaissances sur les impacts des changements climatiques sur la population, l'environnement naturel, les milieux bâtis, les secteurs économiques du Québec, ainsi que sur les mesures et initiatives d'adaptation face à ces impacts. Ce chapitre présente les nouvelles connaissances et les résultats des recherches publiées depuis la dernière édition de la *Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec* d'Ouranos (2015c).

## 2.1.2 Contexte

Le Québec s'étend sur un vaste territoire de près de 1,7 million de km$^2$ qui couvre plusieurs zones climatiques et écosystèmes distincts, abritant une riche biodiversité (voir la figure 2.1) (Institut de la statistique du Québec, 2018a; Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec, 2003). L'extrême nord est caractérisé par la toundra, la taïga et le pergélisol, le centre par la forêt boréale, puis le sud par une forêt mixte et les basses terres du Saint-Laurent. La province possède également un important réseau hydrographique en plus d'être bordée par l'océan Atlantique à l'est, l'océan Arctique au nord, ainsi que la baie James et la baie d'Hudson à l'ouest. Le bassin du Saint-Laurent représente le plus gros bassin hydrographique au Québec et est la source d'approvisionnement en eau potable pour 2,5 millions de personnes (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2018d). En raison de cette grande diversité de milieux, les impacts des changements climatiques varient beaucoup, mais touchent l'ensemble du territoire, tant au niveau des populations et des activités socio-économiques qu'à celui des différents milieux de vie.

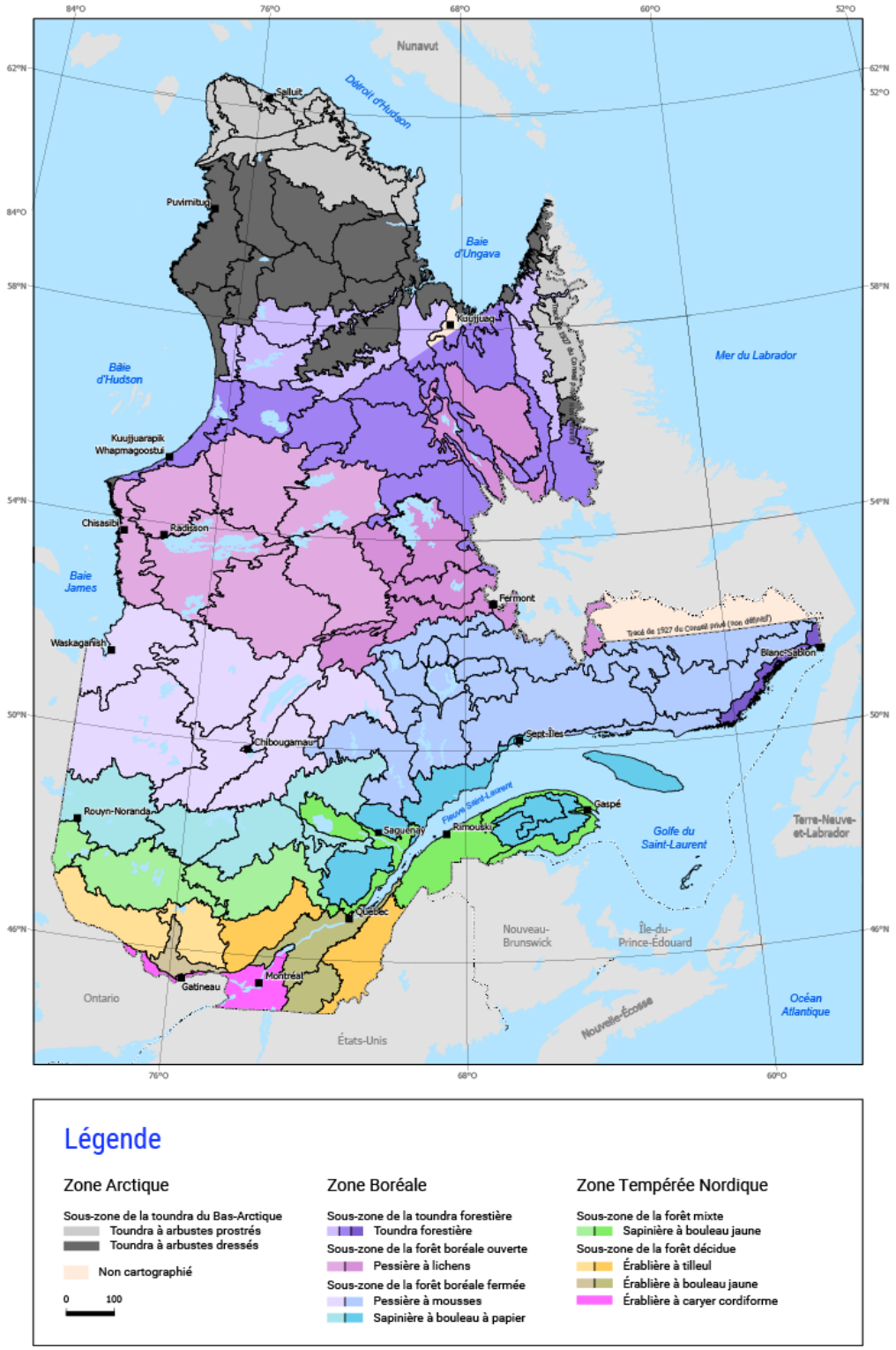



Figure 2.1 : Les zones de végétation, domaines bioclimatiques et régions écologiques du Québec.
Source : Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec, 2021.

Le Québec est la deuxième province la plus peuplée au Canada avec une population estimée à plus de 8 500 000 personnes en 2019 (Institut de la statistique du Québec, 2020) et dont la plus grande proportion (80 %) se concentre dans les centres urbains, au sud du territoire et le long du fleuve Saint-Laurent (Institut de la statistique du Québec, 2020). Une proportion non négligeable de la population vit dans des conditions de précarité socio-économique ou encore présente des vulnérabilités associées à son état de santé ou à sa localisation, la rendant particulièrement sensible aux impacts des changements climatiques (Crespo, 2019; Massé et Desbiens, 2017; Institut national de santé publique du Québec, 2006).

D'autre part, selon le recensement de 2016, près de 200 000 personnes appartiennent à l'une des 11 nations autochtones au Québec (Statistique Canada, 2016a), dont les activités de subsistance et les pratiques culturelles associées aux connaissances autochtones font partie de leur mode de vie. Les variations du climat exposent ces personnes à des enjeux de sécurité alimentaire et publique, et peuvent avoir des répercussions sur leur culture et leurs droits puisque ces activités sont fortement liées au territoire, lui-même influencé par le climat.

Plusieurs secteurs clés de l'économie québécoise sont touchés directement ou indirectement par les changements climatiques, notamment l'agriculture, les pêcheries, l'aquaculture, l'industrie forestière, le tourisme, le secteur minier, ainsi que le secteur des énergies renouvelables.

Les milieux urbains présentent déjà des enjeux qui seront exacerbés par les changements climatiques, tels que des problèmes d'îlots de chaleur et de gestion des eaux pluviales. Étant généralement situés près de cours d'eau, ils sont également sensibles aux variations hydrologiques, comme en ont témoigné les nombreux impacts associés aux récentes inondations au Québec en 2019 et 2017. Les communautés côtières de l'est du Québec font, quant à elles, face à de graves problèmes d'érosion et de submersion marine.

## 2.1.3 Le climat changeant du Québec

Les changements climatiques sont dorénavant indéniables et l'influence humaine sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) est bien établie (GIEC, 2014a). Au Québec, depuis 1950, la température moyenne s'est réchauffée de 1 à 3 °C selon les régions (Ouranos, 2015b). On a effectivement observé des augmentations significatives dans le nombre de nuits et de jours chauds et dans la durée des vagues de chaleur entre 1951 et 2010 (Ouranos, 2015b). Pour cette même période, on a également observé une hausse des précipitations sous forme de pluie, particulièrement au sud du Québec (Ouranos, 2015b). Puisque les émissions de GES à l'échelle planétaire n'ont pas cessé, ces tendances sont appelées à se poursuivre. Si aucune mesure de réduction majeure des GES n'est prise, les températures moyennes annuelles au Québec pourraient continuer d'augmenter de 3,5 °C à l'horizon 2050 par rapport à la période 1981–2010, selon le scénario d'émissions RCP8.5 (Ouranos, 2015b). À l'horizon 2080, ces changements pourraient atteindre plus de 6 °C (voir la figure 2.2 et le portail Portraits climatiques d'Ouranos [Ouranos, 2018c] pour des figures supplémentaires; Ouranos, 2018c).

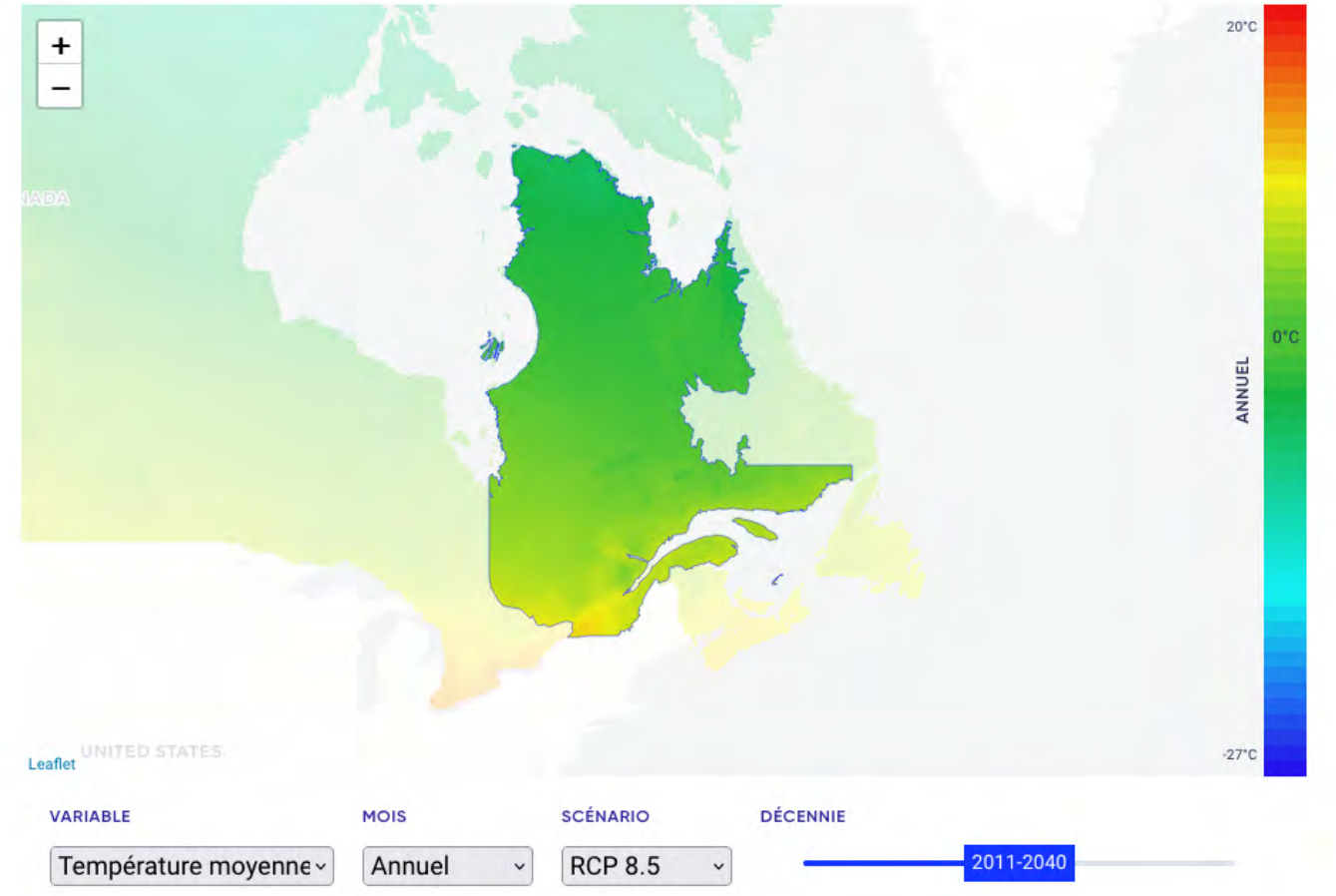



Figure 2.2 : Carte régionale interactive du Québec qui s'inspire du portail donneesclimatiques.ca et fournit des renseignements sur diverses variables climatiques de 1980 à 2100 en utilisant un scénario RCP8.5 d'émissions élevées. Source : donneesclimatiques.ca

Ce réchauffement généralisé entraîne et continuera d'entraîner des bouleversements du système climatique en accentuant notamment les extrêmes climatiques et en modifiant les normales ainsi que la variabilité des saisons. Par exemple, on projette des augmentations de la durée, de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur et des nuits chaudes (Ouranos, 2015b). La saison de croissance sera appelée à s'allonger jusqu'à 20 jours de plus à l'horizon 2050 sur l'ensemble du territoire, alors que la saison de gel pourrait diminuer d'environ 20 à 34 jours pour les régions du sud et du golfe du Saint-Laurent (Ouranos, 2015b).

À l'horizon 2050, les projections indiquent également des hausses des cumuls de précipitations hivernales et printanières, ainsi qu'une augmentation de la quantité de pluie lors des jours pluvieux (Ouranos, 2015b). À ceci s'ajoute une augmentation de la fréquence, de la longueur et de l'intensité des épisodes de pluies abondantes (durant lesquels les précipitations dépassent 10 millimètres) pour l'ensemble du Québec (Ouranos, 2015b). De plus, on projette une augmentation de la quantité maximale de précipitations lors d'un épisode de cinq jours consécutifs, un indice particulièrement important pour les inondations (Ouranos, 2018c). D'autre part, une diminution de la neige au sol sur presque tout le territoire est attendue à l'horizon

2050. On prévoit qu'elle sera plus marquée au sud du Québec, où l'enneigement atteindra dorénavant son maximum en février plutôt qu'en mars, avec une accumulation moindre par rapport à la période de 1971–2000 (Ouranos, 2015b).

Pour la période 2081–2100, plusieurs simulations projettent une augmentation de la probabilité de séquences prolongées sans précipitations (Ouranos, 2015b). Bien qu'il manque toujours un consensus sur les résultats des tendances observées, le signal du changement devient plus clair à la fin du siècle. Des valeurs d'humidité dans les 10 premiers centimètres des sols plus faibles sont aussi projetées pour la même période (Ouranos, 2015b). Ceci converge avec une tendance aux étiages plus importants en période estivale (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques - Expertise hydrique et barrages, 2018a), pouvant se traduire par des épisodes de sécheresse. Les périodes d'étiages pourraient toutefois être parsemées d'épisodes de crues plus intenses en été et à l'automne sur une grande portion du Québec méridional. À l'horizon 2050, d'autres changements hydrologiques, tels que des débits moyens plus forts durant l'hiver, ainsi qu'un devancement de la crue printanière pourraient survenir en raison des changements climatiques (Lachance-Cloutier et coll., 2018; Tilmant et coll., 2017; Ouranos, 2015b).

Une diminution de l'étendue du couvert et de la saison des glaces marines (Galbraith et coll., 2017; Senneville et coll., 2014) ainsi qu'une augmentation du niveau relatif de la mer dans l'est de la province (Boyer-Villemaire et coll., 2016; James et coll., 2014) sont aussi anticipées.

### 2.1.4 Aperçu des impacts des changements climatiques

Ces changements ont et continueront d'avoir une incidence importante sur la santé humaine, les écosystèmes et les infrastructures au Québec. Certains de ces effets se traduiront par des coûts ou des opportunités tant pour les citoyens et les entreprises que pour les divers ordres de gouvernement, ce que l'on commence déjà à observer.

Depuis la fin des années 1990, le gouvernement du Québec s'est engagé dans une démarche visant à cerner les impacts biophysiques des changements climatiques et à créer des mesures ayant pour but de réduire les vulnérabilités climatiques et les risques associés (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2012). Deux plans d'actions gouvernementaux sur les changements climatiques ont été adoptés et mis en œuvre afin de faire face à ces enjeux (Gouvernement du Québec, 2012). Le Québec s'est de plus doté d'une Stratégie gouvernementale d'adaptation aux changements climatiques (2013–2020) qui comprend 17 objectifs entourant le bien-être de la population, la poursuite des activités économiques, la pérennité et la sécurité des bâtiments et des infrastructures, ainsi que le maintien des services écologiques essentiels (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2012). La mise en œuvre du plan d'action 2013–2020 sur les changements climatiques est assortie d'un fond dédié qui a permis de financer de nombreux travaux de recherches et des mesures concrètes en adaptation aux changements climatiques.

Les sections qui suivent présentent l'état des connaissances sur les impacts des changements climatiques sur la santé, les populations autochtones, les milieux urbains et côtiers, l'eau, les services écosystémiques, ainsi que sur différents secteurs économiques au Québec. Elles présentent également des mesures d'adaptation à ces impacts, ainsi que les différentes initiatives déjà entamées au Québec.

Il est important de mentionner que les mesures d'adaptation aux changements climatiques ici proposées ne traduisent pas l'abdication devant la lutte aux émissions de GES. L'adaptation répond aux potentiels changements climatiques à long-terme ainsi qu'au changements climatiques qui sont aujourd'hui inéluctables en raison des GES déjà émis dans l'atmosphère. Il est primordial de continuer les efforts de réduction de ces gaz afin d'éviter les scénarios de changements climatiques les plus graves, auxquels il ne serait pas possible de s'adapter. D'autre part, l'adaptation ne devrait en aucun cas générer davantage de GES, sans quoi il s'agirait de maladaptation, c'est-à-dire, des actions d'adaptation qui pourraient conduire à un accroissement des risques et des vulnérabilités (Barnett et O'Neill, 2010).

## 2.2 Les facteurs de vulnérabilité accroissent les risques pour la santé liés aux changements climatiques

**Les contraintes d'ordre physique ou mental, la défavorisation matérielle et sociale et la méconnaissance des risques constituent des facteurs individuels et sociaux accroissant les risques pour la santé des individus induits par les changements climatiques. Au Québec, pour modérer les effets de ces facteurs, des interventions visant à renforcer la capacité d'adaptation et la résilience des populations sont mises en œuvre pour certains aléas comme les vagues de chaleur et les événements météorologiques extrêmes, dont la fréquence et la gravité sont appelées à augmenter.**

*Certains facteurs individuels et socio-économiques font en sorte que des individus et des groupes sont particulièrement vulnérables aux changements climatiques. En raison du fait de présenter une mobilité limitée, d'être prédisposé à des maladies mentales et physiques ou atteint par ces maladies, de disposer de ressources financières ou sociales insuffisantes et de méconnaitre les risques auxquels les personnes sont exposées ou d'en avoir une perception malavisée, la vulnérabilité de certains individus et groupes s'accroît en contexte des changements climatiques. Par ailleurs, ceux-ci peuvent avoir des effets différenciés selon le genre et selon certains domaines de métiers ou emplois. Pour amoindrir l'exposition de la population, des mesures ciblant ces facteurs de vulnérabilité, comme le verdissement dans les quartiers défavorisés, la mise en œuvre de systèmes d'alerte ou encore l'investissement dans la réfection des logements et des infrastructures vétustes, favorisent la santé des populations et atténuent par conséquent les inégalités en matière de santé.*

## 2.2.1 Introduction

La vulnérabilité se définit comme la propension ou la prédisposition à être affecté négativement et peut se rapporter à l'individu ou à son environnement (GIEC, 2014b). Certains facteurs individuels et socio-économiques font en sorte que des individus et des groupes sont particulièrement vulnérables aux changements climatiques. Avec une population vieillissante (Institut national de santé publique du Québec, 2020a) et un nombre non négligeable de personnes en situation de précarité socio-économique (Crespo, 2019), le Québec présente de nombreux facteurs de vulnérabilité pouvant accroître les inégalités sociales et sur lesquels il est important de se pencher.

Les caractéristiques du milieu et le type d'aléas auxquels sont exposées les populations auront également une incidence sur la vulnérabilité de celles-ci. Ainsi, les milieux urbains (voir la section 2.4), ruraux ou côtiers (voir la section 2.5) présentent des spécificités dans leur manière d'affecter potentiellement la population, les bâtiments ou les infrastructures. Les populations nordiques et autochtones (voir la section 2.3) présentent également des facteurs de vulnérabilités.

## 2.2.2 Mobilité et santé physique

Selon les travaux de recherche produits au Québec investiguant les liens entre la santé et les changements climatiques, les contraintes à la mobilité et les problématiques de santé physique constituent des facteurs de vulnérabilité pour les personnes touchées par ces réalités en ce sens qu'ils peuvent aggraver les problématiques existantes ou en causer de nouvelles (Bélanger et coll., 2016; Bélanger et coll., 2014). Plus précisément, bien qu'une proportion croissante de la population de plus de 65 ans présente une bonne santé fonctionnelle (Institut de la statistique du Québec, 2012), la probabilité qu'un individu compose avec une ou des conditions physiques ou mentales pouvant s'exacerber par les effets des changements climatiques s'accroît avec l'âge (Roy et coll., 2019; Kenny et coll., 2010). Conséquemment, les personnes âgées atteintes de maladies chroniques – en particulier cardio-vasculaires, pulmonaires ou rénales – sont plus à risque de mortalité et d'aggravation de problèmes de santé existants en cas de chaleur, de froid et de smog (Leyva et coll., 2017; Vanasse et coll., 2017; Bunker et coll., 2016; Laverdière et coll., 2016; Simoni et coll., 2015; Krstić, 2011). En effet, certaines études ont démontré qu'une hausse de 1 °C augmentait la mortalité liée à des complications d'ordre cardiovasculaire (hausse de 3,44 %) et respiratoire (hausse de 3,6 %) (Bunker et coll., 2016).

Par ailleurs, les conditions climatiques changeantes (p. ex. les vagues de chaleur, les grands froids, les précipitations intenses) compliquent l'accomplissement de tâches quotidiennes des personnes qui dépendent de scooters, de cannes ou de déambulateurs pour se déplacer (Muscedere et Heckman, 2019). Les tempêtes de neige et les précipitations accroissent le risque de chute (Modarres et coll., 2014; Morency et coll., 2012), pouvant notamment causer des fractures de la hanche. Ces blessures, particulièrement répandues chez les aînés, peuvent être létales; 20 % des aînés victimes d'une telle fracture décèdent au cours de l'année suivante (Agence de la santé publique du Canada, 2014). En plus des conséquences immédiates de certains aléas climatiques sur la santé physique, les travaux menés sur le sujet tendent à démontrer que l'exposition à différents aléas accroît leur risque de mortalité et de développement de maladies chroniques, telles que des maladies cardiovasculaires ou respiratoires (Laverdière et coll., 2016; Lamond et coll., 2015; Bélanger et coll., 2014; Lowe et coll., 2013; Kosatsky et coll., 2012; Bayentin et coll., 2010).

Des travaux hors du Québec s'intéressant aux impacts et aux risques différenciés des désastres naturels pour les personnes présentant des handicaps ou des limites à leur autonomie physique tendent à démontrer qu'elles sont plus vulnérables que la population en général, en raison des difficultés additionnelles que peuvent poser leur évacuation et leur accès rapide à l'aide d'urgence (Van Solm et coll., 2017; Alexander, 2015). Puisqu'il est attendu que la fréquence et l'intensité des événements météorologiques extrêmes s'accroissent dans le futur, il sera important que des recherches à venir s'intéressent aux contraintes physiques comme facteur de vulnérabilité face aux désastres naturels dans un contexte québécois, ainsi qu'aux moyens de réduire les inégalités en santé que ce facteur accentue en contexte de changements climatiques.

### 2.2.3 Santé mentale

Au Québec, il existe peu de travaux ayant documenté en profondeur la santé mentale comme facteur de vulnérabilité aux changements climatiques, bien qu'une telle documentation devrait constituer une composante importante des études de vulnérabilité et d'adaptation en santé et sécurité publique (Roy et coll., 2019; Hayes et coll., 2018; Hayes et Poland, 2018). Certains auteurs ont proposé des indicateurs relatifs à la santé mentale pour mieux comprendre les impacts perçus de la chaleur sur la santé dans les quartiers défavorisés (Bélanger et coll., 2016; Bélanger et coll., 2014). D'autres ont exploré les impacts des désastres naturels sur la santé mentale à court, moyen et long terme, rapportant les expériences de stress intense, de peur et d'inquiétude vécue par les personnes âgées quant à leur sécurité matérielle suite aux inondations du Saguenay de 1996 et de la crise du verglas de 1998 (Maltais, 2016, 2007). Parmi les travaux au Québec, on note un projet d'évaluation sociosanitaire des inondations survenues dans le sud du Québec en 2019 qui a documenté l'éventail des conséquences des inondations sur la santé physique et psychologique et a défini des stratégies d'intervention soutenant la résilience au sein des communautés touchées (Généreux et coll., 2020). Cette étude démontre que les inondations ont eu des impacts significatifs sur la santé mentale des personnes directement exposées et vient s'ajouter aux travaux internationaux détaillant les liens entre les événements météorologiques extrêmes et le syndrome de stress post-traumatique (Goldmann et Galea, 2014).

Par ailleurs, un aspect encore moins investigué au Québec, peut-être à l'exception des travaux menés en contexte autochtone (Fuentes et coll., 2020; Landry et coll., 2019; Basile, 2017), est celui des conséquences des changements climatiques sur le sentiment de bien-être et la santé globale. En effet, plusieurs travaux de recherche récents, s'appuyant notamment sur le concept d'écoanxiété, documentent et conceptualisent la détresse psychologique ressenties par les personnes face à la dégradation de l'environnement et les impacts des changements climatiques. Comment ces expériences entravent ou catalysent la résilience des différents groupes sociaux au Québec sera une question de recherche d'intérêt pour nourrir les efforts d'adaptation aux changements climatiques dans le futur.

### 2.2.4 Défavorisation matérielle et sociale

La défavorisation matérielle fait référence à la privation de biens et de commodités de la vie courante tels que l'alimentation, le logement, l'environnement et le travail. La défavorisation sociale quant à elle réfère à la « fragilité » du lien social, autant dans les sphères familiales et amicales que dans tout autre lien de

soutien affectif et matériel. Elle peut aussi refléter des difficultés d'intégration et de participation aux relations sociales de la vie courante dans une communauté, telles que les activités récréatives ou éducatives (Pamplamon et coll., 2014).

Selon les études menées au Québec, la défavorisation sociale et matérielle rend les individus singulièrement vulnérables aux aléas climatiques dans un éventail de situations, et en particulier lors de chaleurs intenses. Le cumul de conditions physiques et mentales au fait de résider dans un logement mal conçu pour faire face à la chaleur (c.-à-d. non climatisé, mal ventilé, mal isolé ou difficile à rafraîchir) ou dans un quartier défavorisé est inversement associé à la capacité d'adaptation aux hausses de températures durant la saison estivale (Bélanger et coll., 2016; Ngom et coll., 2016; Bélanger et coll., 2015; Laverdière et coll., 2015; Cazale et Dumitru, 2008). Ne disposant, en règle générale, d'un revenu suffisant pour investir dans un logement de plus grande qualité, les personnes âgées sont également susceptibles de résider dans un logement mal adapté aux aléas climatiques dans une plus grande proportion que le reste de la population (Valois et coll., 2018; Laverdière et coll., 2016, 2015).

Il existe peu de travaux québécois ayant directement étudié l'influence respective des variables traduisant la défavorisation sociale – telles que le fait d'être célibataire ou vivre seul; d'avoir ou non des contacts avec ses enfants, famille élargie ou amis; et de participer ou non à des activités sociales – sur la santé en cas de vagues de chaleur ou d'autres aléas découlant des changements climatiques (Bustinza et Demers-Bouffard, 2019). Cependant, des évaluations des différentes versions de la planification montréalaise contre la chaleur extrême ont permis d'illustrer que certaines mesures (p. ex. les visites à domicile et les appels quotidiens des patients) semblent avoir réduit la mortalité chez les personnes âgées malades pouvant être isolées socialement (Benmarhnia et coll., 2016).

### 2.2.5 Genre

Jusqu'à tout récemment, l'analyse différenciée selon le genre des effets des changements climatiques constituait un angle mort des travaux empiriques investiguant les impacts des changements climatiques. La large part des travaux produits dans ce domaine s'enracine dans les réalités des pays en développement (Moosa et Tuana, 2014; Goh, 2012). En général, leur visée est de prendre la mesure des vulnérabilités que connaissent les femmes, en raison de conditions socio-économiques de départ inégalement réparties (revenu, capital social, pouvoir, accès aux biens et services de base) et de rôles et responsabilités liés aux soins. En effet, dans de nombreux pays, les femmes, en tant que responsables de la sécurité alimentaire et du bien-être de leurs enfants, dépendent à plus forte raison du fruit de leur propre système de production sans toutefois disposer d'un pouvoir décisionnel équivalent (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et CARE, 2019; Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2017). Ces conditions de « départ » font en sorte que les aléas climatiques (sécheresse, inondations, événements météorologiques extrêmes) les affectent, ainsi que leurs enfants, plus durement. Il importe d'ailleurs de souligner que les enfants peuvent être particulièrement vulnérables face aux changements climatiques puisqu'ils dépendent entièrement des adultes pour les soins et la protection du danger (Stanberry et coll., 2018). Les études menées visent justement à proposer des pistes d'action pour renforcer la résilience face à l'exacerbation des aléas climatiques.

Si les inégalités hommes-femmes prennent des formes différentes au Québec, il n'en demeure pas moins que beaucoup de travail reste à faire pour mieux cerner les impacts spécifiques des changements climatiques sur les femmes, et notamment celles défavorisées sur les plans matériels et sociaux (Duncan, 2008). Dans la littérature québécoise, la santé maternelle et infantile ainsi que l'insécurité alimentaire (particulièrement dans les communautés autochtones) sont les thèmes les plus souvent investigués. Par exemple, il a été démontré que la hausse des températures favorise la formation de certains polluants atmosphériques et pollens allergènes, exposant les enfants à un risque accru de problèmes respiratoires (p. ex. l'asthme) (Nicolle-Mir, 2017; Schnell et Prather, 2017; Tetreault et coll., 2016; Kelly et Fussell, 2015; D'Amato et coll., 2013; DellaValle et coll., 2012). D'autres travaux ont illustré que les périodes de grande chaleur augmentent également la probabilité de survenue d'un avortement spontané (Auger et coll., 2017a), de mort subite du nourrisson (Auger et coll., 2015) et de naissances prématurées (Auger et coll., 2014), ou de complications congénitales comme une malformation cardiaque (Auger et coll., 2017b) ou du tube neural (Auger et coll., 2017c). Les femmes enceintes sont elles-mêmes susceptibles de subir un décollement placentaire, cette complication pouvant être fatale pour la mère ou le fœtus (He et coll., 2018).

Les travaux menés dans le cadre du Projet Verglas, lequel a été élaboré suivant la crise de verglas de 1998, laissent entrevoir que des conséquences sur la santé physique et mentale des individus portés par des mères ayant connu des événements météorologiques extrêmes sont plus probables (King et coll., 2020). Parmi les conditions pour lesquelles un lien entre ces dernières et l'expérience de la crise du verglas de 1998 ont été examinées, on retrouve l'autisme (Walder et coll., 2014), les troubles alimentaires (St-Hilaire et coll., 2015), l'asthme (Turcotte-Tremblay et coll., 2014), l'obésité (Liu et coll., 2016; Cao-Lei et coll., 2015) ou l'hyperactivité immunitaire (Cao-Lei et coll., 2016; Veru et coll., 2015). Il est à noter qu'hormis ces travaux (qui à la base investiguent les effets des désastres naturels sur la santé intra-utérine), peu de recherches québécoises s'intéressent plus particulièrement aux effets des changements climatiques sur la santé des enfants et des adolescents.

### 2.2.6 Travail extérieur et professionnels d'urgence

La littérature suggère que certains types de métiers ou professions exposent de façon accrue les personnes qui les exercent aux aléas climatiques. C'est le cas des professionnels de la santé et de la sécurité publique (policiers, pompiers), ainsi que les travailleurs extérieurs (agriculteurs, cols bleus, monteurs de lignes, etc.). Une étude exploratoire menée en 2019 par l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) portant sur les réalités psychosociales des travailleurs en lien avec l'accroissement des événements météorologiques extrêmes (les vagues de chaleur, les inondations, les tempêtes et les feux de forêt), a permis de dresser un certain nombre de constats en ce qui a trait à l'état des connaissances relatives à la question. En effet, les impacts psychosociaux des aléas climatiques comme les tempêtes sur les travailleurs sont beaucoup mieux documentés que le sont les effets des inondations, des feux de forêt et des vagues de chaleur (Adam-Poupart et coll., 2019). Les impacts de ces événements, toujours selon cette étude exploratoire, ne sont pas que négatifs du point de vue des travailleurs. La valorisation de l'aide offerte de la part des sinistrés et le sentiment de fierté rattaché au fait de prendre part à la gestion de crise ont aussi été rapportés comme des facteurs modérant les impacts psychosociaux négatifs disproportionnés auxquels ces travailleurs étaient exposés.

De plus, des études ont démontré que la hausse des températures et des concentrations de polluants atmosphériques pourrait augmenter le risque de problèmes respiratoires et de maladies cardiovasculaires chez les travailleurs (Levi et coll., 2018; Adam-Poupart et coll., 2015a; Adam-Poupart et coll., 2014, 2013; Gubernot et coll., 2014). La chaleur augmente également la probabilité d'accidents de travail et cause des étourdissements, des crampes, des nausées et de la fatigue physique (Levi et coll., 2018; Adam-Poupart et coll., 2015b, 2014). Les travailleurs extérieurs, principalement dans les domaines forestiers et agricoles, affichent aussi une prévalence plus élevée de zoonoses (c.-à-d. les maladies transmises aux humains par des animaux vertébrés), telles que la maladie de Lyme et le virus du Nil occidental, dont l'expansion sera favorisée par les changements climatiques (Bouchard et coll., 2017; Briand et coll., 2017; Aenishaenslin et coll., 2014; Ferrouillet et coll., 2012).

Par ailleurs, les personnes qui passent davantage de temps à l'extérieur sont plus souvent exposées à des conditions météorologiques défavorables (chaleur, froid, rayons ultraviolets), à des polluants atmosphériques (ozone, particules fines, etc.) de même qu'à un effort cardiovasculaire accru (Auger et coll., 2017d; Adam-Poupart et coll., 2015b, 2013; Ali et Willett, 2015; Labrèche et coll., 2013). Ils sont également moins susceptibles d'adopter des mesures préventives telles que rester au domicile, limiter les efforts ou consulter un professionnel de la santé (Valois et coll., 2016a; Lowe et coll., 2013). Dernièrement, les personnes travaillant dans des milieux intérieurs propices à la production de chaleur, comme les boulangeries et les fonderies, peuvent être négativement affectées par le réchauffement des températures si des mesures de refroidissement du milieu de travail ou de réduction de l'effort ne sont pas entreprises (Xiang et coll., 2014).

### 2.2.7 Perception malavisée des risques

De nombreux travaux, dont ceux de l'Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques (OQACC), ont montré que la capacité d'adaptation et la prédisposition à faire face aux aléas ne dépendent pas uniquement des ressources financières et sociales à disposition (Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques, s.d.). En effet, en plus de ces facteurs, les perceptions et les croyances des groupes sondés traduisent de façon récurrente une méconnaissance des risques réels que peuvent poser les différents aléas climatiques sur leur santé (Valois et coll., 2018, 2017e; Koerth et coll., 2017; Aenishaenslin et coll., 2015). Par exemple, lors des consultations provinciales effectuées dans la foulée des inondations printanières de 2017, il a été constaté qu'un nombre important de personnes résidant en zones inondables n'était pas au courant de ce fait; ce constat a d'ailleurs précipité le lancement de travaux de mise à jour de la cartographie des zones inondables au Québec (CNW Telbec et Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire, 2017).

Il est à noter que la perception malavisée des risques concerne aussi l'expansion des conséquences potentielles que posent les maladies vectorielles (incluant les zoonoses comme la maladie de Lyme, la rage et le virus du Nil occidental) et hydriques (p. ex. les infections à *Campylobacter* ou à *Escherichia coli*). Positivement associées au réchauffement des températures et aux précipitations (Wu et coll., 2016), les maladies vectorielles et hydriques risquent d'affecter de plus en plus d'individus faute de sensibilisation relative à ces dernières. Par exemple, une étude menée au Québec en 2018 auprès d'environ 2 000 Québécois révélait qu'un peu moins d'un tiers des participants ignorait que leur municipalité se situait en zone à risque en ce qui a trait à la présence de la maladie de Lyme, et que la majorité d'entre eux ne percevait pas de

risque de contracter la maladie (Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques, 2019). Ce constat est pour le moins inquiétant puisqu'il semble que la maladie de Lyme touche davantage les enfants âgés de cinq à neuf ans et les adultes âgés de 55 à 59 ans (Onyett et la Société canadienne de pédiatrie, comité des maladies infectieuses et d'immunisation, 2014). Enfin, en raison des températures plus clémentes, l'herbe à poux, un allergène présent au Québec, voit sa saison s'allonger et son aire de répartition s'agrandir (Larrivée et coll., 2015). Sans être létale, l'expansion de la présence de l'herbe à poux demeure une problématique de santé publique en raison des coûts qu'elle génère pour la société québécoise (Larrivée et coll., 2015). Une étude à venir pilotée par l'OQACC concernant l'adoption de comportements réduisant l'exposition au pollen de l'herbe à poux permettra d'en savoir plus sur la perception malavisée (ou non) de ce risque pour la santé des personnes (Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques, 2019).

### 2.2.8 Mesures d'adaptation

De nombreuses mesures d'adaptation ont été mises en œuvre au Québec pour atténuer les effets cumulatifs des facteurs de vulnérabilité en contexte de changements climatiques sur les inégalités sociales. Cette section offre un aperçu de quelques mesures.

Selon des évaluations des systèmes de surveillance et des plans d'intervention lors des vagues de chaleur ou des chaleurs extrêmes, un suivi étroit et régulier des personnes présentant des troubles de santé physique et mentale permet de réduire la morbidité et la mortalité causée par ces aléas (Benmarhnia et coll., 2016). En outre, le Plan régional de prévention et de protection en cas de chaleur extrême pour la région de Montréal propose des campagnes de sensibilisation sur les comportements préventifs à adopter ciblant les quartiers les plus vulnérables, mais également la mise à disposition de refuges climatisés et l'allongement des heures d'ouverture des piscines publiques (Centres intégrés universitaires de santé et de services sociaux du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal, 2018). Il est à noter que treize régions sociosanitaires du Québec ont elles aussi adopté des plans similaires (Valois et coll., 2017d). Par contre, il n'existe pas d'évaluations portant sur leur impact auprès des groupes présentant des facteurs de vulnérabilité.

Parmi les autres mesures d'adaptation préventives ciblant les personnes avec des troubles de santé répertoriées dans la littérature, favoriser l'accessibilité à des espaces collectifs climatisés et inciter la population à restreindre le temps passé à l'extérieur lors de périodes de chaleur et de smog pourraient s'avérer bénéfiques (Kaiser et coll., 2016; Valois et coll., 2016b; Bélanger et coll., 2015). D'ailleurs, il a été observé qu'un système d'alertes téléphoniques automatisées développé dans le cadre d'un projet pilote en Montérégie aurait incité les personnes âgées à adopter des mesures préventives comme la fréquentation d'endroits frais (+18 % en comparaison avec le groupe témoin) et la consommation d'eau (+7 % en comparaison avec le groupe témoin) pendant les épisodes de chaleur (Mehiriz et coll., 2018; Mehiriz et Gosselin, 2017).

Les établissements de santé ont un rôle important à jouer pour faciliter l'adaptation des milieux et leurs pratiques afin de soutenir les personnes en charge d'enfants, les garderies et les écoles. Certains d'entre eux ont d'ailleurs mis en place des systèmes d'alertes personnalisées ou de campagne d'information à grande échelle, et se servent de ces canaux pour sensibiliser les parents à l'adoption de comportements préventifs.

Ces mesures s'avèrent efficaces car les parents tendent à être réceptifs aux informations pouvant favoriser le bien-être de leurs enfants (Laferriere et Crighton, 2017; Neidell, 2009).

Les recherches récentes effectuées dans une perspective de justice climatique s'accordent pour dire qu'il est crucial que soient déployés des efforts accrus de bonification de la canopée dans les quartiers moins favorisés, car ces derniers sont plus susceptibles de ressentir les impacts des îlots de chaleur urbain en raison de la forte prépondérance des surfaces imperméables dans ces quartiers (Ziter et coll., 2019). Ce constat a fait son chemin au Québec, alors qu'ont été mis en œuvre un éventail de projets d'atténuation des îlots de chaleur urbains. Ces derniers ont contribué à améliorer la qualité de vie des quartiers défavorisés en accroissant le sentiment de sécurité, la cohésion sociale et l'autonomie des communautés résidentes en plus du potentiel d'augmentation du confort thermique (Beaudoin, 2016; Beaudoin et Gosselin, 2016).

Une autre mesure ayant démontré ses effets bénéfiques pour les groupes présentant des niveaux de défavorisation matérielle et sociale est la modernisation des logements vétustes (p. ex. l'isolation, la ventilation, la climatisation, le verdissement, etc.), des résidences et des établissements de soins de longue durée ou des hôpitaux, ce qui bénéficie particulièrement aux personnes âgées peu mobiles ou peu autonomes (Gervais et Laliberté, 2016; Poulin et coll., 2016; Fisk, 2015; Mavrogianni et coll., 2012; Howden-Chapman et coll., 2007).

Enfin, l'Observatoire multipartite québécois sur les zoonoses et l'adaptation aux changements climatiques a été fondé en 2015 afin de suivre l'évolution des zoonoses, des maladies infectieuses qui peuvent être transmises d'un animal à un humain, et d'établir la priorité des actions en fonction des risques qu'elles représentent pour la population et pour les groupes présentant des facteurs de risque plus grands (Institut national de santé publique du Québec, 2018; Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques, s.d.).

## 2.3 Les changement climatiques posent des risques importants pour les populations autochtones et leur environnement

**Partout dans la province, et de façon particulièrement prononcée au nord, les changements climatiques menacent le territoire, le patrimoine vivant qui le compose et le lien qui unit les Peuples autochtones à ces derniers. Dans ce contexte, la pérennité des pratiques traditionnelles de subsistance, la transmission des connaissances autochtones, la vitalité des cultures et des langues, et le bien-être spirituel des communautés sont en péril. Mobilisant leur résilience et leurs capacités adaptatives, les communautés autochtones du Québec sont proactives en planifiant et en concevant des mesures d'adaptation qui tiennent compte de leurs besoins actuels et ceux des générations futures.**

*L'ampleur des changements climatiques observés et la vitesse à laquelle ils sont appelés à se matérialiser surviennent dans un contexte socio-économique changeant lui aussi. L'importante croissance démographique et l'intensification des activités de développement causent simultanément une pression sur les territoires ancestraux qu'occupent les Peuples autochtones depuis des temps immémoriaux et sur les communautés (éloignées ou périurbaines) dans lesquelles résident ces derniers. Ensemble, ces divers impacts provoquent de profondes altérations de leurs modes de vie et sont susceptibles de compromettre leur qualité de vie en raison des risques qu'ils posent pour la santé des individus, les infrastructures, les résidences, les emplois et les activités d'exploitation des ressources naturelles. Bien que les Peuples autochtones démontrent depuis des générations leur grande résilience et agentivité lorsqu'ils sont confrontés au changement, les transformations climatiques en cours, par leur ampleur et leur nature, risquent de mettre à mal leur capacité d'adaptation. Nonobstant cette possibilité, plusieurs communautés disposent déjà de plans d'adaptation aux changements climatiques ou prennent des mesures concrètes pour intégrer les risques climatiques dans leur planification territoriale et pour améliorer leurs conditions de vie.*

## 2.3.1 Introduction

En plus de résider majoritairement en milieu urbain, la population autochtone au Québec habite dans 56 communautés (14 villages Inuits et 41 villages des Premières Nations) situées sur l'ensemble du territoire de la province (voir la figure 2.3). Selon leur emplacement géographique et les services auxquels elles ont accès, les communautés autochtones peuvent être exposées à des impacts variés, qui sont causés ou amplifiés par les changements climatiques (Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador, 2015).




Figure 2.3 : Carte de localisation des 11 nations autochtones au Québec. Source : Services aux Autochtones Canada, 2020

En plus de proposer un aperçu des enjeux découlant des changements climatiques, cette section présente des mesures d'adaptation pour chacun des enjeux cernés. Toutefois, il importe de se souvenir que la mise en œuvre de l'adaptation demeure un enjeu d'envergure pour les communautés autochtones au Québec (Hennigs et Bleau, 2017). En effet, en plus de la difficulté d'accès au financement (non-admissibilité aux programmes, délais trop courts pour la présentation de demandes, inadéquation de certains programmes en contexte autochtone, fardeau de l'accumulation des mécanismes de reddition de comptes), la mise en œuvre d'initiatives d'adaptation est entravée par l'abondance de dossiers pouvant être jugés prioritaires pour le bien-être communautaire dans un contexte où les ressources humaines sont limitées.

## 2.3.2 Accès au territoire, mobilité et sécurité des populations

Dans l'ensemble du Québec, l'accès et les déplacements pour des activités de subsistance telles que la pêche, la chasse et la trappe deviennent moins sécuritaires en raison, notamment, de la réduction de la période d'englacement due à des températures plus clémentes et des redoux hivernaux plus fréquents (Hennigs et Bleau, 2017; Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador, 2017; Cree Trappers' Association, 2011). Cela provoque des perturbations importantes dans la pratique de ces activités.

En effet, les sentiers hivernaux non permanents traversant des cours d'eau sont moins praticables et doivent souvent être contournés ou abandonnés par mesure de sécurité (Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador, 2015; Cree Trappers' Association, 2011, 2010; Tremblay et Furgal, 2008). Ces conditions hivernales changeantes font en sorte que les chasseurs, trappeurs et pêcheurs autochtones ne peuvent plus uniquement se fier à leurs connaissances traditionnelles et à leurs repères territoriaux pour prévoir les conditions météorologiques (Royer, 2016; Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador, 2015; Pearce et coll., 2015). Le nombre et la gravité des accidents (notamment de motoneige) sur des plans d'eau insuffisamment gelés sont d'ailleurs en hausse (Cree Nation of Mistissini et Cree Nation Government, 2018; Downing et Cuerrier, 2011; Cree Trappers' Association, 2010).

Pour les communautés enclavées du Nunavik et de la Basse-Côte-Nord, l'accès aux ressources de subsistance et les déplacements vers les communautés voisines peuvent aussi être entravées par des conditions climatiques imprévisibles (Tremblay et Furgal, 2008). Cette situation a des conséquences importantes sur la mobilité et le mode de vie traditionnel de ces communautés. Ces enjeux sont aussi présents dans les communautés plus urbanisées étant donné l'importance culturelle des pratiques sur le territoire en matière de bien-être et de transmission des connaissances (Grand Conseil de la Nation Waban-Aki, 2015a; Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador, 2015).

En réponse à cette situation, la communauté Eenou de Mistissini a identifié dans son plan d'action *Climate Change Adaptation Action Plan* plusieurs mesures visant à réduire le risque que ces changements posent pour la sécurité de la population et en particulier des jeunes. Selon ce plan, un programme coordonné de suivi des conditions de la glace, des formations pour développer les aptitudes à évaluer les risques liés aux déplacements sur les rivières et lacs gelés, l'aménagement de nouvelles routes sur terre ferme et la sensibilisation par les réseaux sociaux des motoneigistes aux risques que pose l'instabilité des glaces sont

autant de mesures envisagées (The Grand Council of the Crees, 2019; Cree Nation of Mistissini and Cree Nation Government, 2018). Plusieurs chasseurs, pêcheurs et trappeurs autochtones s'adaptent déjà pour faciliter la planification et la sécurité de leurs déplacements sur le territoire. Parmi ces initiatives, notons l'utilisation du système mondial de localisation GPS, de téléphones satellitaires, d'équipements de sauvetage et de la radio communautaire. En somme, ces planifications et outils contribuent ainsi à diminuer les risques que certains aléas posent pour la sécurité de la population (Clerc et coll., 2011; Cree Trappers' Association, 2011; Larivière, 2011; Tremblay et Furgal, 2008).

Pour les populations côtières du Nord du Québec, la mobilité sur la banquise pourrait aussi être compromise en raison de l'amincissement et de la diminution du couvert de glace, ainsi que du raccourcissement de la saison des glaces causés par l'augmentation des températures. Sur les côtes du Nunavik, la saison des glaces, qui a généralement lieu de novembre à mai (Gouvernement du Canada, 2021) sera écourtée de plus de 6 semaines d'ici le milieu du siècle et de plus de deux mois d'ici 2100 (Hachem and Bleau, 2020). À ces changements s'ajoutera une augmentation des niveaux d'eau extrêmes à l'horizon 2050 (Hachem and Bleau, 2020), engendrant des problèmes d'érosion et de submersion côtière. Il est à noter que cette tendance pourrait s'atténuer à la fin du siècle en raison de la baisse ou de la stagnation du niveau relatif de la mer liée au relèvement isostatique de la croûte terrestre dans cette région (Hachem and Bleau, 2020). Les impacts découlant des changements climatiques vécus par les populations autochtones côtières au nord de la province sont similaires à ceux dans les régions côtières de l'est du Québec (voir la section 2.5).

### 2.3.3 Dégel du pergélisol et aménagement du territoire

Au Nunavik, les communautés sont particulièrement sensibles au dégel du pergélisol, qui entraîne des glissements, tassements ou affaissements de terrain (Allard et Lemay, 2013; Jolivel et Allard, 2013). Depuis 1950, la limite méridionale du pergélisol au Québec s'est déplacée de 130 km vers le nord (Bouchard et coll., 2014; Thibault et Payette, 2009) et ce phénomène est appelé à se poursuivre dans cette région. En effet, les projections climatiques indiquent une hausse des précipitations extrêmes et hivernales sous forme de pluie en plus d'une augmentation des températures, ce qui aura pour effet d'accélérer le dégel du pergélisol (Vincent et coll., 2017; Ouranos, 2015c).

Des dommages importants ont déjà conduit à une révision des critères de conception des infrastructures sur pergélisol, et différents outils d'aide à la décision ont été élaborés pour soutenir le transfert et l'intégration des connaissances (Shah et King, 2017). Par exemple, des cartographies du potentiel de construction en fonction des conditions du sol et de la topographie ont été réalisées pour tous les villages sur pergélisol au Nunavik (Allard et L'Héreault, 2018; Allard et coll., 2017, 2010). Concrètement, les cartes peuvent servir à repérer les dépôts meubles qui sont instables et qui pourraient entraîner l'affaissement des structures (L'Héreau et coll., 2013). Elles peuvent également suggérer des techniques de construction ou des pratiques d'entretien adaptées dans un contexte de croissance démographique.

En ce qui concerne le secteur du transport, le programme de recherche en ingéniérie nordique ARQULUK a élaboré des solutions pour la conception et la gestion d'infrastructures sur pergélisol, dont un outil d'analyse quantitative de risques qui a pour potentiel d'améliorer les capacités d'adaptation aux changements climatiques (Brooks et coll., 2019; Lemieux et coll., 2018). Des innovations technologiques ont également été

testées, dont une vise à utiliser la fibre optique pour suivre l'évolution de la température du sol et capter les premiers signes de dégradation du pergélisol sur la route d'accès de l'aéroport de Salluit dans la région Nord-du-Québec (Allard et coll., 2017; Breton et coll., 2017; Roger et coll., 2015).

### 2.3.4 Sécurité alimentaire

Bien que la problématique de l'insécurité alimentaire semble s'amoindrir selon les résultats de l'Enquête régionale sur la santé des Premières Nations 2015 (excluant les Cris et les Inuit), c'est environ le quart des Autochtones qui font face à cette problématique comparativement à environ 8 % des ménages québécois non autochtones (Vinet-Lanouette et Godin, 2016; Commission de la santé et des services sociaux des Premières Nations du Québec et du Labrador, 2015; Institut national de santé publique du Québec, 2014; Bernard et Duhaime, 2006). En raison du manque d'accès aux ressources issues de la chasse, de la pêche et de la cueillette, certains doivent se tourner vers des aliments commerciaux, souvent moins nutritifs, dont les prix sont élevés et dont la disponibilité est restreinte, particulièrement en régions éloignées (Vinet-Lanouette et Godin, 2016; Commission de la santé et des services sociaux des Premières Nations du Québec et du Labrador, 2015; Rodon et Natcher, 2014; Kuhnlein et Receveur, 2007; Bernard et Duhaime, 2006). Or, les travaux sur la prévalence des maladies comme le diabète ou l'obésité en contexte autochtone révèlent une incidence beaucoup plus élevée de ces dernières en raison des modifications au régime alimentaire et la rareté de la nourriture traditionnelle (Hennigs et Bleau, 2017; Bergeron et coll., 2015; Foro et coll., 2013; Nieboer et coll., 2013).

La rareté de la nourriture traditionnelle est d'ailleurs appelée à s'accentuer avec les changements climatiques. Déjà, les Aînés autochtones constatent que les écosystèmes sont modifiés par le climat qui se réchauffe, ce qui a un impact sur la distribution, l'abondance et la santé des espèces de subsistance (voir l'étude de cas 2.1; Berteaux et coll., 2018a; Lynn et coll., 2013; Herrmann et coll., 2012). Par exemple, plusieurs chasseurs observent le déplacement du gibier vers le nord, la diminution des populations de certaines espèces indigènes et l'arrivée de nouvelles espèces (Cuerrier et coll., 2015; Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador, 2015; Radio-Canada, 2015a; St. Régis Mohawk tribe, 2013; Cree Trappers' Association, 2011). Au nord du Québec, l'abondance des salmonidés comme le touladi ou l'omble arctique, des sources importantes de nourriture de subsistance, risque de diminuer d'ici la fin du siècle en raison de la perte de refuges thermiques (eaux plus fraîches) causée par l'augmentation des températures (Bélanger et coll., 2017, 2013a).

### Étude de cas 2.1 : La Table ronde autochtone du caribou de la péninsule d'Ungava

Le caribou migrateur, une espèce vitale sur les plans culturel, spirituel et identitaire pour les Inuits, Naskapis, Innus et Cris, connaît actuellement un déclin dramatique (voir l'étude de cas 5.4 dans le chapitre « Services écosystémiques »; Mallory et Boyce, 2017; Taillon et coll., 2016). Par exemple, l'effectif du troupeau de la rivière George a diminué de 99 % depuis les années 1990; à l'automne 2018, on comptait seulement 5 500

caribous alors que l'effectif était estimé à 770 000 têtes en 1993 (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2018a; Uashat mak Mani-utenam, 2017). La hausse des températures a contribué à la survie des prédateurs, à la propagation des maladies, à l'instabilité de la glace ainsi qu'à la diminution des lichens. Ces impacts semblent modifier les tendances migratoires saisonnières des troupeaux et accentuer la contraction de leur aire de répartition vers le nord (voir la figure 2.4; Le Corre, 2016; Le Corre et coll., 2016; Leblond et coll., 2016; Taillon et coll., 2016; Sharma et coll., 2009). Certains chasseurs cris délaissent le caribou et s'adaptent en le remplaçant par l'orignal, dont la présence augmente sur le territoire de la baie James.

Dans le but d'assurer un rétablissement de ce troupeau et la pérennité de la présence du caribou sur le territoire, en 2013, sept nations autochtones ont fait preuve de leadership en créant la Table ronde autochtone du caribou de la péninsule d'Ungavan (TRACPU), une instance visant une gestion mieux coordonnée et à long terme du caribou. À la suite de quatre années de négociations, les sept parties prenantes autochtones en sont venues à une entente de gestion concertée de la faune, comportant une stratégie de gestion à long terme du caribou qui s'appuie sur les connaissances autochtones et scientifiques (Uashat mak Mani-utenam, 2017). De plus, les gestionnaires gouvernementaux de la faune suivent le trajet migratoire du caribou en temps réel grâce à des balises satellitaires, ce qui contribue à soutenir la prise de décision en matière de conservation de cette espèce.

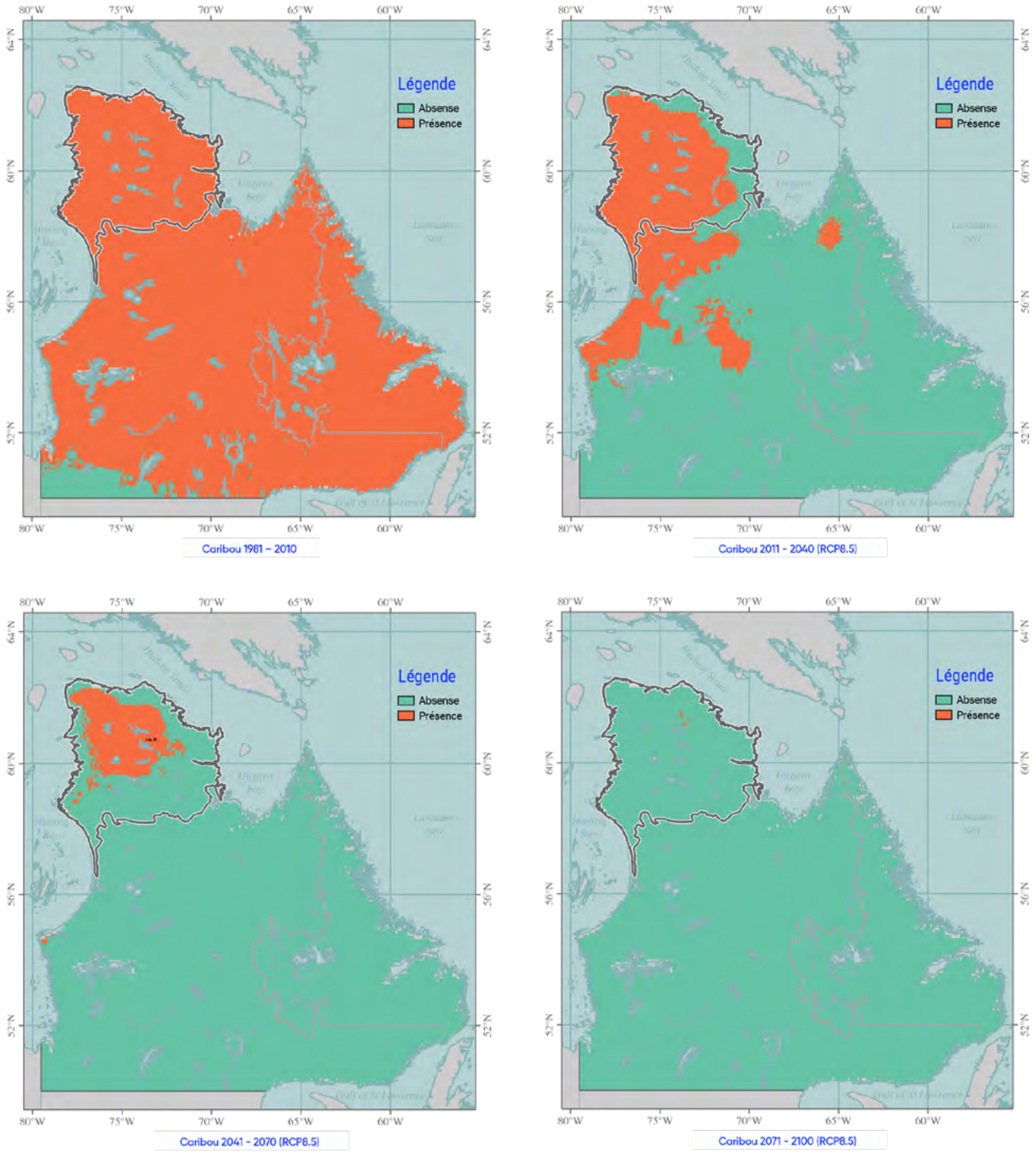



Figure 2.4 : Diminution de l'aire de répartition et déclin de l'effectif du caribou migrateur. Source : Berteaux et coll., 2018b – The Tundra Nunavik Project.

Comme l'état de santé des animaux de subsistance s'aggrave en raison de la détérioration de leur habitat et de l'augmentation des maladies, la qualité de la viande des espèces chassées et pêchées est affectée et la viande peut parfois être non comestible. Les communautés ont d'ailleurs noté une réduction du gras corporel chez les bêtes, un taux plus élevé de maladies et de parasites ainsi qu'une altération du goût de la viande (Pétrin-Desrosiers, 2017; Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador, 2015; Cree Trappers' Association, 2011). Certains parasites ou certaines bactéries peuvent être transmis à l'humain, occasionnant ainsi des infections bactériennes chroniques et même graves comme c'est le cas avec la furonculose (*A. salmonicida*) et les toxines de *C. Botulinum* (Tam et coll., 2011). De plus, les processus de préparation et de consommation de la viande sauvage crue ou fermentée, par exemple dans des conditions plus chaudes, accroissent le potentiel de développement, de propagation et d'exposition à des zoonoses (CBC News, 2017, 2016; Lowe et coll., 2014; Simon et coll., 2014a; Sampasa-Kanyinga et coll., 2013; Campagna et coll., 2011; Messier et coll., 2009; Levesque et coll., 2007). Afin d'éviter la transmission de ces maladies, les organismes régionaux de santé organisent annuellement des activités pour sensibiliser les chasseurs et leurs familles aux bonnes pratiques de préparation et de conservation de la nourriture traditionnelle.

Les petits fruits font aussi partie de l'alimentation des Autochtones et leur consommation est bénéfique pour la santé de ces derniers, car ils aident à prévenir des maladies chroniques ou cardiovasculaires comme le diabète ou l'hypertension (Lynn et coll., 2013). Or, en raison des températures plus élevées, les petits fruits du Québec méridional et central sont souvent secs et moins abondants (Cree Nation of Mistissini et Cree Nation Government, 2018; Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador, 2015; St. Régis Mohawk tribe, 2013; Cree Trappers' Association, 2011). Au Nunavik, l'augmentation de la présence d'arbustes entrave la croissance des espèces de petits fruits qui tolèrent moins bien l'ombrage (Lemay, 2017; Lussier, 2017; Cuerrier et coll., 2015; Myers-Smith et coll., 2015; Paradis et coll., 2014; Lavallée, 2013; McManus et coll., 2012). En général, les espèces qui dépendent d'un fort ensoleillement (p. ex. l'airelle rouge, le bleuet) auront une croissance plus limitée avec l'augmentation du couvert arbustif, tandis que les espèces tolérantes à l'ombrage (p. ex. la camarine noire, la chicouté) pourraient bénéficier de ces nouvelles conditions (Lévesque et coll., s.d.).

L'assèchement a également un effet sur la croissance et la disponibilité des plantes médicinales, limitant ainsi leur production d'huiles essentielles. Cela réduit leur potentiel curatif et leur utilisation à des fins médicinales (Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador, 2015; Jacques, 2015). Dans la région Eeyou Istchee Baie-James, les événements extrêmes et les températures plus élevées font varier la concentration en composés phénoliques actifs dans le thé du Labrador, réduisant ses propriétés thérapeutiques (Rapinski et coll., 2014). Dans d'autres cas, les plantes médicinales ont simplement disparu des territoires ancestraux et leur récolte doit se faire de plus en plus loin des endroits de cueillette habituels (Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador, 2015; Jacques, 2015).

Certaines cueilleuses s'adaptent au changement de distribution des petits fruits en utilisant les médias sociaux pour interagir et s'informer sur les bons emplacements pour la cueillette (Desbiens et Simard-Gagnon, 2012). Par ailleurs, un nombre croissant de communautés voient l'agriculture locale comme une stratégie complémentaire d'approvisionnement en fruits et légumes abordables et entretiennent des serres, des jardins communautaires et même des potagers de plantes médicinales. Ces initiatives peuvent créer un sentiment de fierté locale et d'autonomie tout en favorisant le développement économique (Lamalice et coll., 2016; Avard, 2015).

## 2.3.5 Maintien de l'intégrité culturelle et des connaissances autochtones

Tout comme la récolte, la préparation et le partage d'aliments de subsistance contribuent à la santé globale des familles et des communautés, ainsi qu'au maintien de l'intégrité du lien entre ces dernières et le territoire ancestral. Les effets des changements climatiques risquent par conséquent de provoquer une perte de patrimoine culturel pour les Peuples autochtones au Québec (Bergeron et coll., 2015; Laflamme, 2014; Simard-Gagnon, 2013). En effet, la cueillette de petits fruits, la chasse et l'artisanat constituent d'importants piliers d'enracinement culturel et linguistique dont les expressions variables caractérisent l'identité particulière de chacun de ces groupes (Hennigs et Bleau, 2017; Bergeron et coll., 2015; Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador, 2015; Desbiens et Simard-Gagnon, 2012; Cree Working Group on the Plan Nord, 2011). De nombreux Peuples autochtones considèrent d'ailleurs que la santé individuelle et celle de leur communauté reposent sur la santé de l'environnement naturel (Brisson et Bouchard-Bastien, 2014; Adelson, 2000). Les changements climatiques ont ainsi pour effet de rompre ce lien qui est primordial pour l'identité culturelle, le transfert des connaissances (Hennigs et Bleau, 2017; Pétrin-Desrosiers, 2017; Foro et coll., 2013) et la santé mentale (voir le chapitre « Collectivités rurales et éloignées »; Clayton et coll., 2017; Cunsolo Willox et coll., 2012; Hess et coll., 2008; Albrecht et coll., 2007; Basso, 1996). « C'est une partie de notre culture aussi qui risque de disparaître avec chaque espèce qui va s'en aller, » dit Jimmy Papatie, Algonquin de Kitcisakik.

Chez les Abénakis, la fabrication de paniers de frêne noir, une pratique culturelle très importante, risque de disparaître en raison de l'invasion par l'agrile du frêne qui est amplifiée par les changements climatiques (Unpointcinq, 2018; Radio-Canada, 2017a; Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador, 2015). Les modifications du territoire et de son utilisation entraînent aussi une perte d'expertise locale quant aux connaissances fondamentales du territoire transmises au fil de l'histoire (Foro et coll., 2013; Downing et Cuerrier, 2011). Certains termes ancestraux (p. ex. le nom des mois chez les Cris) utilisés pour décrire l'environnement ne sont d'ailleurs plus appropriés en raison du décalage des saisons et des nouveaux phénomènes météorologiques attribuables aux changements climatiques (Laforest et coll., 2018; UNESCO, 2017; Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador, 2015).« Novembre est le mois où nous étions en mesure de marcher sans nous préoccuper des conditions de glace, mais ce n'est plus vrai maintenant, » dit un membre de la communauté de Whapmagoostui (Laforest et coll., 2018).

Il existe des initiatives afin de contrer la diminution de la transmission des connaissances et des pratiques autochtones. Par exemple, dans les communautés cries de Mistissini et Waswanipi, des rencontres intergénérationnelles sont organisées régulièrement incluant des activités comme la préparation d'aliments traditionnels, l'apprentissage sur l'utilisation de plantes médicinales et l'artisanat (p. ex. la fabrication de raquettes et de mocassins, le tannage de peaux, etc.) (Longchap et Bell, 2018; Laberge Gaudin et coll., 2014).

En somme, les changements climatiques affectent plusieurs aspects de la vie des Peuples autochtones au Québec. Puisant dans leurs connaissances traditionnelles, leurs valeurs et leurs visions du monde, ils innovent en proposant des mesures d'adaptation qui se distinguent par une réelle prise en compte de l'interdépendance des humains avec la nature. Les mesures qu'ils préconisent sont aussi avant-gardistes puisqu'elles reposent sur une considération des aspirations et des besoins des générations futures. En ce sens, elles sont sources d'inspiration et de résilience pour toutes les sociétés, qu'elles soient autochtones ou non.

# 2.4 Les milieux urbains font face à des aléas climatiques croissants

**Les milieux urbains font face à des enjeux importants de santé, de sécurité publique et de dégradation de l'environnement qui s'aggraveront dans les prochaines décennies en raison des changements climatiques. Au Québec, ce sont les villes qui accueillent la majorité de la population et qui doivent notamment composer avec des problèmes grandissants, tels que les îlots de chaleur et la gestion des eaux pluviales. De plus en plus de municipalités se dotent de plans et de stratégies d'adaptation pour mieux faire face aux aléas climatiques.**

*Au sein des milieux urbains québécois, les populations font face à des canicules importantes, et les événements de fortes pluies peuvent surcharger les systèmes d'égouts et de gestion des eaux pluviales, en plus d'engendrer des épisodes de surverse d'eaux usées dans l'environnement. De plus, l'étalement urbain prend de l'ampleur et plusieurs caractéristiques de l'aménagement qui en résultent, comme l'imperméabilisation des sols, aggravent les impacts de ces aléas climatiques. D'autres aléas comme les cycles de gel-dégel peuvent aussi affecter négativement l'enveloppe des bâtiments et les infrastructures telles que les chaussées. En raison des changements climatiques, ces aléas sont appelés à s'intensifier, aggravant les impacts qu'ils engendrent. La conservation d'espaces végétalisés, l'implantation d'infrastructures vertes, une meilleure gestion des eaux pluviales ainsi que le développement d'outils d'analyse des vulnérabilités sont quelques exemples de mesures que les collectivités urbaines du Québec mettent progressivement en place pour s'adapter aux changements climatiques.*

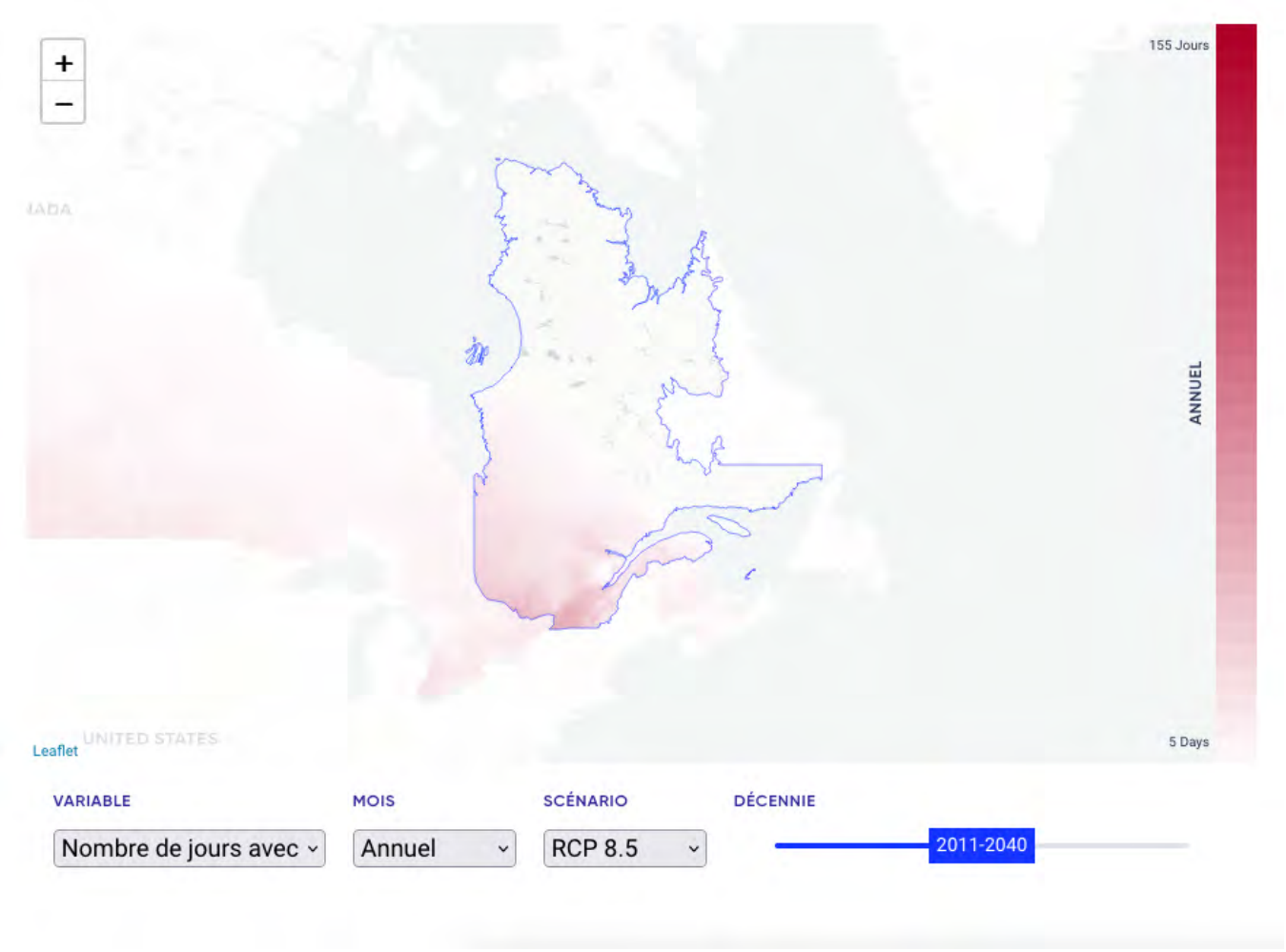
## 2.4.1 Introduction

Les milieux urbanisés accueillent près de 80 % de la population du Québec (Institut de la statistique du Québec (ISQ), 2020) et concentrent les infrastructures, les bâtiments et les équipements nécessaires à la production de biens matériels, de distribution de services et de consommation à la base des activités socio-économiques. Le Québec compte 10 villes de plus de 100 000 habitants et certaines possèdent un taux de croissance marquée en plus d'être sujettes à l'étalement urbain (Institut de la statistique du Québec, 2018a; Statistique Canada, 2016b). Les villes sont aux premières lignes des impacts des changements climatiques, car en plus de jouer un important rôle dans la réduction des émissions de GES, elles doivent gérer de nombreuses conséquences de ces changements (voir le chapitre « Villes et milieux urbains »).

## 2.4.2 Épisodes de chaleur extrême

Au Québec, les épisodes de chaleur extrême durant l'été sont appelés à s'intensifier en durée et en fréquence (voir la figure 2.2 et le portail Portraits climatiques d'Ouranos [Ouranos, 2018c] pour des figures supplémentaires; Ouranos, 2015b). En milieu urbain, l'absence de végétation, l'imperméabilisation des sols, les surfaces foncées, la morphologie urbaine et la chaleur anthropique, comme celle émise par les moteurs des véhicules, accentuent ces épisodes et favorisent la création d'îlots de chaleur (Collectivités viables, 2013;

Sentenac, 2016; Environnement Canada, 2014; Bureau de normalisation du Québec, 2013; Anquez et Herlem, 2011; Institut national de santé publique du Québec, 2010; Giguere, 2009).




Aperçu de la figure interactive Figure 2.2.

Sur des périodes prolongées, cette chaleur a de nombreuses répercussions négatives sur la santé des populations (voir la section 2.2). En effet, elle favorise la formation de smog et dégrade la qualité de l'air, qui n'est pas toujours optimale en milieu urbain (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2018; Schnell et Prather, 2017; Weichenthal et coll., 2016; Kelly et Fussell, 2015; Kelly et coll., 2012; Lebel et coll., 2012). D'autre part, au-delà de certains seuils, ces températures peuvent provoquer des problèmes de santé comme des coups de chaleur et de la déshydratation, et sont liées à des taux de mortalité plus élevés. C'est particulièrement le cas lors des périodes de canicule où la température demeure très élevée durant plusieurs journées et nuits consécutives (Larrivée et coll., 2015). Les principaux groupes vulnérables sont les personnes âgées et les personnes plus jeunes qui ont déjà des problèmes de santé, notamment de santé mentale, ainsi que des personnes vivant dans des milieux défavorisés (Bélanger et coll., 2016, 2015; Smargiassi et coll., 2009).

Les communautés métropolitaines de Montréal et de Québec sont les endroits où l'on retrouve les principaux îlots de chaleur urbains (voir la figure 2.5; Ministère de la Sécurité publique du Québec, 2018a) mais d'autres villes, comme Trois-Rivières, Sherbrooke et Gatineau, dont les centres-villes sont denses et peu végétalisés, doivent aussi faire face à cet enjeu. En 2018, une période de canicule a été ressentie dans tout le sud du Québec, causant près d'une centaine de décès de personnes résidant majoritairement dans des îlots de chaleur à Montréal (voir le chapitre « Villes et milieux urbains »; Lebel et coll., 2019; Bélice, 2018; Direction régionale de santé publique du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal, 2018).

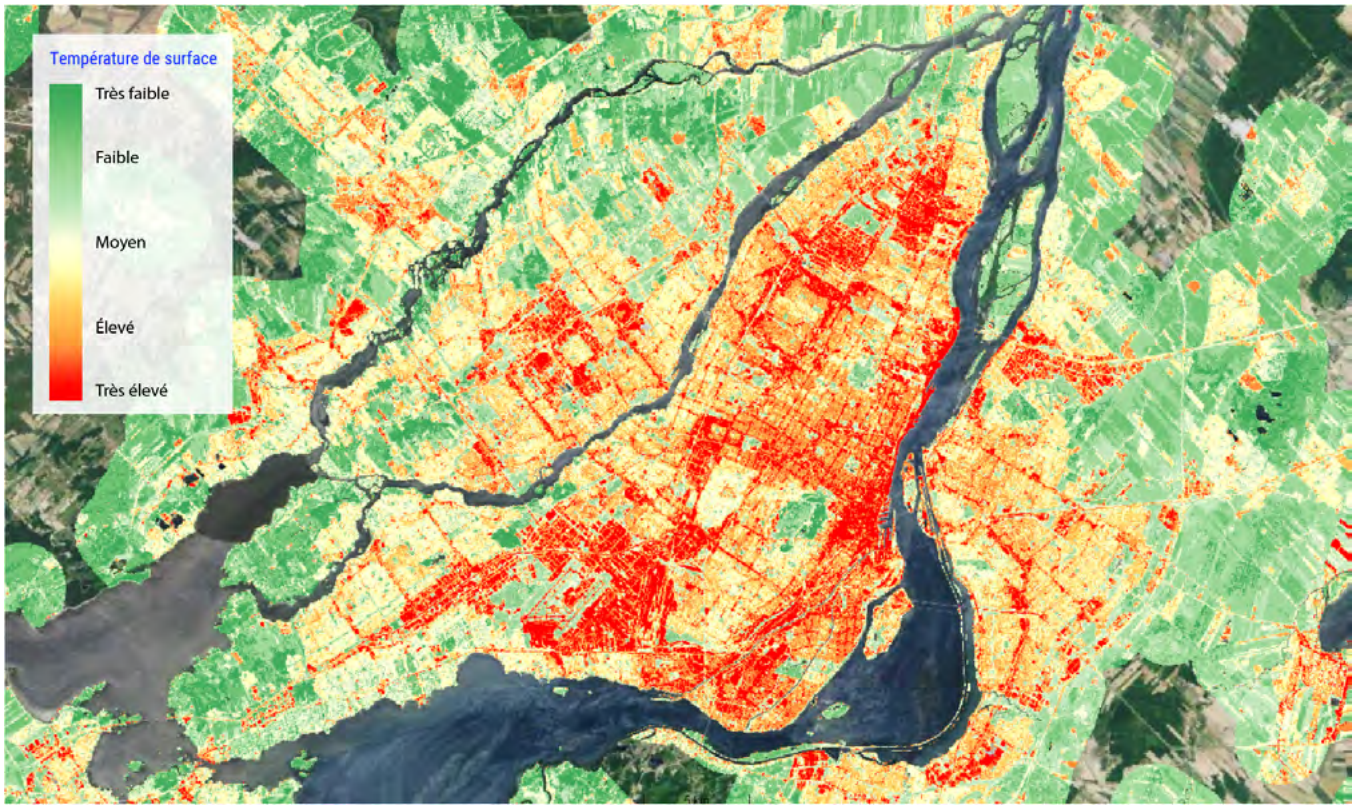



Figure 2.5 : Carte des îlots de chaleur à Montréal, Québec. Source : Ministère de la Sécurité publique du Québec, 2018a.

## 2.4.3 Gestion des eaux pluviales en milieu urbain

Il est projeté que les changements climatiques provoquent une augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de pluies extrêmes, ce qui peut mener à une surcharge des systèmes d'égouts et de la gestion des eaux pluviales ainsi qu'à des débordements d'eaux usées en milieu urbain (Ouranos, 2018c, 2015a, b; Tilmant et coll., 2017; Mailhot et coll., 2014; Sillmann et coll., 2013; Monette et coll., 2012).

Au cours des dernières décennies, l'étalement urbain a eu comme conséquence une imperméabilisation d'une proportion importante des sols, augmentant ainsi le ruissellement des eaux de pluie (Thomas et Da Cunha, 2017). La plupart des villes ont encore des conduites de type unitaire dans leurs secteurs les plus

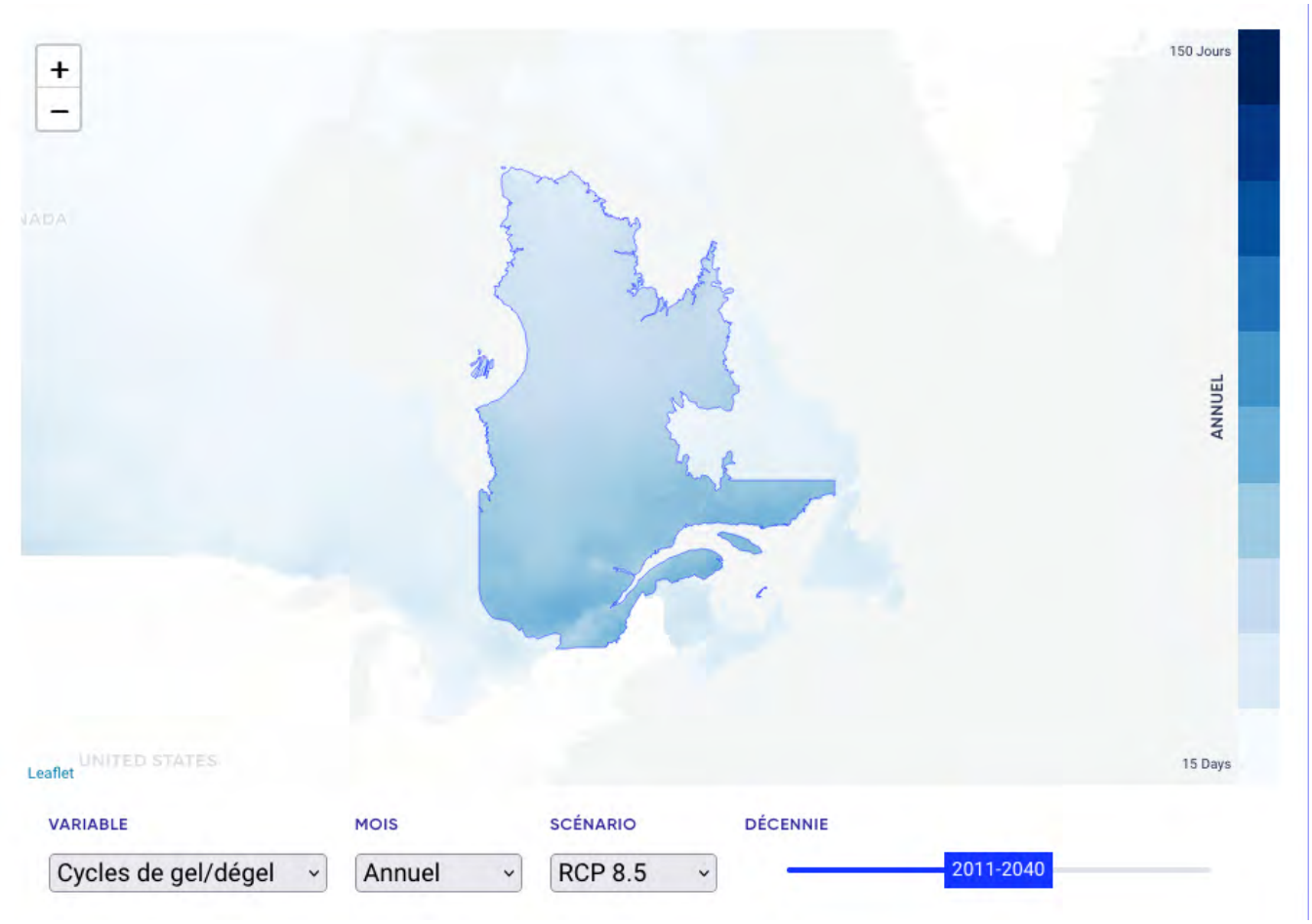
anciens, c'est-à-dire qu'elles combinent le drainage des eaux de ruissellement avec celui des eaux usées. Pour l'ensemble du Québec, cela représente près de 30 % de la longueur totale du réseau de conduites, alors que ce pourcentage s'élève à près de 70 % à Montréal (Ville de Montréal, 2018c; Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines, 2017).

Lors d'épisodes pluvieux importants, ces conduites voient rapidement leur capacité dépassée, surtout lorsqu'elles sont en aval d'une pente (Osseyrane et coll., 2012). Cela peut alors provoquer des débordements par les systèmes de surverses ou encore par les regards d'égouts ainsi que par les refoulements dans les résidences (Mailhot et coll., 2014; Ministère des Affaires municipales et Occupation du Territoire, 2014; Osseyrane et coll., 2012) inondant et polluant les espaces publics, les infrastructures de transport, les bâtiments et les eaux limitrophes aux centres urbanisés (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2018; Thomas et Da Cunha, 2017).

Les volumes d'eau pouvant être déversés ne sont pas négligeables. Pour les villes situées le long des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, le volume des débordements des réseaux d'égouts unitaires représente déjà plus de 90 milliards de litres d'eaux usées brutes rejetées annuellement (Mailhot et coll., 2014). Les contaminants souvent retrouvés dans ces eaux de surverse – comme les agents pathogènes, métaux, phosphore, etc. (Ville de Montréal, 2018c) – sont nuisibles aux écosystèmes aquatiques et riverains, et limitent les possibilités d'usage pour des raisons de santé publique (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2018; Jalliffier-Verne et coll., 2017). Par exemple, en temps de fortes pluies, la rivière Saint-Charles, qui traverse la Ville de Québec, reçoit des surverses dont la contamination en fait l'un des cours d'eau les plus touchés par la pollution microbienne au Québec. Malgré l'ajout de réservoirs de rétention qui ont permis de passer de 80 débordements estivaux à seulement quatre et d'imposants travaux de naturalisation des berges, son utilisation à des fins récréatives est interdite en raison des débordements qui subsistent et qui affectent la qualité de l'eau (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2018; Ville de Québec, 2018b).

### 2.4.4 Enjeux relatifs aux infrastructures

En plus des vagues de chaleur et des précipitations intenses, d'autres variables climatiques comme les cycles gel-dégel en période hivernale peuvent altérer prématurément l'enveloppe et la structure des bâtiments et d'autres infrastructures telles que les chaussées (Dawson et coll., 2018; Amec Foster Wheeler Environment & Infrastructure et Credit Valley Conservation, 2017; Olivry, 2012; Auld et coll., 2007) et engendrer des enjeux de sécurité publique (Thomas et Da Cunha, 2017; Valiquette et coll., 2013). Le Québec est d'ailleurs reconnu pour ses nids-de-poule, lesquels sont attribuables à des infiltrations d'eau dans la chaussée qui, lorsqu'elles gèlent, prennent de l'expansion et soulèvent la chaussée, causant des dépressions et des affaissements (Ville de Montréal, 2018a). Ce phénomène est accentué par les périodes de redoux hivernales de plus en plus fréquentes en raison de changements climatiques (voir la figure 2.2 et le portail Portraits climatiques d'Ouranos [Ouranos, 2018c] pour des figures supplémentaires) et coûte cher aux municipalités. À titre d'exemple, en 2018, la Ville de Montréal a colmaté plus de 175 000 trous dans la chaussée, ce qui a coûté plus de 3 millions de dollars (Portail données ouvertes de la Ville de Montréal, 2018).




Aperçu de la figure interactive Figure 2.2.

Les bâtiments et infrastructures sont des éléments qui ont généralement une longue durée de vie. Il incombe donc aux ingénieurs et aux professionnels en aménagement du territoire, en urbanisme et en architecture de tenir compte de l'évolution des conditions climatiques afin d'adapter les normes et les critères de la conception de bâtiments et d'autres infrastructures, les techniques de construction, ainsi que les pratiques de gestion et d'entretien des actifs (Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec, 2018; The Institute for Catastrophic Loss Reduction, 2018; Mailhot et coll., 2018; Ministère de la Santé et des Services sociaux, 2017; Roy et coll., 2017; Ingénieurs Canada, 2016; Osseyrane et Kamal, 2012b; Auld et coll., 2007).

## 2.4.5 Mesures d'adaptation

En milieu urbain, la conservation des espaces naturels et l'intégration d'infrastructures vertes telles que des rues et ruelles vertes, des jardins communautaires, des toits verts, des arbres de rue et des parcs, sont considérées comme des mesures d'adaptation particulièrement prometteuses (voir le chapitre « Villes et

milieux urbains » ainsi que l'étude de cas 2.2). Ces mesures d'adaptation répondent à la fois aux problèmes d'îlots de chaleur urbains en diminuant la température de l'air (Sentenac, 2016; Dubois, 2014; Environnement Canada, 2014) et aux problèmes de qualité de l'air (Dadvand et Nieuwenhuijsen, 2018; Franchini et Mannucci, 2018; Vergriete et Labrecque, 2007), en plus de contribuer à mieux gérer les eaux de ruissellement et d'agir comme agent filtrant (Petit et coll., 2018). Elles comportent également de nombreux autres bénéfices tels que l'augmentation de la biodiversité, l'amélioration du cadre de vie pour une meilleure santé physique et mentale, et la bonification des qualités esthétiques et de la valeur économique du milieu où elles se situent (Cloutier, 2018; Beaudoin et Levasseur, 2017; Revéret, 2017; Thomas et Da Cunha, 2017; Collectivités viables, 2013).

Plusieurs initiatives de verdissement portées par des citoyens, des organismes communautaires ou des acteurs publics prennent forme dans les villes du Québec (Cloutier, 2018), incluant les exemples suivants : Le grand projet de la rue Saint-Maurice (voir l'étude de cas 2.2), Milieux de vie en santé (Nature Québec, s.d.), Interventions locales en environnement et aménagement urbain (ILEAU, s.d.), Attestation stationnements écoresponsables (Conseil régional de l'environnement de Montréal, s.d.), Vision de l'arbre de la Ville de Québec (Ville de Québec, 2016), Cultive ta ville (Laboratoire sur l'agriculture urbaine AU/LAB, 2021), le Plan d'action canopée de Montréal (Ville de Montréal et Direction des grands parcs et du verdissement, 2012) et plusieurs autres.

Pour lutter contre les îlots de chaleur, plusieurs collectivités, dont Montréal, ont aussi adopté des règlements privilégiant l'utilisation de revêtements de toitures plus réfléchissants afin de limiter l'absorption du rayonnement solaire par les toits (Ville de Montréal, 2016). De plus en plus de villes au Québec qui vivent des problématiques de la chaleur, comme Montréal, se dotent d'un plan d'intervention en cas de chaleur extrême (Centres intégrés universitaires de santé et de services sociaux du Centre-Sude-de-l'Île-de-Montréal, 2018). Diverses mesures d'adaptation dans les bâtiments résidentiels, commerciaux et institutionnels visent à assurer le confort thermique lorsqu'il fait chaud et humide; quelques exemples de ces mesures sont l'aération (ouverture des fenêtres), la ventilation mécanique et la climatisation. D'autres mesures individuelles comme l'hydratation, la prise de douche, l'accès à des endroits frais, que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment, sont encouragées par l'Institut national de santé publique du Québec (2016).

La gestion efficace des eaux de pluie passe quant à elle par une panoplie de mesures. Le contrôle à la source comme le débranchement des gouttières, les systèmes de biorétention ou les bassins de rétention sont des mesures qui apparaissent progressivement dans les municipalités du Québec (Mailhot et coll., 2018, 2014; Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports, 2017; Ouranos, 2015c; Dorner, 2013). Certaines villes rendent d'ailleurs obligatoire le débranchement des gouttières du réseau d'égouts (Ville de Drummondville, 2016).

D'autres mesures comme la séparation des réseaux pluvial et sanitaire ou le redimensionnement de conduites et de bassins de rétention sont parfois nécessaires (Mailhot et coll., 2018, 2014; Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports, 2017; Ouranos, 2015b). Dans le cas où l'on souhaite installer ou prolonger des égouts pluviaux, il faut d'ailleurs maintenant respecter certains critères de calcul établis par le gouvernement du Québec pour évaluer les dimensions de ces ouvrages. Selon ces critères, une majoration de 18 % doit être appliquée aux intensités de précipitations de périodes de retour de plus de deux ans pour tenir compte des effets des changements climatiques (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2017a). Un guide d'autodiagnostic municipal en gestion durable des eaux pluviales a été produit afin de soutenir les municipalités dans leur compréhension de l'enjeu,

de sensibiliser les différents acteurs et de valoriser les bonnes pratiques (Bleau et coll., 2018; Regroupement des Organismes de Bassins Versants du Québec, 2016).

Du côté des infrastructures, les mesures d'adaptation possibles sont nombreuses. Elles varient selon le type d'aléa et le type d'infrastructure. Elles peuvent autant concerner le choix des matériaux que les pratiques de conception, de construction, d'opération, de gestion, d'entretien et de réfection (Mailhot et coll., 2018; The Institute for Catastrophic Loss Reduction, 2018; Ministère de la Santé et des Services sociaux, 2017; Bureau de normalisation du Québec, 2013; Osseyrane et Kamal, 2012a). Quelques exemples incluent adapter la profondeur des fondations aux profondeurs de gel du sol (Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec, 2018), assurer que l'enveloppe empêche l'humidité de pénétrer dans la structure, ou encore privilégier des matériaux résistants à de nombreux cycles gel-dégel (Auld et coll., 2007).

Afin de sélectionner les meilleures pratiques d'adaptation aux changements climatiques, Ingénieurs Canada propose le protocole d'ingénierie du Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques (CVIIP). Il s'agit d'un outil qui aide d'abord à évaluer les vulnérabilités et la capacité d'adaptation d'éléments d'infrastructure individuels sur l'ensemble de leur cycle de vie (conception, exploitation et entretien) (Ingénieurs Canada, 2016). Ces évaluations permettent ensuite de poser des jugements techniques éclairés sur les composantes qui doivent être adaptées. Depuis sa conception, l'outil a été utilisé avec succès pour plusieurs types d'infrastructures et systèmes urbains et dans plusieurs villes du Québec, dont Montréal (Trépanier et Haf, 2015), Laval (Lamarre et Galarneau, 2011) et Trois-Rivières (Osseyrane et Kamal, 2012a). Bien que l'accès à des données climatiques spécifiques pour le cadre bâti demeure limité (Roy et coll., 2017), l'outil permet de prioriser les principaux risques pour les systèmes à l'étude et d'identifier des mesures pertinentes pour les adapter à des conditions changeantes. Ces mesures peuvent inclure le suivi de l'état des composantes du système, des programmes de formation pour les opérateurs et gestionnaires, la révision des programmes d'entretien, etc.

D'autre part, en vertu de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, les projets soumis à une évaluation environnementale doivent maintenant tenir compte des potentiels impacts des changements climatiques sur le projet, ainsi que l'impact combiné des changements climatiques et du projet sur le milieu récepteur (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2021c).

Enfin, les acteurs du monde municipal québécois ont accès à une base de données regroupant près de 500 ressources (guides, rapports, outils, méthodes, etc.) portant sur l'ensemble des enjeux climatiques touchant le milieu urbain (Bleau et coll., 2018). Un guide d'élaboration d'un plan d'adaptation aux changements climatiques destiné au milieu municipal est également disponible (Ouranos, 2010). Bien que la plupart des municipalités en sont aux premières étapes de l'adaptation (Valois et coll., 2017b; c), quelques-unes d'entre elles ont déjà élaboré, voire adopté des plans et des stratégies d'adaptation aux changements climatiques (Thomas et Da Cunha, 2017), dont Trois-Rivières (Ville de Trois-Rivières, s.d.), l'agglomération de Montréal (Ville de Montréal, 2015), Laval (Ville de Laval, s.d.), Sherbrooke (Enviro-accès, 2013), Québec (Ville de Québec, 2018a), Rivière-au-Tonnerre (Beaulieu et Santos Silva, 2014), ainsi que les communautés autochtones de Odanak et de Wôlinak (Grand Conseil de la Nation Waban-Aki, 2015b). Il est à noter que les populations et les municipalités rurales et éloignées ont généralement des capacités financières et humaines plus limitées, ce qui peut complexifier l'adaptation aux changements climatiques dans ces milieux (voir le chapitre « Collectivités rurales et éloignées »; Mehiriz et Gosselin, 2016).

## Étude de cas 2.2 : Projet de la rue Saint-Maurice

Un tronçon de la rue Saint-Maurice à Trois-Rivières a été rénové afin de lutter contre les îlots de chaleur et de diminuer le ruissellement des eaux pluviales (voir la figure 2.6; voir l'étude de cas 2.6 du chapitre « Villes et milieux urbains »). Des espaces de stationnement en bordure de rue ont été remplacés par des plates-bandes captant et filtrant l'eau de pluie dans lesquelles plus de 135 arbres, 1 000 arbustes et 18 000 plantes ont été plantés. L'ensemble des travaux vise également à favoriser la recharge de la nappe phréatique, source principale d'eau potable d'un secteur de la ville (Ville de Trois-Rivières, 2018).




Figure 2.6 : Projet de réaménagement de la rue Saint-Maurice à Trois-Rivières. Source : Ville de Trois-Rivières, 2018.

Devant le caractère exemplaire de cette réalisation municipale, l'Association des ingénieurs municipaux du Québec a décerné à la Ville de Trois-Rivières le prix Génie-Méritas 2018 (Ville de Trois-Rivières, 2018). Ce projet, réalisé entre 2017 et 2018, fait dorénavant l'objet d'un suivi afin de mesurer la performance des infrastructures vertes en contexte de changements climatiques relativement à la qualité et à la quantité d'eau à la sortie de ces infrastructures (Ouranos, 2017c).

# 2.5 Les zones côtières de l'est du Québec sont de plus en plus menacées par des aléas climatiques

**Les zones côtières de l'est du Québec sont aux prises avec des enjeux importants d'érosion et de submersion côtières, exacerbés par la réduction du couvert de glace qui amplifie l'impact des tempêtes. Devant la gravité des impacts cumulés sur les environnements côtiers, les populations habitant le long du littoral québécois aménagent leur territoire autrement pour s'adapter aux changements climatiques.**

*Les changements climatiques modifient les conditions d'englacement et le niveau marin relatif du golfe et de l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Ceci aggrave et continuera d'aggraver les effets des tempêtes en hiver, en accentuant l'érosion et la submersion côtières. L'importance des dégâts matériels et des impacts environnementaux qui peuvent en résulter fait en sorte que les communautés doivent aménager leur littoral autrement. Démantèlements de murs et d'enrochements, reconstructions de milieux naturels, déplacements de résidences et interdictions de construire le long du littoral sont des exemples de mesures mises en œuvre pour adapter les milieux côtiers aux impacts des changements climatiques.*

## 2.5.1 Introduction

Avec l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent, l'est du Québec possède un important littoral qui s'étend sur plus de 3 250 km (voir la figure 2.7; Bernatchez et coll., 2015). La vitalité économique et la sécurité des populations qui y vivent dépendent des services rendus par les écosystèmes côtiers tels que les plages, les barachois (une étendue d'eau saumâtre, séparée de la mer par un banc de sable ou de gravier), les lagunes et les marais côtiers (voir le chapitre « Services écosystémiques »). Les collectivités dépendent aussi d'infrastructures essentielles situées dans la zone côtière (routes nationales, ports, quais, marinas, etc.), qui soutiennent les principales industries comme la pêche, le tourisme et le secteur minier (Bourque et Simonet, 2008). Or le littoral de la zone maritime du Saint-Laurent est particulièrement sensible aux aléas climatiques et hydrologiques à cause de sa nature géologique.

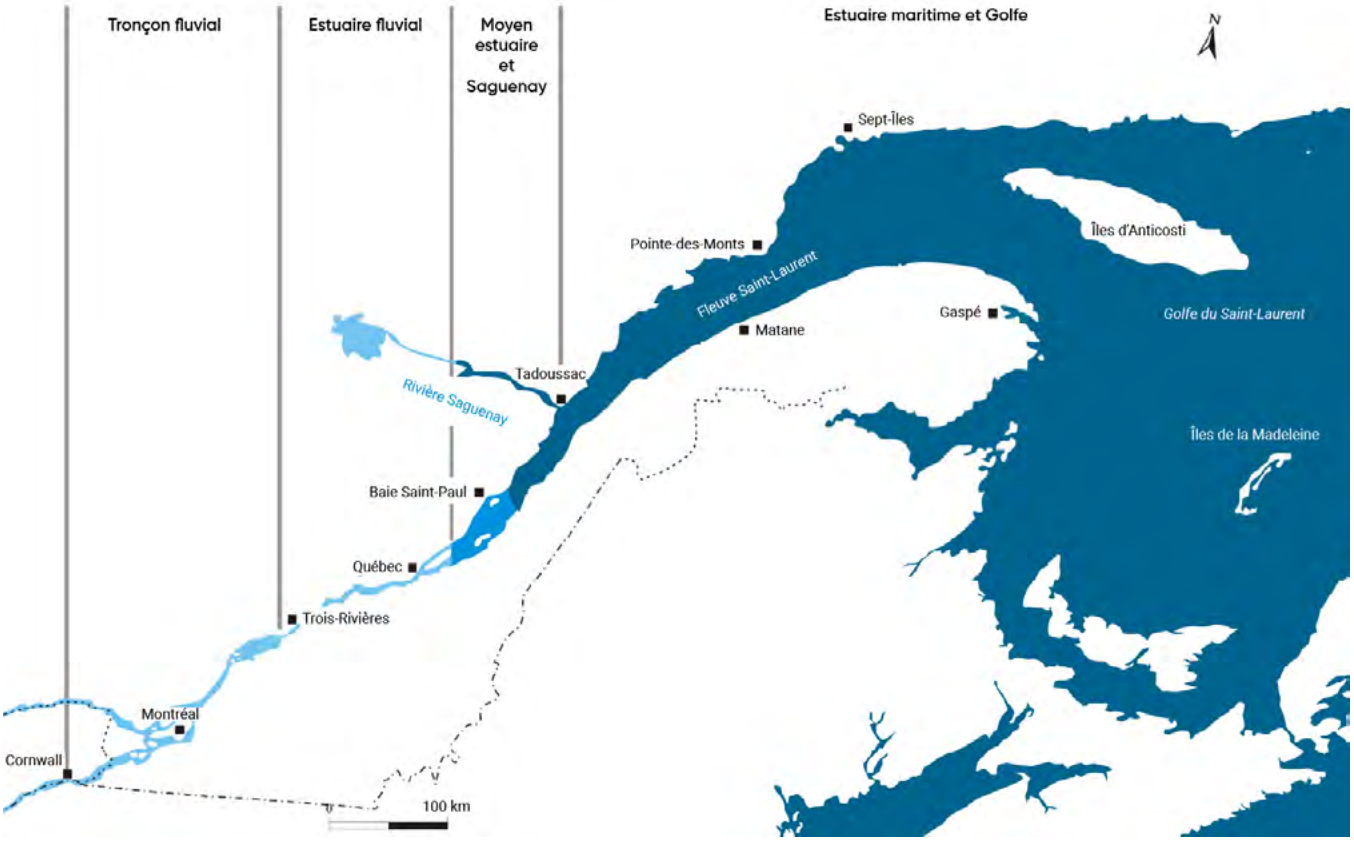



Figure 2.7 : Tronçon fluvial, estuaire et golfe du Saint-Laurent. Source : Plan d'action Saint-Laurent, s.d.

## 2.5.2 Réduction du couvert de glace

En raison du réchauffement des températures, une réduction du couvert de glace et de la période d'englacement a été observée dans la zone maritime du Saint-Laurent depuis plusieurs décennies, et cette tendance est appelée à se poursuivre (Galbraith et coll., 2017). Conséquemment, les côtes sont moins bien protégées par les glaces et sont plus vulnérables à l'assaut des vagues (Savard et coll., 2008) et surtout des vagues de tempête. En 2016, année pendant laquelle les conditions d'englacement étaient sous la normale (Galbraith et coll., 2017), la tempête du 16 décembre a sectionné la route 132, isolant ainsi durant trois jours le village de La Martre, en Gaspésie (voir la figure 2.8; Sûreté du Québec, 2016). Ces types d'événements (absence de glaces et tempêtes), sont déjà fréquents dans ces régions[1] mais les changements climatiques pourraient, en modifiant leur fréquence et leur intensité en période hivernale, accentuer leurs impacts (Senneville et coll., 2014).

1 Exemples de tempêtes récentes : 30 décembre 2016 en Gaspésie, 30 décembre 2017 sur la Côte-Nord, 29 novembre 2018 aux Îles-de-la-Madeleine (Dubé, 2016; St-Pierre, 2017; Saint-Arnaud et Lowrie, 2018).



Figure 2.8 : Des sections de la route 132 emportées par les vagues à La Martre en Gaspésie. Source : Sûreté du Québec, 2016.

## 2.5.3 Hausse du niveau marin, érosion et submersion

En plus de la diminution du couvert de glace, une hausse du niveau relatif de la mer est attendue (James et coll., 2014). Elle sera variable d'une région à l'autre (Savard et coll., 2008), mais plus marquée à certains endroits comme aux Îles-de-la-Madeleine. La submersion y sera accentuée par le fait que les îles s'enfoncent graduellement à cause du phénomène de subsidence de la croûte terrestre[2] (Boyer-Villemaire et coll., 2016).

D'autre part, il faut noter que le littoral de la zone maritime du Saint-Laurent dans son ensemble est particulièrement sensible à l'érosion en raison de sa composition géologique de roches sédimentaires

2 La subsidence est un affaissement progressif de la croûte terrestre en raison de la déglaciation de l'ancienne calotte glacière, nomée Inlandsis continental (il y a 20 à 25 000 ans). À certains endroits c'est plutôt un relèvement qui a lieu (Atkinson et coll., 2016).

meubles et friables (Morneau et coll., 2014). Ainsi, en 2013, 50 % du littoral était en érosion et 43 % était potentiellement à risque de submersion (Bernatchez, 2015). Bien que le recul annuel moyen de la côte varie selon les secteurs, par endroits, il dépasse 1 m/an (Chaire de recherche en géoscience côtière et Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, 2018). L'érosion est très importante sur la Côte-Nord, notamment sur le territoire de Uashat Mak Mani-Utenam, où elle est accentuée par les vagues de tempêtes, les glissements de terrain, ainsi que la diminution de la glace côtière (Bernatchez et coll., 2012).

## 2.5.4 Impacts sur les infrastructures, les populations et les écosystèmes côtiers de l'est du Québec

Les changements climatiques pourraient aussi avoir diverses conséquences graves sur les infrastructures (Circé et coll., 2016c). Par exemple, si aucune mesure d'adaptation n'est mise en place, plus de 5 000 bâtiments et près de 300 km de routes pourraient être exposés à l'érosion d'ici 2065 (Bernatchez et coll., 2015; Larrivée et coll., 2015). Ces conséquences conduiraient à une perte économique de près de 1,5 milliard de dollars d'ici le milieu du siècle (Bernatchez et coll., 2015), en plus d'exposer les collectivités à des risques d'isolement géographique (Boyer-Villemaire et coll., 2014; Drejza et coll., 2014b).

Les modifications territoriales, par la détérioration du paysage et de son usage récréatif, les dommages au patrimoine historique et culturel, ainsi que la perte d'accès à la mer entraînent une diminution du bien-être et de la santé mentale (anxiété, insécurité, etc.) (Circé et coll., 2016c; Lapointe et coll., 2015; Boyer et Villa, 2011). Les populations riveraines et côtières sont d'ailleurs plus susceptibles de subir des impacts psychosociaux (choc post-traumatique, dépression, etc.) et physiques (problèmes cardiaques, respiratoires et cutanés) importants en raison de leur exposition aux inondations, à l'érosion et à la submersion (Saulnier et coll., 2017; Vanasse et coll., 2015; Lane et coll., 2013; Alderman et coll., 2012). L'est du Québec est particulièrement à risque en raison de sa population vieillissante et est moins favorisée sur le plan économique (voir la section 2.2; Institut national de santé publique du Québec, Avenir d'enfants et Québec en forme, 2018). Ces modifications pourraient également occasionner une baisse d'achalandage touristique, des activités de l'industrie maritime et des pêches, entraînant des pertes importantes de revenus pour les régions (voir l'encadré 2.1; voir l'étude de cas 2.3; Circé et coll., 2016c).

Les écosystèmes côtiers, qui jouent un rôle essentiel dans la protection du littoral et la filtration des eaux, subiront aussi des impacts (Van et Faure, 2016; Bernatchez et Fraser, 2012). L'effet combiné de la hausse du niveau de la mer et de la présence d'obstacles naturels (p.ex. des falaises) ou anthropiques (p. ex. des routes, des murs, des enrochements) freine le déplacement naturel de l'écosystème vers l'intérieur des terres, ce qui entraîne une perte de sa superficie, phénomène qui se nomme coincement côtier (voir le chapitre « Services écosystémiques »; Bernatchez et coll., 2016; Bernatchez et Quintin, 2016). Actuellement, 43 % des écosystèmes côtiers du Québec maritime n'ont aucune marge de recul, car ils sont situés à moins de 5 mètres d'un obstacle (voir la figure 2.9). Ainsi, si aucune mesure n'est mise en place pour compenser l'impact du coincement côtier, il est estimé que 25 % de la superficie de ces écosystèmes pourraient disparaître d'ici 2060 (Bernatchez et coll., 2016). En plus de contribuer au coincement côtier, les ouvrages anthropiques peuvent aussi, selon les types de côtes, accentuer l'érosion à leurs extrémités, phénomène appelé l'effet de bout (Drejza et coll., 2014a; Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la

Lutte contre les changements climatiques, 2014a), et augmenter la vulnérabilité des côtes aux aléas climatiques (Bernatchez et coll., 2008).

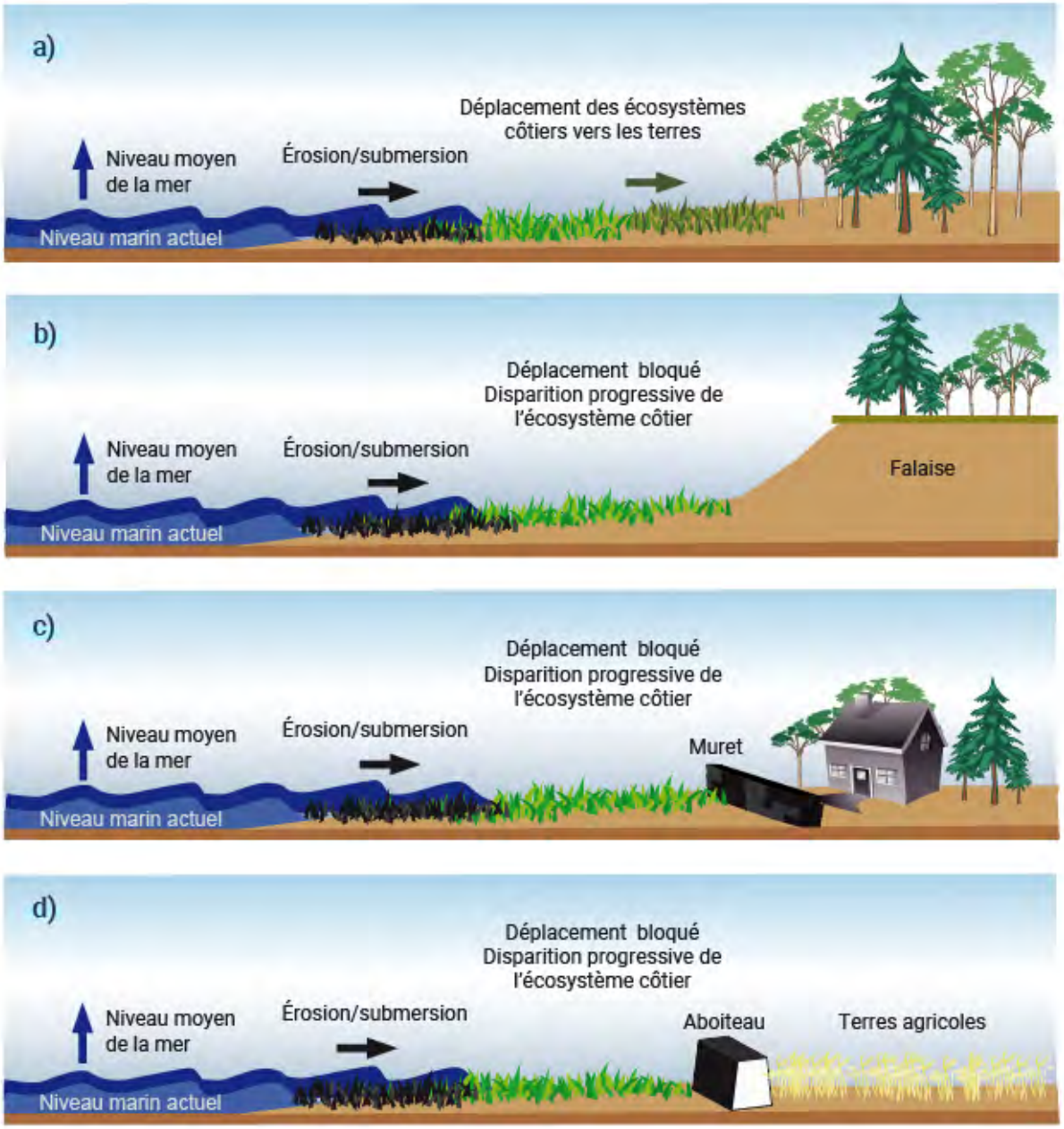



Figure 2.9 : Schéma illustrant les facteurs qui influencent le coincement côtier. Source : Bernatchez et Quintin, 2016.

## 2.5.5 Mesures d'adaptation

Il existe un éventail de mesures d'adaptation pour réduire l'impact des changements climatiques en milieu côtier (Circé et coll., 2016c). Leur choix devrait être basé sur les caractéristiques physiques et humaines des milieux concernés. Certaines options, parce qu'elles respectent mieux les conditions et dynamiques côtières naturelles, sont dites non structurelles et sont catégorisées comme méthodes douces. Parmi ces options, on trouve, par exemple la réalisation de travaux de recharge de plages en sédiments, de végétalisation des berges (Bachand et Comtois, 2016; ZIP Îles de la Madeleine, 2014), la conservation des écosystèmes côtiers (Bernatchez et coll., 2016) mais aussi la relocalisation de résidences le long du littoral plus éloignées du front de mer (voir le chapitre « Services écosystémiques »; Paquette-Comeau, 2018).

Par exemple, au parc national Forillon, une naturalisation de la côte par le démantèlement d'un enrochement sur 1,5 km, ainsi que le déplacement d'un tronçon de la route nationale 132, a permis de limiter l'érosion (Parcs Canada, 2018). À Sainte-Flavie, le retrait d'une cinquantaine de résidences trop près d'un rivage en forte érosion a été retenu comme la meilleure option d'adaptation. De plus, afin d'éviter des dommages collatéraux sur la vitalité de la municipalité ainsi que sur la santé mentale de ses résidents, la municipalité a prévu l'aménagement d'un nouveau projet domiciliaire et a engagé une chargée de projet en résilience côtière afin d'accompagner les résidents dans ce processus très émotif (Paquette-Comeau, 2018). D'ailleurs, la municipalité régionale de comté (MRC) de la Mitis, dont fait partie Ste-Flavie, a adopté une nouvelle réglementation en 2018 afin de limiter le développement de nouvelles constructions en zone côtière (Ville de Métis-sur-Mer, 2018).

### Encadré 2.1 : L'analyse coûts-avantages des options d'adaptation

L'analyse coûts-avantages (ACA) est une méthode qui permet de comparer la somme des avantages nets de chaque option d'adaptation avec la non-intervention et de les classer en fonction de leur performance économique (Circé et coll., 2016c). Tous les impacts sont pris en compte, tels que la perte de vue sur la mer, ou encore la détérioration d'un écosystème. Ils auront tous un poids sur la rentabilité économique d'une solution d'adaptation à différents horizons temporels (Da Silva et coll., 2019). Les résultats de cinq études de cas réalisées dans les régions du Bas-Saint-Laurent, de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine révèlent qu'il est souvent plus rentable d'agir que de ne rien faire, et ce, dans presque tous les secteurs étudiés (Circé et coll., 2016a, b, d, e, f). C'est ainsi que les ACA constituent des outils d'aide à la décision pour soutenir les décideurs dans leur choix de mesures d'adaptation (voir le chapitre « Coûts et avantages liés aux impacts des changements climatiques et aux mesures d'adaptation »; Circé et coll., 2016c).

Les événements des décennies 2000 et 2010 (Quintin et coll., 2013) ont souligné l'urgence d'agir et ont entraîné plusieurs initiatives de gouvernance locale et à l'échelle du Québec maritime (Chouinard et coll., 2017; Noblet et Brisson, 2017; Boyer-Villemaire et coll., 2015). Il s'agit notamment de soutien aux

municipalités situées le long du Saint-Laurent confrontées aux aléas côtiers par le Plan d'action 2013–2020 sur les changements climatiques (Gouvernement du Québec, 2012), le Plan d'action Saint-Laurent 2011–2026 (Plan d'action Saint-Laurent, s.d.-b) ainsi qu'Avantage Saint-Laurent, la nouvelle vision maritime du Québec (Ministère des transports du Québec, 2021). Il s'agit aussi de développer les connaissances scientifiques grâce notamment au Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (Université du Québec à Rimouski, 2017), et son important projet de recherche-action, Résilience côtière, ainsi que ceux du consortium Ouranos qui contribuent à mieux connaître les impacts des aléas côtiers et à outiller adéquatement les municipalités pour y faire face (Fraser et coll., 2017; Marie et coll., 2017; Beaulieu et coll., 2015; Drejza et coll., 2014b). Localement, les acteurs par l'entremise d'organisations telles que le réseau des comités de zones d'intervention prioritaire coordonnés par Stratégies Saint-Laurent, des Tables de concertation régionale, les Alliances de Recherche Universités-Communautés, les Organismes de Bassins Versants, Conservation de la nature Canada et plusieurs autres, participent activement à la gestion intégrée et à l'adaptation du littoral maritime.

## Étude de cas 2.3 : Projet de protection et de réhabilitation du littoral de l'Anse du Sud de Percé, QC

À Percé en Gaspésie, les tempêtes du 30 décembre 2016 et du 11 janvier 2017 ont complètement détruit la promenade piétonnière déjà vétuste de l'Anse du Sud sur plus de 200 mètres (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2017). L'ampleur des dégâts a incité la ville de Percé à protéger de façon durable les infrastructures touristiques le long du littoral et au cœur de la ville.

Percé a donc amorcé une démarche de protection et de réhabilitation du littoral afin qu'il soit plus résilient aux changements climatiques. Pour faciliter la prise de cette décision, une analyse coûts-avantages (ACA) a évalué la rentabilité économique de nombreuses mesures d'aménagements possibles en comparaison à un scénario sans intervention (voir le chapitre « Coûts et avantages liés aux impacts des changements climatiques et aux mesures d'adaptation »). L'ACA révèle qu'en l'absence d'intervention, les dommages majeurs voire la destruction des infrastructures côtières pourraient mener à des pertes totales actualisées de plus de 700 M$ sur 50 ans, dont la plus grande partie serait attribuable à une baisse d'achalandage touristique. La recharge de plage avec galets s'est révélée être l'option avec le plus d'avantages actualisés nets qui s'élèvent à environ 770 M$ sur 50 ans par rapport à la non-intervention (Circé et coll., 2016b).

C'est ainsi qu'au cours de l'été 2017, plus d'un kilomètre de plage a été aménagé (voir la figure 2.10). Une nouvelle promenade et des aménagements récréotouristiques ont aussi été réalisés pour moderniser le visage du centre-ville et de préserver, voire améliorer, l'attrait touristique du lieu (Ville de Percé, 2017).

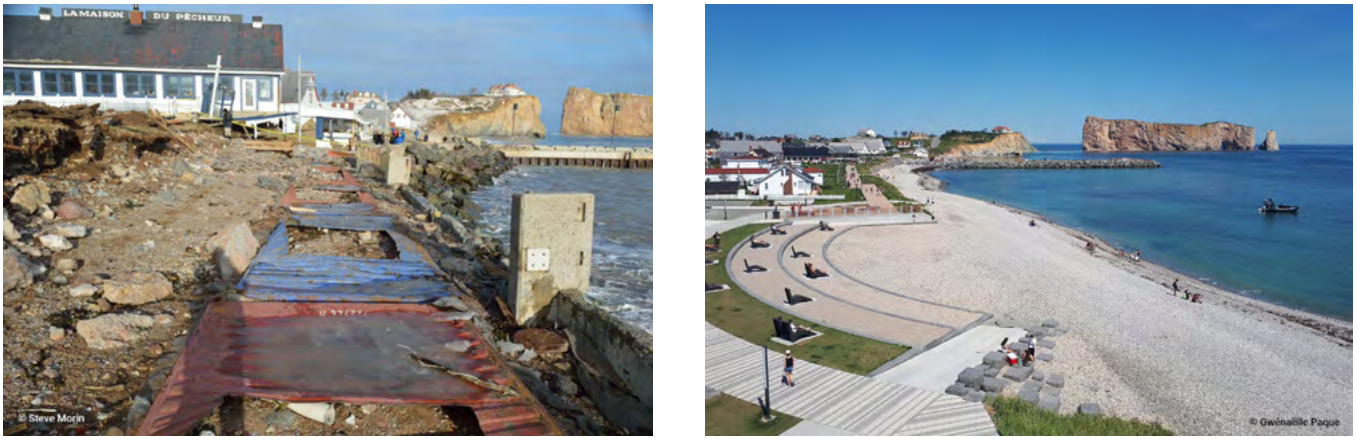



Figure 2.10 : Des photos avant et après les travaux au site de Percé. Source : © Steeve Morin et © Gwénaëlle Paque

## 2.6 Les changements climatiques affectent les régimes hydriques, la disponibilité et la qualité de l'eau

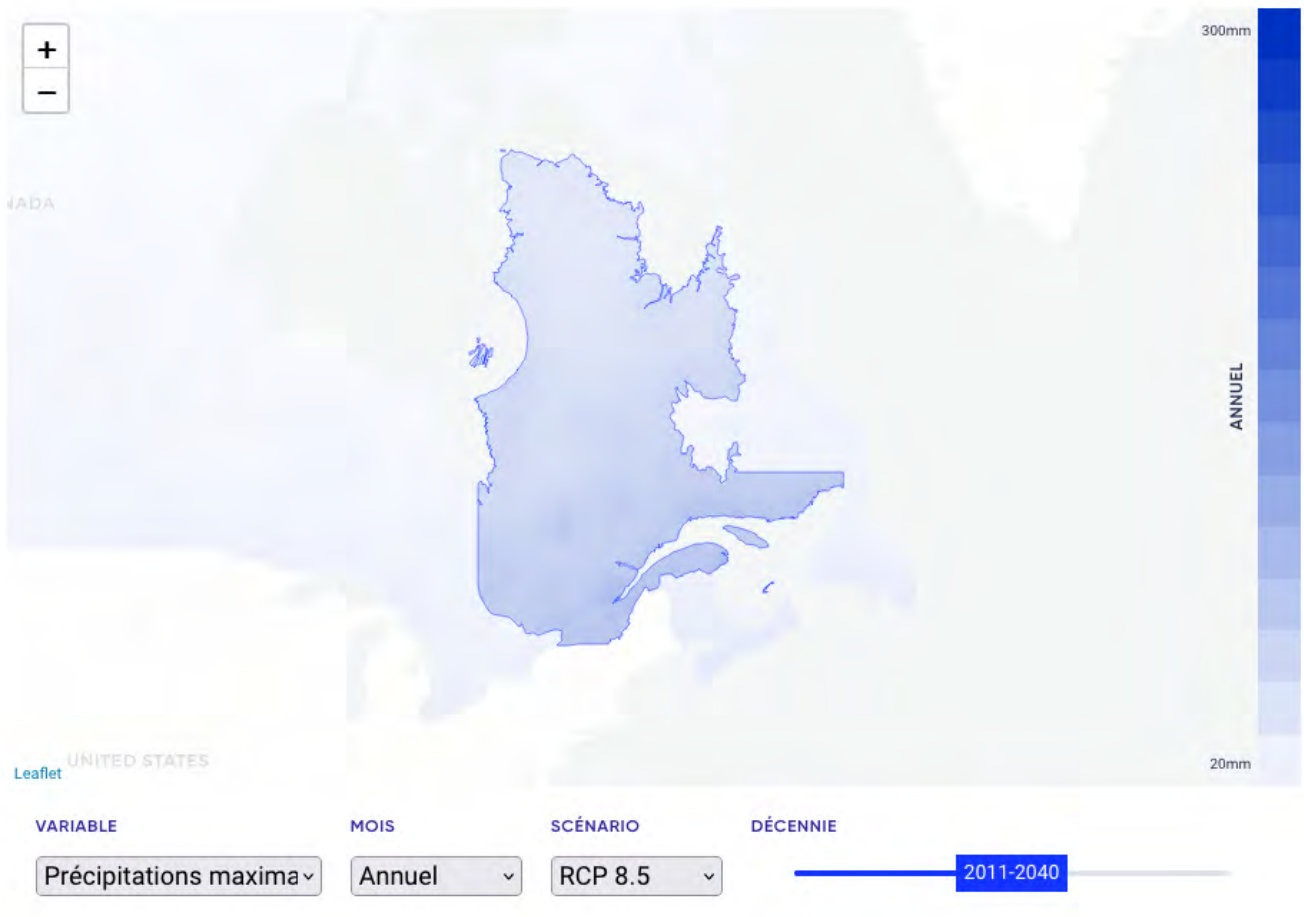
**Les lacs et les rivières du Québec, de même que le fleuve Saint-Laurent, seront touchés par les changements climatiques, qui modifieront les niveaux d'eau, les risques d'inondation, ainsi que la disponibilité et la qualité de l'eau. En réponse aux transformations potentielles des régimes hydriques, le Québec met en œuvre des mesures d'adaptation telles que la mise à jour de la cartographie des zones inondables, la création d'un système de prévision des inondations et la protection des milieux humides.**

*Au cours du 21e siècle, il est projeté que les changements climatiques perturberont les processus liés aux crues (pluie, neige, fonte, etc.) et modifier le régime d'écoulement des cours d'eau du Québec. Selon la physiographie des bassins versants, ces changements pourraient modifier les probabilités d'occurrence des inondations, qui occasionnent de nombreux dommages matériels, ainsi que des impacts sanitaires, psychosociaux et économiques. La majorité des municipalités québécoises ont une portion de leur territoire située en bordure d'un cours d'eau, ce qui les expose à des risques d'inondation. Par ailleurs, une augmentation de la sévérité des périodes d'étiage et leurs impacts sur la qualité de l'eau pourraient compromettre divers usages comme l'approvisionnement en eau potable, l'irrigation, la navigation et la production hydroélectrique. Le gouvernement et les acteurs locaux priorisent dorénavant ces enjeux, et de nombreux outils sont maintenant offerts afin de mieux préparer la population à une plus grande variabilité des niveaux d'eau.*

## 2.6.1 Introduction

Les milliers de plans d'eau du Québec représentent 3 % des réserves d'eau douce de la planète (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2018b). Des écosystèmes variés et de nombreuses activités humaines en dépendent – une gestion de l'eau appropriée est primordiale (voir le chapitre « Ressources en eau »; Lachance-Cloutier et coll., 2015).

En effet, les régimes hydrologiques des cours d'eau du Québec méridional seront sujets à des redoux hivernaux plus fréquents, à une hausse des précipitations sous forme de pluie en hiver et au printemps, et à des épisodes de pluies extrêmes plus intenses en été et en automne (voir la figure 2.2et le portail Portraits climatiques d'Ouranos [Ouranos, 2018c] pour des figures supplémentaires; Ouranos, 2018c, 2015a, b; Tilmant et coll., 2017; Sillmann et coll., 2013; Mailhot et coll., 2012; Monette et coll., 2012). À l'horizon 2050, des débits moyens plus forts durant l'hiver sont prévus, ainsi qu'un devancement de la crue printanière (Lachance-Cloutier et coll., 2018). D'autre part, des étiages plus importants en été, contrastés de crues plus intenses à l'été et à l'automne, sont anticipés pour une large portion du Québec méridional (Lachance-Cloutier et coll., 2018; Tilmant et coll., 2017; Ouranos, 2015b).




Aperçu de la figure interactive Figure 2.2.

## 2.6.2 Inondations

Les changements hydrologiques prévus pourraient influencer la récurrence et l'intensité des inondations, tant celles par eau libre (Lachance-Cloutier et coll., 2018; Ouranos, 2015b) que celles par embâcles et débâcles durant l'hiver (Turcotte et coll., 2020; Thomas et coll., 2012) ainsi que les inondations par refoulement de conduites qui sont traitées dans la section 2.4.

Ces phénomènes sont récurrents pour le Québec (Mayer-Jouanjean et Bleau, 2018; Ouranos, 2018c), car plusieurs municipalités sont situées en bordure d'un cours d'eau, et même construites dans des zones inondables répertoriées (Thomas et coll., 2012). La décennie des années 2010 a d'ailleurs été marquée par une succession de sinistres d'inondation dans plusieurs communautés du Québec (Le Journal de Montréal, 2019; Gouvernement du Québec, 2018a; CNW Telbec et Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire, 2017; Ministère de la Sécurité publique du Québec, 2017; Gouvernement du Québec, 2013) et d'importantes conséquences matérielles, sociales, sanitaires, psychologiques et économiques en ont découlé (Généreux et coll., 2020; Bustinza et Gosselin, 2014; Thomas et coll., 2012; Maltais et coll., 2000).

Ces inondations affectent les bâtiments et les infrastructures, dont certains essentiels, notamment en milieu urbain où les impacts sont généralement exacerbés par la concentration de la population et les activités socio-économiques (Thomas et coll., 2012; Saint-Laurent et Hähni, 2008). Les dommages directs causés par ces aléas représentent déjà des coûts importants, soit environ 70 M$/an pour le gouvernement du Québec pendant la période de 1991–2013 (Larrivée et coll., 2015), sans compter les dommages indirects liés à la valeur foncière des propriétés affectées et à la fiscalité municipale (Ville de Laval, 2017). Plus récemment, suite aux inondations de 2017, le gouvernement du Québec a dû débourser près de 360 M$ en aide financière (Ministère de la Sécurité publique du Québec, 2021). Ces coûts pourraient augmenter en raison de l'impact combiné des changements climatiques et des choix d'aménagement du territoire qui seront faits dans le futur.

## 2.6.3 Disponibilité et qualité de l'eau

Bien que l'eau potable distribuée au Québec soit généralement d'excellente qualité (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2014a), les eaux de surfaces et souterraines pourraient être touchées par des étiages plus importants qui limiteront leur capacité de dilution (Rondeau-Genesse et coll., 2016; Ouranos, 2015b). Une telle situation s'ajouterait aux nombreuses pressions anthropiques déjà existantes telles que l'industrialisation, l'urbanisation, les activités agricoles, la villégiature et l'absence ou l'insuffisance de certains systèmes de traitement des eaux usées qui, au fil des ans, ont détérioré la qualité des eaux (voir le chapitre « Ressources en eau »; Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2014b).

Des étiages plus sévères pourraient aussi compromettre l'approvisionnement en eau à des fins agricoles et industrielles, la navigation fluviale, la production hydroélectrique et diverses activités récréatives (Ouranos, 2015b). Ils pourraient également avoir une incidence sur la capacité de captage de plusieurs usines de traitement qui requièrent un niveau d'eau minimum pour assurer la production d'eau potable (Foulon et Rousseau, 2018; Chan et coll., 2015) et modifier l'évolution de l'écoulement et de la recharge des nappes d'eau souterraines (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2017b).

La hausse des températures pourrait, quant à elle, favoriser la croissance et la prolifération d'algues, dont les cyanobactéries toxiques dans les milieux propices à l'eutrophisation, ainsi que des pathogènes tels qu'*Escherichia coli*, altérant par le fait même les sources d'eau potable et présentant un enjeu de santé publique (Jalliffier-Verne et coll., 2017; He et coll., 2016; Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2014b; Zhang et coll., 2012; Bird et coll., 2009).

## 2.6.4 Fleuve Saint-Laurent

Le fleuve Saint-Laurent est une figure emblématique du paysage hydrographique du Québec. Plus de 80 % de la population vit dans sa vallée (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2018c) et plus de 75 % des industries du Québec se situent sur ses rives (Comtois et Slack, 2016). Son système hydrographique draine 25% des réserves mondiales d'eau douce (Gouvernement du Canada, 2017), et il est la source d'approvisionnement en eau potable pour près d'un tiers des Québécois (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2018d; Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2017b).

Au cours des prochaines décennies, les changements climatiques pourraient avoir une incidence sur les apports nets en eau dans les Grands Lacs et, par conséquent, pourraient affecter les niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent (Larrivée et coll., 2016; Music et coll., 2015). Étant donné la complexité hydrologique de ce système, une forte incertitude demeure quant à la projection des impacts des changements climatiques sur le bilan hydrique des Grands Lacs. Toutefois, une fréquence accrue des épisodes de bas niveau d'eau à la fin de l'été et à l'automne est anticipée (Music et coll., 2015).

Ces baisses d'apports en eau dans le tronçon fluvial du Saint-Laurent pourraient avoir des répercussions sur ses écosystèmes et sur les activités économiques qui en dépendent, telles que la pêche (He et coll., 2016; Larrivée et coll., 2016; Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2014), la navigation commerciale et de plaisance (Comtois et Slack, 2016; Bleau et coll., 2015a; Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2014a), la production hydroélectrique (Desjarlais et Da Silva, 2016), l'approvisionnement en eau potable et les activités récréatives (Larrivée et coll., 2016; Chan et coll., 2015). Les baisses de débits pourraient aussi diminuer l'attrait de certaines propriétés riveraines et ainsi affecter leur valeur foncière (Özdilek et Revéret, 2015).

## 2.6.5 Mesures d'adaptation

Les cartes sont des outils importants pour la sensibilisation, la gestion des situations d'urgence, la planification du territoire et le soutien à la prise de décision (Ouranos, 2018c; Thomas et coll., 2012). Certains efforts de cartographie de la vulnérabilité aux inondations ont été réalisés comme l'Atlas des vulnérabilités de la population québécoise aux aléas climatiques (Barrette et coll., 2018).

Toutefois, les événements de 2017 ont révélé que la cartographie des zones inondables était incomplète, parfois désuète et non uniformisée dans la plupart des régions de la province, ce qui limite le potentiel d'adaptation du territoire (Corriveau et coll., 2019). Un effort majeur de mise à jour a ainsi débuté au

lendemain de ces sinistres dans plusieurs organismes municipaux tels que la Communauté métropolitaine de Montréal, la Communauté métropolitaine de Québec, la Ville de Gatineau et plusieurs autres MRC (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation du Québec, 2019). Le gouvernement du Québec a également entrepris le projet INFO-Crue, qui vise à offrir des outils permettant la délimitation des zones inondables dans une grande partie du Québec méridional en tenant compte des changements climatiques et à mettre sur pied une cartographie prévisionnelle des crues sur un horizon de quelques jours, ainsi que des outils pour les fins d'aménagement du territoire (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2019).

Il n'en demeure pas moins qu'une importante part des personnes qui résident en zones inondables ne sont pas conscientes du risque auquel elles sont exposées (voir le chapitre « Ressources en eau »; Thistlethwaite et coll., 2017). Celles qui en sont conscientes sont toutefois plus susceptibles d'adopter des comportements préventifs lorsque des mesures d'aide financière sont offertes et lorsqu'elles sont sensibilisées quant aux potentielles répercussions sur leur santé (Valois et coll., 2017e; Poussin et coll., 2014; Kellens et coll., 2013; Bubeck et coll., 2012). Le gouvernement du Québec a accru ses efforts de sensibilisation auprès des citoyens, des municipalités et des intervenants régionaux à la suite des inondations majeures survenues au Québec en 2011, 2017 et 2019 (Gouvernement du Québec, 2018a; Ministère de la Sécurité publique du Québec, 2018b, 2014). De plus, les programmes d'aide financière ont également été bonifiés pour soutenir la mise en place de mesures de protection et de relocalisation de personnes résidant en zones inondables (Ministère de la Sécurité publique du Québec, 2021; 2018b). Ces investissements dans la prévention et la gestion des risques s'ajoutent aux outils déjà existants tels que la plate-forme d'alerte Vigilance ou encore le système de surveillance de la rivière Chaudière (Ministère de la Sécurité publique du Québec, s.d.; COBARIC, s.d.).

Face aux enjeux de qualité de l'eau, plusieurs mesures de prévention peuvent être envisagées, comme la protection des sources d'eau, prise en compte par la Stratégie de protection et de conservation des sources destinées à l'alimentation en eau potable (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2012). Le suivi de la qualité des cours d'eau du Québec, le *Règlement sur la qualité de l'eau potable*, ainsi que les outils d'alerte et les mesures préventives comme les avis d'ébullition d'eau sont des mécanismes qui aident à faire face à des situations de dégradation de la qualité de l'eau et aux enjeux de santé publique qui en découlent (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, 2021a). De plus, le gouvernement du Québec s'est récemment doté d'une Stratégie québécoise de l'eau (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2018d) qui vise notamment à mieux prévenir et gérer les risques liés à l'eau.

L'aménagement du territoire est un incontournable de la gestion des enjeux liés à l'eau. Par exemple, lorsqu'il est réfléchi en fonction des différents niveaux de risques, l'aménagement peut restreindre le développement dans les zones inondables et dans les zones de mobilité des rivières et réduire la vulnérabilité et l'exposition de la population (Ouranos, 2018b; Thomas et coll., 2018; Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2015; Boyer et Roy, 2013; Biron et coll., 2013). Suite aux inondations de 2019, le gouvernement du Québec a ainsi décrété une zone d'intervention spéciale dans laquelle il a imposé un moratoire sur la construction et la reconstruction de bâtiments détruits par une inondation, et ce, jusqu'à l'élaboration d'un nouveau cadre normatif pour la gestion des zones inondables et à sa mise en œuvre par les municipalités (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation, 2019).

Un autre exemple est la conservation des milieux humides qui aident à stocker temporairement les eaux de crues, à réguler les débits et dépolluer les lacs et les cours d'eau (Biron, 2015; Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2015; Fournier et coll., 2013; Olar et coll., 2013). Cette conservation est encadrée par le *Règlement sur la compensation pour l'atteinte aux milieux humides et hydriques*, ainsi qu'une loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques qui modifie cinq autres lois, afin de mettre l'accent sur le caractère particulier de ces milieux (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, 2021b).

Ces mesures procurent des avantages connexes et évitent des investissements majeurs liés à la gestion des situations d'urgence et à la mise en place de mesures structurelles telles que des digues, des barrages, des enrochements, l'artificialisation des berges, etc. (GIEC, 2014b; Olar et coll., 2013). Ces dernières mesures sont discutables, puisqu'elles peuvent avoir pour effet d'amplifier l'érosion des berges et peuvent procurer un faux sentiment de sécurité n'éliminant pas complètement le risque (Ouranos, 2018c, 2015b; Morneau et coll., 2014; Programme de mise en valeur du lac Champlain, 2013).

À l'instar de plusieurs pays et d'autres provinces canadiennes, le Québec met en œuvre la gestion intégrée de l'eau par bassin versant (GIEBV) (Cloutier, 2018; Ministère du Développement durable de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques, 2018 a, c; Pelletier, 2017; Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2016). Par l'entremise d'un plan directeur de l'eau, les organismes de bassins versants du Québec (OBV) se partagent le territoire en 40 zones et ont pour objectifs de mobiliser les différents acteurs concernés par l'eau, tels que les municipalités et les MRC, les citoyens, les usagers privés, etc., et les amener à collaborer ensemble pour protéger et améliorer la qualité de l'eau, ainsi que de limiter les risques et les dommages causés par l'eau tels que les inondations (Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu, s.d.; Regroupement des organismes de bassins versants du Québec, 2018a). Bien que la GIEBV soit jugée comme indispensable à une saine gestion de l'eau et du territoire, les OBV du Québec n'ont pas de pouvoir décisionnel; ainsi, ils jouent davantage un rôle de sensibilisation et de concertation (voir l'encadré 2.2; Milot et coll., 2015). La concertation entre les différents acteurs de l'eau, lors de la prise de décision en aménagement du territoire ou en gestion de l'eau est, par ailleurs, un principe incontournable pour assurer la réussite des mesures d'adaptation (voir l'étude de cas 2.4; Baril et coll., 2020; Therrien et coll., 2019).

## Encadré 2.2 : La RésAlliance

La RésAlliance est une communauté de pratique québécoise en adaptation aux changements climatiques propulsée par le regroupement des organismes de bassins versants du Québec. Elle a été créée en réponse aux événements d'inondations de 2017 afin d'assurer un transfert de connaissances et un partage d'expériences entre les différentes collectivités qui doivent s'adapter aux nouvelles réalités climatiques touchant la gestion de l'eau. Elle propose une démarche d'adaptation, un apprentissage par les pairs et une série d'outils incluant une liste de bonnes pratiques, ainsi que des webinaires (Regroupement des Organismes de Bassins Versants du Québec, 2018b).

Quant au fleuve Saint-Laurent, la mise en œuvre de la gestion intégrée du Saint-Laurent s'inscrit dans les objectifs de la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et favorisant une meilleure gouvernance de l'eau et des milieux associés et vise à renforcer sa protection (Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Solidarité sociale, 2021). Elle se concrétise par la tenue, chaque année, du Forum Saint-Laurent, et par la mise en place de tables de concertation régionales dont plusieurs sont coordonnées par les comités de zone d'intervention prioritaire (ZIP). Ces tables regroupent des intervenants régionaux concernés par la gestion des ressources et des usages de leur portion du Saint-Laurent et contribuent à mettre en œuvre le Plan d'action Saint-Laurent 2012–2026 (Plan d'action Saint-Laurent, s.d-a). Ce dernier vise à réduire la pollution, à protéger la santé humaine, à conserver, à restaurer et à aménager des habitats pour la faune et la flore, à encourager les pratiques de navigation durables et à mobiliser les communautés (Gouvernement du Québec et Gouvernement du Canada, 2011). Une Alliance des villes des Grands Lacs et du Saint-Laurent se penche également sur ces enjeux d'adaptation (Alliance des villes des Grands Lacs et du Saint Laurent, s.d.).

## Étude de cas 2.4 : Expérimentation de la gouvernance en adaptation aux inondations dans la municipalité de Saint-Raymond, QC

Depuis 1893, le centre-ville de Saint-Raymond, au Québec, a connu environ 70 débordements de la rivière Sainte-Anne, ce qui correspond à une inondation environ tous les deux ans (Cloutier, 2018; Ville de Saint-Raymond, 2018). Le développement de la municipalité s'est principalement effectué de part et d'autre de la rivière, et près d'un tiers de son périmètre urbain se trouve en zone inondable (Cloutier, 2018).

Une inondation causée par un embâcle de glace en 2014 a élevé la rivière à des niveaux historiques, entraînant de nombreux dommages (voir la figure 2.11; Ville de Saint-Raymond, 2018; Thomas, 2017). Cette inondation a été le déclencheur de la création d'un Comité Rivière, à travers lequel se sont concertés les élus, les directeurs de services municipaux, les résidents et les représentants de l'OBV local (Cloutier et Demers, 2017). Le comité a pour but de réduire les risques d'inondation à l'aide d'un plan directeur de l'eau. Il s'est aussi associé à un comité d'experts gouvernementaux et universitaires qui travaillent à améliorer les connaissances relatives aux cours d'eau en hiver et aux inondations par embâcles (Morse et Turcotte, 2018, 2015), et à évaluer la vulnérabilité de la municipalité (Thomas, 2017) dans le but de cibler des moyens concrets pour mieux préparer la population.



Figure 2.11 : Inondation par embâcle sur la rivière Sainte-Anne à Saint-Raymond, QC. Source : The Canadian Press/Jacques Boissinot, 2012.

Des interventions de prévention sont effectuées depuis plus d'un siècle sur la rivière (Lagadec, 2017). Or, plus récemment, le comité a accéléré la mise en place de nouvelles mesures comme l'installation d'une estacade flottante en amont du centre-ville afin d'éviter une trop grande accumulation de cristaux de glace flottante (frasil) et ainsi éviter la création d'embâcles dans ce secteur vulnérable. Cette mesure est accompagnée d'une injection d'eau tempérée et de machinerie servant à affaiblir le couvert de glace (Morse et Turcotte, 2015). D'autres interventions pourraient être mises en place, comme la modification du barrage Chute-Panet pour améliorer la gestion des débits (Ville de Saint-Raymond, 2018).

La municipalité de Saint-Raymond offre aujourd'hui des informations en temps réel sur l'état de la rivière (Les OBV du Québec, 2017) ainsi qu'un système d'alerte (Ville de Saint-Raymond, s.d.) à la population en cas d'inondation. Un comité de bénévoles est aussi disponible pour soutenir et accompagner les sinistrés lors d'une inondation.

L'ensemble de la démarche a permis le développement d'une culture du risque et d'un esprit de communauté nécessaire à la résilience du milieu et a fait de Saint-Raymond l'un des chefs de file au sein de la RésAlliance (Regroupement des Organismes de Bassins Versants du Québec, 2018b). Plusieurs résidents adaptent même leur maison et leurs comportements de manière individuelle en installant des pompes dans leur sous-sol ou encore en déplaçant leurs biens à la veille de l'hiver (Les OBV du Québec, 2017).

# 2.7 Les services écosystémiques jouent un rôle important dans l'adaptation

**La population québécoise dépend des services rendus par les écosystèmes pour s'adapter aux changements climatiques. Cependant, les écosystèmes du Québec sont eux-mêmes impactés par les changements climatiques. Plusieurs méthodologies et outils de suivi de l'évolution de la biodiversité ont été développés afin de soutenir la prise de décision pour mieux conserver les écosystèmes et perpétuer les services écologiques qu'ils procurent.**

*Les écosystèmes québécois sont actuellement impactés par les changements climatiques tels que la hausse des températures et les modifications du régime de précipitations. Les conditions climatiques deviennent plus propices pour une grande variété d'espèces provenant de régions plus au sud, dont certaines sont envahissantes. Les aires de répartition des espèces déjà en place sont elles aussi modifiées, ce qui entraîne un bouleversement dans la structure et le fonctionnement des écosystèmes qui sont déjà fragilisés par les pressions anthropiques. Par conséquent, la conservation des écosystèmes doit être intégrée à la prise de décision, et ce, dans tous les secteurs, afin de maintenir les services écologiques dont certains sont essentiels et sur lesquels reposent grandement plusieurs secteurs économiques importants.*

## 2.7.1 Introduction

La biodiversité désigne la « variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes. » (Organisation des Nations Unies, 1992). Elle joue un rôle essentiel dans le fonctionnement des écosystèmes sur lesquels l'humanité dépend pour des services d'approvisionnement, de régulation et socioculturels (voir le chapitre « Services écosystémiques »; Díaz et coll., 2018).

Au Québec, ce capital naturel est appelé à changer en raison des impacts cumulés du développement anthropique, mais également en raison des changements climatiques. Comme le territoire québécois possède une grande variété d'écosystèmes, ces impacts varieront d'une région à l'autre. Cette situation complexifie la gestion du territoire et son adaptation aux changements climatiques.

## 2.7.2 Déplacement et contraction des aires de distribution et des niches bioclimatiques

Au Québec, les changements climatiques entraînent une migration vers le nord de nombreuses espèces fauniques et floristiques. En moyenne, les niches bioclimatiques du Québec pourraient se déplacer d'environ 45 km par décennie, ce qui est très rapide (Berteaux et coll., 2014). Ceci peut notamment causer des déséquilibres écologiques et engendrer des enjeux de santé publique. Par exemple, l'aire de distribution du

renard roux dépasse dorénavant le 55e parallèle en raison des températures plus chaudes et de l'activité anthropique (Simon et coll., 2014a). Ceci augmente les risques de propagation du virus de la rage dont le principal hôte est le renard arctique, vers le renard roux et d'autres animaux, incluant les animaux domestiques, ainsi que chez les humains (Simon et coll., 2014a). D'autre part, certaines espèces indigènes, notamment les arbres et autres végétaux, n'auront pas la capacité de suivre le rythme de déplacement de leurs niches bioclimatiques. Ces dernières se seront déplacées de plus de 500 km vers le nord d'ici la fin du siècle (Berteaux et coll., 2018b; 2014). Ainsi, de 5 à 20 % des habitats forestiers (voir la section 2.9.3) pourraient devenir inadéquats pour différentes espèces d'arbres au courant du siècle, ce qui provoquera des changements importants dans la composition et le fonctionnement des écosystèmes forestiers du Québec (voir la figure 2.12; Boulanger et coll., 2017; Périé et de Blois, 2016). Près des limites nordiques, faute de pouvoir migrer davantage vers le nord, certaines espèces animales et végétales plus vulnérables (avec de petites populations, une distribution fragmentée, une faible fécondité ou souffrant déjà d'un déclin) ne pourront s'adapter aux nouvelles conditions et pourraient devenir candidates à l'extinction (Auzel et coll., 2012).

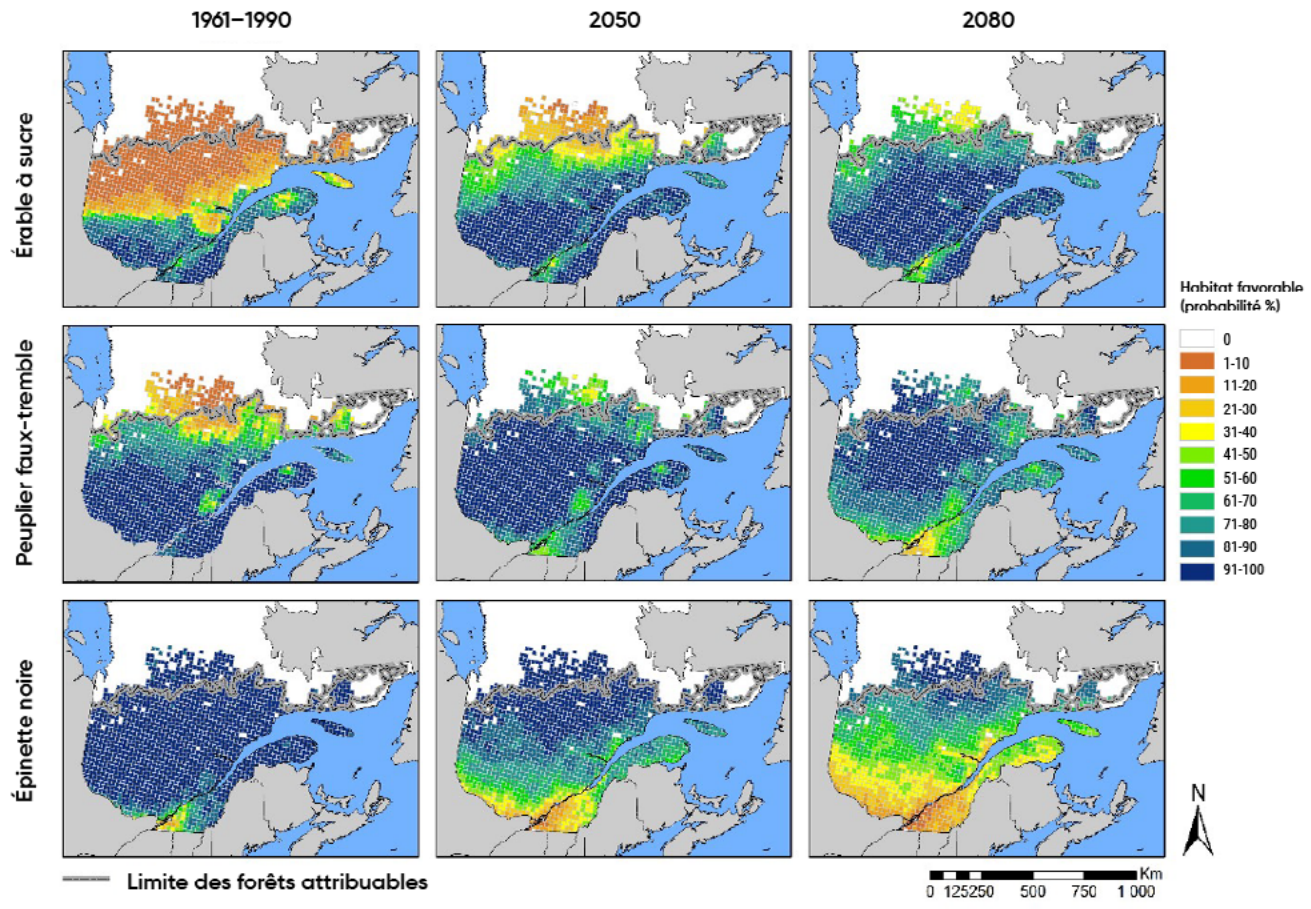



Figure 2.12 : Probabilité d'habitats favorables pour l'érable à sucre, le peuplier faux-tremble et l'épinette noire en 2050 et en 2080 par rapport à la période 1961–1990. Source : Périé et coll., 2009.

Dans le sud du Québec, la fragmentation des habitats naturels constitue un stress supplémentaire pour des espèces fauniques déjà soumises à des changements du climat. En effet, leurs déplacements pourraient être freinés par la présence de barrières anthropiques (réseaux routiers, milieux urbains et zones agricoles) et naturelles, telles que le fleuve Saint-Laurent (Berteaux et coll., 2014; Gonzalez et coll., 2013). Cette fragmentation des paysages, accompagnée de températures plus chaudes, pourrait aussi affecter l'occurrence et la dispersion d'espèces exotiques envahissantes ainsi que de vecteurs de maladies comme la maladie de Lyme et le virus du Nil occidental (Bouchard et coll., 2017; Simon et coll., 2014). Par exemple, certains auteurs ont montré que les effets combinés de la fragmentation des habitats naturels et des changements climatiques peuvent favoriser l'expansion de la souris à pattes blanches qui est l'hôte des tiques, vecteurs de la maladie de Lyme et qui s'est révélée être un agent de transmission très efficace de cette zoonose dans le sud du Québec (Institut national de santé publique du Québec, 2020b; Briand et coll., 2017; Millien, 2013).

Les écosystèmes aquatiques sont aussi portés à changer. Différents salmonidés, particulièrement dans le nord du Québec, comme l'omble chevalier, la truite, le touladi et le saumon, pourraient voir leurs habitats thermiques optimaux décliner et disparaître temporairement dans certains lacs peu profonds durant l'été en raison de la hausse des températures de l'eau, augmentant les risques de mortalité dans ces populations (Bélanger et coll., 2017, 2013a).

## 2.7.3 Altération du cycle de vie des espèces

Les changements climatiques augmenteront également les décalages phénologiques en perturbant les cycles de vie des espèces (Zimova et coll., 2018; Bellard et coll., 2012). Par exemple, en fonction de la longueur du jour, le pelage du lièvre d'Amérique change de brun à blanc en hiver (Zimova et coll., 2018). Cependant, cette stratégie de camouflage pourrait s'avérer inefficace avec l'arrivée tardive de la neige, faisant en sorte que les lièvres seront plus facilement repérables et donc plus vulnérables à la prédation (voir la figure 2.13; Zimova et coll., 2018; 2016; Radio-Canada, 2015b). Comme plusieurs prédateurs dans le Nord québécois dépendent du lièvre comme proie principale, les variations en abondance de ce dernier pourraient changer la dynamique et les relations prédateurs-proie dans l'écosystème (Berteaux et coll., 2018c; Radio-Canada, 2015b).

C'est aussi le cas en milieu aquatique en raison de la hausse de température de l'eau de surface qui fait en sorte que certaines espèces de planctons devancent leur saison de floraison algale (Shackell et Loder, 2012; Visser et Both, 2005). En raison de ce devancement, certaines espèces de poissons ou de crustacés vivant en profondeur, telles que la crevette nordique, pourraient ne pas être au bon stade de vie pour s'en nourrir, entraînant des mortalités importantes (Bourduas Crouhen et coll., 2017; Durant et coll., 2007).




Figure 2.13 : Décalage phénologique du lièvre en raison de l'arrivée tardive de l'hiver. Source : © Nicolas Bradette.

## 2.7.4 Émergence et prolifération d'espèces envahissantes

L'augmentation des températures et une saison de croissance allongée favorisent l'émergence ou la prolifération de nombreuses espèces envahissantes, dont plusieurs sont exotiques, en provenance des régions plus au sud ou issues d'activités anthropiques (p. ex. le transport de marchandises) qui s'installent autant dans les écosystèmes terrestres qu'aquatiques. Elles sont dites envahissantes en raison de la rapidité avec laquelle elles colonisent le territoire et parce qu'elles peuvent entrer en compétition avec une flore indigène elle-même en voie d'être fragilisée par les changements climatiques (de Blois et coll., 2013).

Au Québec, les changements climatiques exacerberont la propagation de plusieurs espèces envahissantes, telles que le puceron lanigère de la pruche (PLP) (McAvoy et coll., 2017), la renouée japonaise, le roseau exotique et le roseau commun (de Blois et coll., 2013; Tougas-Tellier et coll., 2013) ainsi que certaines espèces aquatiques menaçant les eaux du bassin de drainage des Grands Lacs (Roy et coll., 2018; Melles et coll., 2015). À titre d'exemple, la limite septentrionale nord-américaine de la reproduction de la renouée

japonaise se situe maintenant dans la région de Québec, soit 500 km plus au nord que l'ancienne limite connue sur le continent qui était située à Boston, au Massachusetts, à la fin du 20e siècle (de Blois et coll., 2013).

Certaines espèces envahissantes favorisées par les changements climatiques au Québec représentent des enjeux de santé publique. C'est notamment le cas de la Berce du Caucase (de Blois et coll., 2013) et de l'herbe à poux (*Ambrosia*). Cette dernière, qui provoque des problèmes d'allergies chez plusieurs individus, pourrait voir sa production de pollen augmenter et son aire de répartition s'agrandir grâce aux températures plus élevées (Larrivée et coll., 2015; Lavoie et coll., 2007).

## 2.7.5 Détérioration des écosystèmes et des services écologiques

Les écosystèmes procurent de nombreux services desquels l'humanité dépend. Ils sont des sources d'approvisionnement (nourriture, eau, chauffage, fibres, bois d'œuvre, etc.), ils ont plusieurs fonctions de régulation (production d'oxygène, purification de l'eau et de l'air, régulation du climat, pollinisation, etc.) et fournissent des services socioculturels (bien-être lié à la nature, aux activités récréatives et artistiques, à la spiritualité, etc.) (voir le chapitre « Services écosystémiques »; Díaz et coll., 2018; Groupe de travail de l'Étude sur l'importance de la nature pour les Canadiens, 2017; Siron, 2014).

Si les changements climatiques affectent le fonctionnement des écosystèmes, cela aura inévitablement des répercussions sur les services écologiques qu'ils rendent. Or, certains de ceux-ci sont particulièrement importants pour l'adaptation aux changements climatiques (voir le chapitre « Services écosystémiques »). C'est le cas des milieux humides dont la superficie représente approximativement 10 % du territoire québécois (He et coll., 2017; Pellerin et Poulin, 2013). Les changements climatiques et leurs impacts hydrologiques (voir la section 2.6) pourraient entraîner la dégradation de certains services écologiques fournis par les milieux humides (Fournier et coll., 2013) puisqu'ils agissent comme « tampon » sur le système hydrique en régulant naturellement le débit des rivières, contribuent à la qualité des eaux de surface et souterraines en filtrant les sédiments, et protègent les berges contre l'érosion en plus d'offrir un habitat de qualité pour la biodiversité (Ouranos, 2017b). La protection des milieux humides et de leurs fonctions écologiques est donc une mesure essentielle dans l'adaptation du territoire aux changements climatiques (Siron, 2014).

Les changements climatiques auront également des impacts sur les milieux aquatiques (voir la section 2.8.3). Les impacts attendus sont la stratification thermique de la colonne d'eau, la diminution de la concentration en oxygène dissous, ainsi que l'augmentation de la concentration de gaz carbonique atmosphérique dissous dans l'eau, menant à une acidification des lacs et des cours d'eau (Bourduas Crouhen et coll., 2017; Shackell et coll., 2013). L'habitat de plusieurs espèces de poisson deviendra alors inadéquat à leur survie, engendrant une migration des stocks (Shackell et coll., 2013). Par exemple, au lac Saint-Pierre, site Ramsar et réserve de biosphère de l'UNESCO, les services écologiques sont en péril, notamment la pêche, les activités récréotouristiques et la qualité des paysages, ce qui a un effet sur le nombre et la durée des visites sur le site avec des conséquences importantes pour l'économie locale (He et coll., 2016).

## 2.7.6 Mesures d'adaptation

Afin de limiter la contraction des aires de distribution des espèces, particulièrement dans les régions densément peuplées, il est important d'assurer une connectivité entre les écosystèmes (Mitchell et coll., 2015; 2014; Gonzalez et coll., 2013). Pour minimiser la fragmentation des habitats, il existe plusieurs outils d'aide à la décision et à la planification du territoire qui tiennent compte des services écologiques, de leur valeur économique et de leur évolution avec les changements climatiques (Fournier et coll., 2013; Gonzalez et coll., 2013). L'Atlas des territoires d'intérêt pour la conservation dans les basses terres du Saint-Laurent (Environnement et Changement climatique Canada et Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2018) ainsi que l'Atlas interactif sur les changements climatiques et habitats des arbres préparés par le Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs en sont des exemples (Périé et coll., 2017). Face à l'étalement urbain et à la perte d'habitats, plusieurs organismes non gouvernementaux élaborent également des stratégies et des initiatives en matière de connectivité telles que les corridors écologiques (Monticone, 2017). C'est le cas de la campagne de verdissement ILEAU qui vise, entre autres, à connecter les milieux naturels de l'est de Montréal (ILEAU, s.d.). La plate-forme Web Connectivité écologique recense des projets de maintien ou de restauration de la connectivité écologique, autant terrestre qu'aquatique, au Québec, dans l'est du Canada et en Nouvelle-Angleterre (Connectivité écologique, s.d.). L'organisme Conservation de la nature Canada fait aussi l'acquisition de terrains pour constituer des réserves foncières permettant de protéger des écosystèmes et créer cette connectivité entre eux.

La conservation des milieux humides contribue aussi à la connectivité et à la résilience des écosystèmes (Ouranos, 2017b; Pellerin et Poulin, 2013). Celle-ci est encadrée par la récente *Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques* (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, 2021b). En vertu de cette dernière, les MRC sont tenues de préparer des plans régionaux sur les milieux humides et hydriques. Les municipalités s'intéressent ainsi de plus en plus à cet enjeu dans leur planification du territoire (Woods et coll., 2019). L'approche de gestion dite par « espace de liberté » est aussi utilisée en conservation et vise à maintenir les processus naturels d'évolution d'une rivière et sa réponse aux changements hydroclimatiques (Ouranos, 2017b; Biron et coll., 2013).

Pour faire face à l'expansion des espèces exotiques envahissantes, le gouvernement du Québec a mis sur pieds Sentinelle, un outil de recensement sur le Web, où les citoyens peuvent signaler la présence de ces espèces (Conseil québécois des espèces exotiques envahissantes, 2014). Une méthodologie a aussi été élaborée pour évaluer les risques posés par les plantes envahissantes en fonction des changements climatiques (de Blois et coll., 2013; Tougas-Tellier et coll., 2013). De bonnes pratiques existent pour éviter la propagation des espèces exotiques envahissantes d'un milieu à l'autre. Par exemple, il est recommandé d'éviter de laisser des terres dénudées à la suite des interventions en bordure de route puisqu'elles favorisent le potentiel d'envahissement (Tougas-Tellier et coll., 2013). La plantation d'espèces indigènes à croissance rapide avec une certaine diversité fonctionnelle peut aussi contrer l'expansion des espèces envahissantes (Byun et coll., 2018). Dans cette optique, les municipalités peuvent appliquer une méthodologie aidant à diversifier leur couvert forestier urbain afin qu'il soit plus résilient aux stress causés par les changements climatiques (Paquette et Messier, 2016). Le ministère de la Santé et des Services sociaux propose également une stratégie qui vise l'intégration de mesures de contrôle des pollens allergènes dans les

pratiques courantes d'entretien des terrains des ministères et organismes gouvernementaux ainsi que des municipalités et arrondissements québécois (Demers, 2015).

Le suivi de la biodiversité est également important puisqu'il permet une prise de décision et une adaptation basées sur l'évolution des écosystèmes au Québec. À cet effet, il existe plusieurs outils de suivi accessibles en ligne tels que le répertoire de données de terrain QuéBio et le Centre de données sur le patrimoine nature du Québec (Données sur la biodiversité du Québec, 2021; Gouvernement du Québec, 2005). Il existe aussi un programme de surveillance écologique des réserves nationales de faune du Québec (Service canadien de la faune, 2017). D'autre part, un Programme de suivi de la biodiversité au Québec en contexte de changements climatiques « BdQc » est en cours d'implantation afin de pouvoir évaluer adéquatement l'état et les changements des écosystèmes, des communautés et des populations dans le temps (Coléo documentation, s.d.). Ce programme de suivi s'appuie sur des connaissances scientifiques pertinentes : avis d'experts, données, indicateurs, modélisations et, ultimement, il permettra au gouvernement du Québec de mieux intégrer la biodiversité dans la prise de décision pour l'adaptation (Peres-Neto et coll., 2013).

## 2.8 Les secteurs agricoles et des pêches observeront des gains et des pertes

**Au Québec, les secteurs agricoles, des pêches et de l'aquaculture pourraient observer des gains et des pertes de productivité, l'émergence de nouveaux ennemis des cultures ou encore la migration des stocks de poissons vers le nord en raison des changements climatiques. Les acteurs de ces secteurs ont amorcé des efforts d'adaptation en développant et en utilisant des outils d'aide à la décision pour tenir compte des changements climatiques dans leurs pratiques.**

*Pour le secteur agricole québécois, de nouvelles conditions climatiques pourraient favoriser la croissance de certaines cultures. Toutefois, les gains anticipés pourraient être limités en raison d'événements climatiques extrêmes plus fréquents, d'une pression croissante des ennemis des cultures, ainsi que de potentiels stress hydriques. Les animaux d'élevage pourraient aussi être affectés par les vagues de chaleur et, indirectement, par la diminution de la productivité de certaines cultures fourragères. Quant aux pêches et à l'aquaculture, certaines variables physiques de l'eau (p. ex. la température) sont également appelées à changer, entraînant des pertes d'habitat pour les poissons et favorisant l'émergence ou l'accroissement du nombre d'espèces exotiques envahissantes et d'agents pathogènes. Ainsi, les producteurs dans ces différents secteurs commencent à modifier leurs pratiques, le choix des espèces et variétés récoltées, le nombre de récoltes par saison et même les régions de culture pour celles ayant de nouveaux potentiels culturaux. Ils utilisent de plus en plus des outils d'aide à la décision comme un atlas agroclimatique régional ou encore un programme de suivi des stocks de pêches pour intégrer une approche d'adaptation aux changements climatiques dans leurs pratiques.*

## 2.8.1 Introduction

En raison du climat nordique, l'agriculture québécoise s'est développée autour de productions animales, dont la production laitière, tout en se diversifiant par la production de céréales, d'oléagineux, de fruits, de légumes et de sirop d'érable (Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 2018; Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 2014). Avec 28 000 exploitations agricoles, ce secteur représentait en 2017 près de 60 000 emplois, générant des revenus de 8,8 milliards de dollars (Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 2018).

Les pêches commerciales sont plutôt axées sur le homard, la crevette, le crabe et les poissons de fond et sont déterminantes pour les régions maritimes (Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 2018). Ce secteur représentait quant à lui plus de 8 000 emplois en 2017 pour les régions maritimes du Québec avec une valeur des débarquements et des expéditions dépassant 1 milliard de dollars (Gouvernement du Québec, 2018b).

Les changements climatiques tels que la hausse des températures, l'augmentation de la fréquence de perturbations naturelles (p. ex. les sécheresses et les épidémies d'insectes), l'allongement de la saison de croissance et de la saison sans gel, en plus de la modification de certaines variables physico-chimiques de l'eau, sont autant d'aléas qui affecteront ces secteurs (Li et coll., 2018; Ouranos, 2015b).

## 2.8.2 Agriculture

### 2.8.2.1 Possibilités et risques relatifs à la croissance des cultures

Au Québec, les changements climatiques auront des conséquences différenciées sur les rendements potentiels des cultures fourragères et maraîchères, ainsi que sur les élevages. La production de plusieurs cultures pourrait bénéficier d'une saison de croissance plus longue, notamment le soya (Gendron St-Marseille et coll., 2019; Jing et coll., 2017), le maïs (Bryant et coll., 2016), ainsi que certaines espèces fourragères (Thivierge et coll., 2017), telles que la fléole des prés et les mélanges fléole-luzerne (Tremblay et coll., 2018; Thivierge et coll., 2016; Bertrand et coll., 2014; Jing et coll., 2014). Ces gains de rendement dépendent généralement d'une adaptation des pratiques culturales comme la modification de la date et du nombre de récoltes, ainsi que de l'utilisation de cultivars mieux adaptés au climat futur. À l'inverse, les cultures qui sont mieux adaptées aux régions fraîches, telles que le canola (Qian et coll., 2018), l'orge et le blé, pourraient être pénalisées par des conditions de croissance plus chaudes (voir la figure 2.2 et le portail Portraits climatiques d'Ouranos [Ouranos, 2018c] pour des figures supplémentaires; Ouranos, 2015b).




Aperçu de la figure interactive Figure 2.2.

La répartition spatiale de certaines cultures pourrait s'étendre si les sols et la topographie s'y prêtent. Les cultures du maïs-grain et du soya pourraient se développer plus au nord, tout comme la zone de production commerciale de pommes, qui est actuellement limitée aux régions sud du Québec (Gendron St-Marseille et coll., 2019; Bélanger, 2016; Ouranos, 2015b). Ces modifications pourraient favoriser la position concurrentielle du Québec pour ces mêmes productions agricoles (Tamini et coll., 2015, 2014; Rochette et coll., 2004). La viticulture pourrait également, d'ici 2050, s'étendre à des régions avec un nouveau potentiel climatique viticole, comme le sud de l'Outaouais et la vallée du Saint-Laurent (voir la figure 2.14; Roy et coll., 2017b).

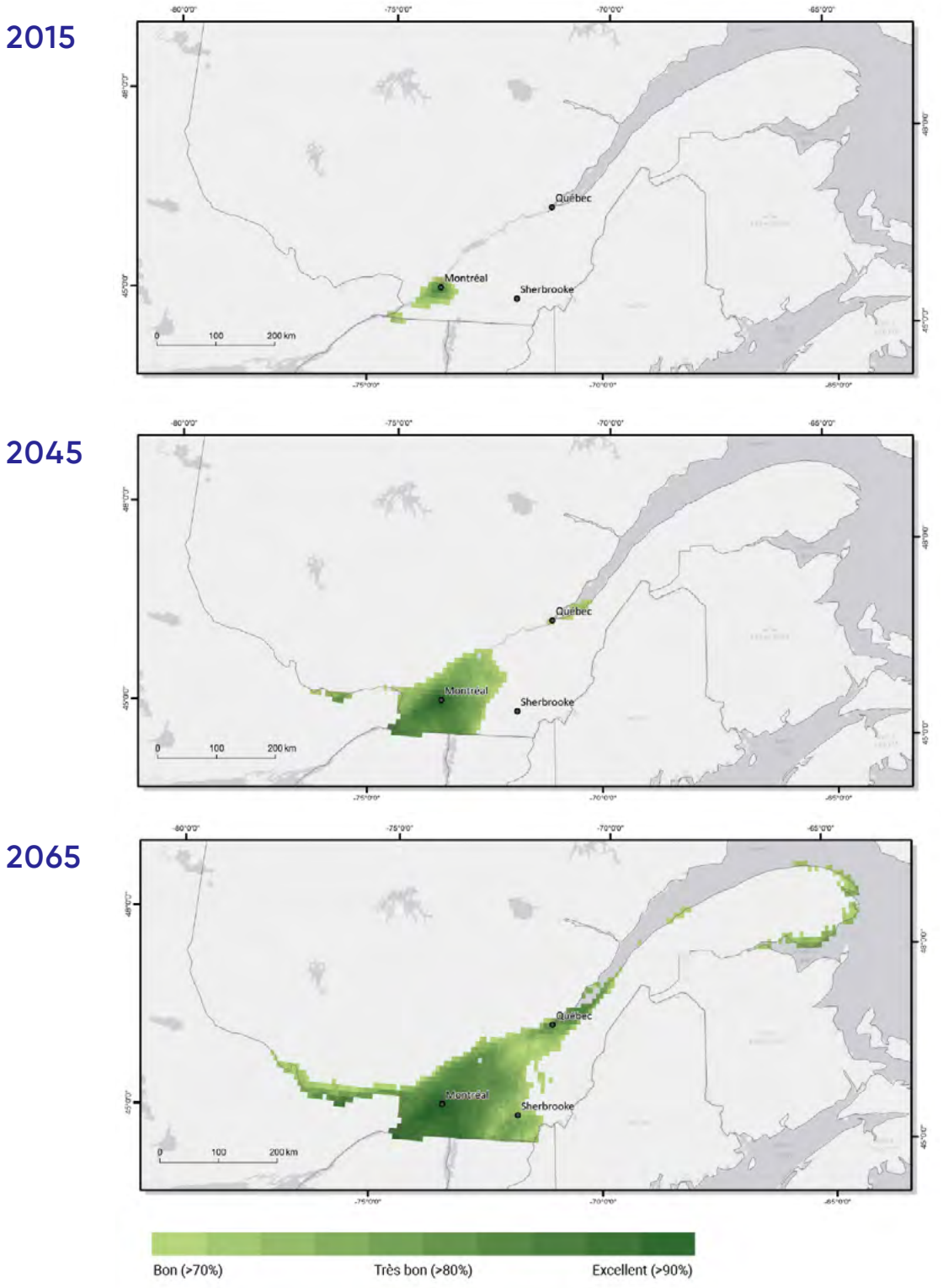



Figure 2.14 : Évolution du potentiel viticole dans la vallée du Saint-Laurent. Source : Tiré de Roy et coll., 2017b.

### 2.8.2.2 Risques de mortalité hivernale

À l'inverse, les changements climatiques exacerberaient plusieurs risques qui, si mal gérés, pourraient remettre en cause les avantages mentionnés précédemment. Ainsi, la mortalité hivernale des cultures pérennes (p. ex. la luzerne, le dactyle pelotonné), qui sont notamment utilisées dans l'alimentation des bovins, pourrait être accentuée par des automnes plus chauds, ainsi que des redoux et des épisodes de pluie plus fréquents durant l'hiver (Bélanger, 2016). Ces conditions sont défavorables à leur endurcissement au froid et peuvent leur causer des dommages physiques. Enfin, le manque de couverture neigeuse les exposera à des températures trop froides pour leur permettre de survivre (Tremblay et coll., 2018; Bélanger, 2016; Ouranos, 2015c; Bélanger et coll., 2002).

### 2.8.2.3 Ennemis des cultures

Les modifications du climat pourraient aussi favoriser la prolifération, la dispersion et l'introduction de certaines maladies, de mauvaises herbes et d'espèces exotiques envahissantes (Gagnon et coll., 2019; Saguez, 2017; Forest, 2016; Brodeur et coll., 2013; Gagnon et coll., 2013; Gagnon et coll., 2011). Par exemple, le nématode à kyste du soya, qui a été détecté pour la première fois au Québec en 2013, pourrait étendre son aire de répartition d'ici 2050 en raison du réchauffement des températures (Gendron St-Marseille et coll., 2019). La pression croissante des ennemis des cultures risque d'influencer l'utilisation des pesticides entraînant des répercussions sur la qualité de l'environnement et sur la santé humaine (Gagnon et coll., 2019, 2015; Boileau, 2015).

### 2.8.2.4 Aléas et rendement

Lors des étés 2017 et 2018 dans la région du Bas-Saint-Laurent, les rendements de pommes de terre (Ouellet, 2017) et de foin (Gamache-Fortin, 2018) ont été inférieurs à la moyenne en raison de périodes de sécheresse importantes. Avec les changements climatiques, des déficits hydriques de ce genre pourraient survenir plus fréquemment et affecter la qualité nutritive et la quantité des récoltes (Forest, 2016).

Les épisodes de chaleur extrême, même très courts (Pearce et coll., 2014), pourront être nuisibles aux animaux d'élevage tels que les bovins, les porcs et la volaille, affectant les gains de poids, la production de lait ou d'œufs, la reproduction ou encore leur bien-être (Fournel et coll., 2017; Hristov et coll., 2017; Sejian et coll., 2015; Charbonneau et coll., 2013).

Les épisodes de pluie intense et l'excès d'eau accentueront, quant à eux, les risques, déjà importants, de dommages aux cultures, de ruissellement de surface et d'érosion des sols favorisant le transfert d'éléments nutritifs et de pesticides vers les eaux de surface (voir la section 2.6.3; voir le chapitre « Ressources en eau »; Forest, 2016; Gagnon et coll., 2015; Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2015). Ils pourront aussi avoir des répercussions sur les installations d'entreposage des fumiers à ciel ouvert et sur le calendrier d'épandage, ce qui pourrait, dans certains cas, nécessiter une mise à jour de leurs critères de conception et de gestion (Godbout et coll., 2013).

### 2.8.2.5 Mesures d'adaptation en milieu agricole

La réalisation du plein potentiel de croissance de certaines cultures associées aux changements climatiques passent, entre autres, par une adaptation des pratiques culturales (Bryant et coll., 2016; Desjarlais et Da Silva, 2016; Morissette et Jégo, 2016; Lease et coll., 2009). Elles incluent notamment la modification des dates de semis et de récoltes, l'augmentation du nombre de récoltes pour les cultures fourragères, le développement des régions ayant de nouveaux potentiels culturaux ou encore l'utilisation de cultivars et d'hybrides mieux adaptés au climat futur.

Afin de lutter contre les ennemis des cultures, les agriculteurs peuvent aussi consulter le Réseau d'avertissements phytosanitaires ainsi que des modèles qui aident à prédire le développement des ravageurs (Agriréseau, n.d.; Plouffe et coll., 2012) comme celui qui a été développé par le centre informatique de prévision des ravageurs en agriculture (CIPRA), afin d'évaluer, à l'avance, le meilleur type d'intervention phytosanitaire à mettre en œuvre (Gagnon et coll., 2013). La Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture encourage les principes de lutte intégrée (Gouvernement du Québec, 2017b; Gouvernement du Québec et Union des producteurs agricoles, 2011) qui suggèrent d'envisager également d'autres méthodes que les pesticides, telles que l'utilisation de cultivars plus résistants (Gouvernement du Québec et Union des producteurs agricoles du Québec, 2011).

Certaines pratiques de conservation des sols peuvent atténuer les effets négatifs des fortes pluies (Ouranos, 2015b). Elles peuvent inclure, par exemple, la réduction du travail du sol, l'intégration des bandes riveraines, la promotion des cultures de couverture ou encore l'adoption d'une gestion intégrée des engrais (Kaye et Quemada, 2017; Ouranos, 2015b). Certaines de ces pratiques sont encouragées par le programme incitatif Prime-Vert du gouvernement du Québec (Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 2021).

Le stress occasionné par la chaleur chez les animaux d'élevage peut être limité par une nutrition adéquate, une réduction de la densité d'animaux par bâtiment et un meilleur contrôle de la température dans les bâtiments (Fournel et coll., 2017; Sejian et coll., 2015).

Les producteurs agricoles et les autres acteurs du secteur bioalimentaire québécois ont accès à plusieurs outils d'aide à l'adaptation, notamment le site de prévisions météorologiques Agrométéo Québec ainsi que l'Atlas agroclimatique du Québec, qui fournissent des informations sur l'impact du climat actuel et du climat futur du Québec méridional (voir l'encadré 2.3 ; Agrométéo Québec, 2019). Certains utilisateurs de l'Atlas agroclimatique affirment d'ailleurs l'utiliser afin de « choisir les cultures ou les cultivars les mieux adaptés aux conditions climatiques », d'« appuyer l'enseignement ou la recherche », d'« explorer en vue d'achat de terre agricole », de « planifier les semis ou les plantations » et de « sensibiliser les collègues ou clients aux changements climatiques et à leurs impacts » (Bachand et coll., 2019).

Les producteurs agricoles et maraîchers peuvent également gérer certains risques en souscrivant aux programmes d'assurance récolte de la Financière agricole du Québec qui permettent d'obtenir une compensation en cas de pertes associées aux conditions climatiques (Gouvernement du Québec, 2016a).

À une échelle plus régionale, un outil a été conçu pour la prise en compte des effets potentiels des changements climatiques dans les plans de développement de la zone agricole (PDZA) et pour les autres

processus de planification des territoires agricoles des MRC du Québec (ÉcoRessources, 2018; Bryant, 2017a, b).

Par ailleurs, la diversification des formes d'agriculture (jardins personnels, agriculture urbaine) rend la société plus résiliente face aux changements climatiques et peut générer plusieurs avantages connexes positifs sur la santé, la sécurité alimentaire, la cohésion sociale ainsi que le sentiment d'accomplissement (Duchemin et coll., 2021). Alors qu'il est estimé que l'agriculture urbaine est pratiquée par environ 40 % de la population de Montréal, soit en jardins individuels, collectifs ou communautaires (Ville de Montréal, 2013), le Centre d'écologie urbaine de Montréal, en collaboration avec Ouranos, a dressé un portrait de ce type d'agriculture dans la communauté métropolitaine de Montréal en plus d'informer les acteurs sociaux québécois sur ses avantages en matière d'adaptation aux changements climatiques (Duchemin et coll., 2021).

### Encadré 2.3 : Le projet Agriclimat

Agriclimat est une démarche initiée par les producteurs agricoles du Québec dans le but de mieux comprendre l'impact des changements climatiques en agriculture et de déterminer les meilleurs moyens de s'y préparer. Des groupes de travail régionaux, composés de producteurs et productrices agricoles et d'intervenants du milieu ont le mandat d'identifier les enjeux, menaces et opportunités ainsi que les mesures d'adaptation à mettre en place dans leur région administrative. Neuf régions ont participé à ce programme. Le site Web d'Agriclimat offre également une foule de ressources comme des webinaires et de la documentation sur les productions animales, l'acériculture, les fourrages, les fruits et légumes, de même que les grandes cultures (Agrométéo Québec, 2019).

## 2.8.3 Pêches et aquaculture

### 2.8.3.1 Conditions de pêche et d'élevage changeantes

L'industrie des pêches et de l'aquaculture subit des impacts des changements climatiques autant en eaux douces qu'en eaux salées. La hausse de la température de l'air influence la température de l'eau de surface (Long et coll., 2016; Hebert, 2013), ce qui rendra plus difficiles les conditions de pêche et d'élevage en affectant la quantité et la qualité de l'eau (Bourduas Crouhen et coll., 2017; Long et coll., 2016; Benoît et coll., 2012).

Les changements climatiques pourraient contracter ou déplacer les aires de répartition de plusieurs espèces, modifiant ainsi les zones de pêche et leur rendement (Cheung et coll., 2013; Shackell et coll., 2013). Par exemple, le homard risque de voir son aire de distribution s'agrandir à moyen terme (Benoît et coll., 2012). Toutefois, les températures de l'eau anticipées pour 2060–2070 seront trop chaudes dans le sud du golfe

du Saint-Laurent pour le développement des larves, ce qui confinera le homard à des eaux plus profondes et donc à des territoires où le homard est généralement moins abondant (Bourduas Crouhen et coll., 2017; Benoît et coll., 2012). Cela pourra avoir des répercussions sur la pêche de cette espèce, qui est l'une des plus importantes commercialement au Québec avec une valeur des débarquements de plus de 70 M$ en 2015 (Bourduas Crouhen et coll., 2017).

La hausse des températures de l'eau pourrait aussi modifier les relations prédateurs-proies des espèces exploitées en causant des déphasages phénologiques entre les différents cycles de vie (Savard et coll., 2016; Shackell et coll., 2013), mais aussi en favorisant l'émergence d'espèces exotiques envahissantes et de pathogènes (Shackell et coll., 2013). En effet, comme la barrière naturelle générée par l'eau froide est moins efficace dans un climat en changement, des organismes pathogènes – et donc plus de maladies – pourraient survenir au sein des populations et des élevages de poissons (Karvonen et coll., 2010).

Du côté de la pêche sportive, une industrie touristique importante au Québec, la perte d'habitat thermique pour des espèces iconiques de la pêche comme les salmonidés pourrait affecter les dates, les zones, les quotas et les permis de pêche sportive, particulièrement dans l'est et au nord de la province (Daigle et coll., 2015; Loder et coll., 2015; Lapointe et coll., 2013).

### 2.8.3.2 Mesures d'adaptation pour l'industrie de la pêche et en milieu piscicole

Afin d'assurer l'essor économique de la pêche et de l'aquaculture, l'élevage ou la pêche de nouvelles espèces pourrait devenir la norme en raison des changements au sein des écosystèmes aquatiques (Brzeski, 2011). Les quotas ainsi que l'adaptation des dates d'ouverture des pêches sont également des moyens dont se sont dotées les instances gouvernementales afin de limiter les impacts sur les populations en fonction de leur cycle de développement (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2018b; Pêches et Océans Canada, 2018).

Le suivi des espèces et la conservation des habitats restent les meilleures pratiques en place, comme le protocole d'évaluation des risques pour les espèces aquatiques marines non indigènes qui prévient l'infestation à grande échelle d'espèces exotiques envahissantes (Pêches et Océans Canada, 2015). Pêche et Océans Canada travaille d'ailleurs sur un projet de loi pour la durabilité des pêches dans l'avenir afin de favoriser la protection des habitats, mieux gérer le développement économique et promouvoir les droits autochtones (Pêches et Océans Canada, 2019).

# 2.9 Les secteurs de l'énergie, de la foresterie et de l'exploitation minière seront particulièrement affectés par les changements climatiques

**Les principaux secteurs d'exploitation des ressources naturelles du Québec, soit l'énergie, la foresterie et les mines, seront particulièrement touchés par les aléas climatiques. Ceux-ci pourront affecter l'exploitation, la production ainsi que les installations et les activités d'entretien de ces secteurs. Les producteurs adaptent progressivement leurs processus de prise de décision et leurs modes de gestion afin de composer avec ces changements climatiques.**

*De nouvelles conditions climatiques pourraient présenter à la fois des possibilités et des risques pour les secteurs de l'exploitation des ressources naturelles au Québec qui représentent près de 7 % du produit intérieur brut. En effet, les quantités plus importantes de précipitations dans les régions des grands réservoirs augmenteront le potentiel de production hydroélectrique; cela dit, toutes les installations n'ont pas été conçues pour augmenter leur capacité de rétention ou leur productivité en fonction des volumes d'eau attendus. Les gains en croissance de la forêt boréale pourraient être limités en raison des feux de forêt, d'événements climatiques extrêmes plus fréquents ainsi que de potentiels stress hydriques. Les pratiques d'aménagement et de gestion commencent à changer pour rendre les forêts plus résilientes aux changements climatiques. De même, l'adaptation de la gestion des ouvrages de rétention et les parcs à résidus miniers commencent à être mis en place.*

## 2.9.1 Introduction

Au Québec, les principaux secteurs des ressources naturelles du Québec sont l'énergie, la foresterie et les mines. Ensemble, ils représentent environ 7 % du produit intérieur brut (PIB) (Statistique Canada, 2016c). La hausse des températures, l'augmentation de la fréquence des perturbations naturelles telles que les feux de forêt, les sécheresses, les épidémies d'insectes ainsi que les modifications aux régimes hydriques (Li et coll., 2018; Ouranos, 2015b) sont autant d'aléas qui affecteront ces secteurs.

## 2.9.2 Énergie

La consommation en énergie au Québec est dominée à 40 % par le pétrole, suivi de près par la consommation en électricité à 36 % (Whitmore et Pineau, 2020). Dans sa plus récente politique énergétique (2016–2030), le ministère de l'Énergie du Québec vise à réduire de 40 % la consommation de produits pétroliers et à augmenter de 25 % les énergies renouvelables (Gouvernement du Québec, 2016b). L'importance du pétrole dans le portefeuille énergétique du Québec devrait donc diminuer dans les prochaines années (Whitmore et Pineau, 2020) au profit des énergies renouvelables qui, elles, seront impactées par les changements climatiques.

Les centrales hydroélectriques produisent environ 95 % de l'électricité du Québec (voir la figure 2.15) et sont majoritairement exploitées par la société d'État Hydro-Québec (Régie de l'énergie du Canada, s.d.; Whitmore et Pineau, 2020). Les activités de cette dernière comptent globalement pour 4 % du PIB du Québec (Hydro-Québec, 2018). Toutefois, les changements climatiques auront des impacts sur cette source de revenus et sur la demande en énergie, notamment en raison de la modification des régimes hydriques et des variations de température (Ouranos, 2015b).

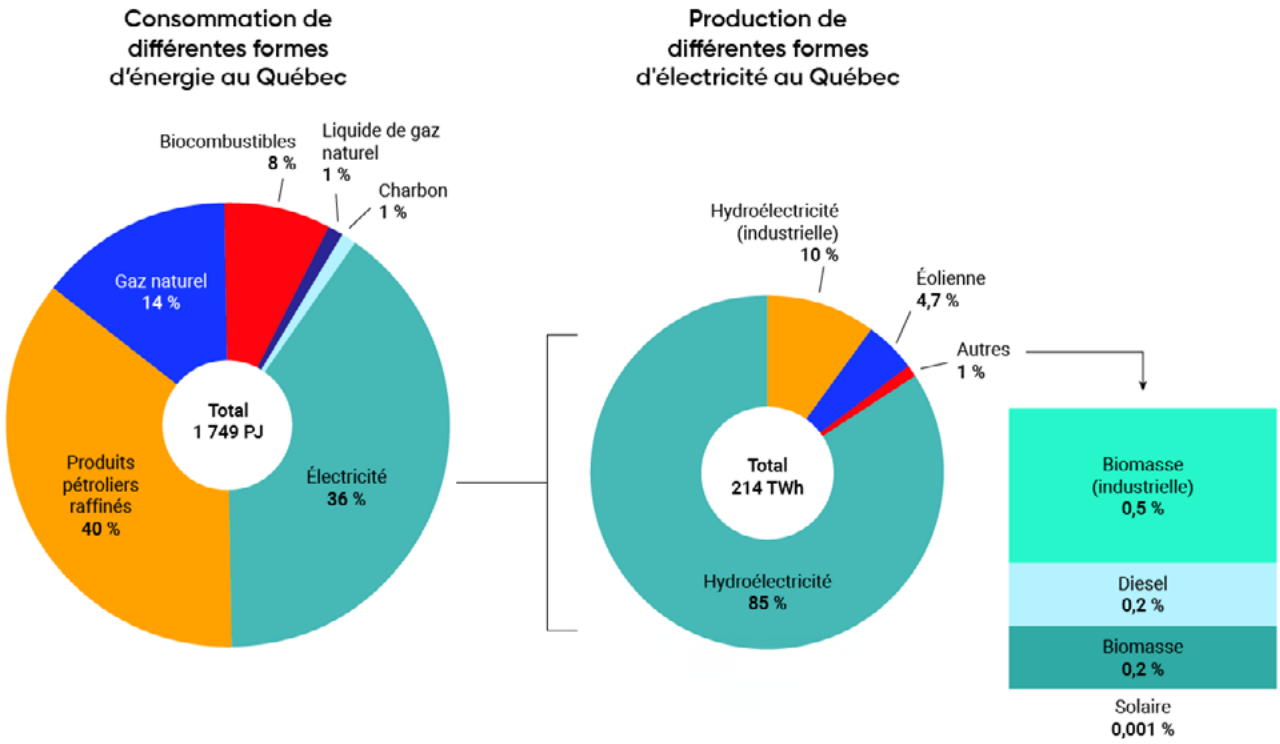



Figure 2.15 : Consommation totale par forme d'énergie au Québec en 2017 (à gauche) et production électrique par source d'énergie au Québec en 2018 (à droite). Source : Whitmore et Pineau, 2020.

### 2.9.2.1 Variations de la capacité de production hydroélectrique et risques de bris de barrages

En raison des changements climatiques, les précipitations en hiver et au printemps auront tendance à augmenter et seront accompagnées de redoux hivernaux et d'événements de pluies extrêmes plus fréquents (Ouranos, 2018c, 2015a; Tilmant et coll., 2017; Sillmann et coll., 2013; Monette et coll., 2012). Ceci se répercutera directement sur le régime des rivières, entraînant des débits plus forts en hiver et un devancement de la crue printanière pour l'ensemble du Québec, avec des changements plus marqués au nord (Tilmant et coll., 2017; Guay et coll., 2015; Lachance-Cloutier et coll., 2015; Ouranos, 2015b).

Certaines centrales hydroélectriques pourraient ainsi voir leur production augmenter (Guay et coll., 2015), à condition d'adopter un plan de gestion approprié (voir l'encadré 2.4; Fournier et coll., 2020; Boucher et Leconte, 2013; Minville et coll., 2010). En effet, les bénéfices associés à ces surplus d'eau pourraient se révéler limités si l'augmentation des débits survient à des moments où les réservoirs sont près de leur capacité d'emmagasinement maximal ou, dans le cas des centrales au fil de l'eau, près de leur productivité maximale (Ouranos, 2015b; Boucher et Leconte, 2013).

Les événements de pluie extrêmes pourraient, quant à eux, causer des crues importantes de faible récurrence et avoir un impact sur l'intensité de la crue maximale probable (CMP). Les CMP servent de norme de conception pour les grands barrages afin d'éviter des débordements dévastateurs entraînant de graves pertes environnementales, humaines et financières. Pour certains bassins québécois, une augmentation de la CMP de printemps au courant du 21e siècle est projetée mais, en fonction des hausses attendues, il a été évalué qu'aucune modification à la structure des barrages n'était nécessaire pour assurer la sécurité de ces ouvrages (Clavet-Gaumont et coll., 2017; Ouranos, 2015a).

En revanche, certains systèmes comme celui des Grands Lacs, qui fournit l'apport en eau de la centrale de Beauharnois, pourraient être exposés à une forte évaporation, se traduisant par une diminution des niveaux d'eau dans le Saint-Laurent à la fin de l'été et au début de l'automne (voir la section 2.5.4; Music et coll., 2015). La production d'hydroélectricité sur ces bassins pourrait alors diminuer et occasionner des pertes économiques importantes (Desjarlais et Da Silva, 2016; Boucher et Leconte, 2013).

### 2.9.2.2 Modifications de la demande en énergie

Le réchauffement des températures aura un effet sur la demande en énergie en fonction des saisons. Dès l'horizon 2030, les besoins de chauffage moindres en hiver ne seraient que partiellement compensés par des besoins de climatisation accrus en été (Lafrance et coll., 2016). Toutefois l'avenir de la demande énergétique dépend également de plusieurs autres facteurs tels que l'électrification croissante des transports, le développement des marchés comme les centres de données, les cryptomonnaies, la culture en serre, etc., qui pourraient faire varier la demande en énergie (Hydro-Québec, 2019).

### 2.9.2.3 Risques pour les infrastructures de transport et de distribution d'électricité

Comptant plus de 34 000 km de lignes de transport d'électricité et quelques 116 000 km de lignes de distribution (Régie de l'énergie du Canada, s.d.), Hydro-Québec possède le plus vaste réseau de transport d'électricité en Amérique du Nord (Whitmore et Pineau, 2018). La fréquence et l'intensité de certains événements météorologiques extrêmes appelés à évoluer au gré des changements climatiques, tels que les précipitations mixtes en hiver (pluie, neige, verglas), les épisodes de chaleur extrême en été, les feux de forêt et les inondations, pourraient avoir des conséquences importantes sur l'intégrité physique des infrastructures de transport et de distribution d'électricité et affecter l'efficacité de certaines composantes telles que les transformateurs (Braun et Fournier, 2016; Ouranos, 2015c; Petit, 2015). Ces perturbations des équipements peuvent engendrer des interruptions de service avec toutes les conséquences sociales, sanitaires et économiques associées en plus d'occasionner des coûts de réparation.

### 2.9.2.4 Mesures d'adaptation

C'est souvent à la suite d'événements climatiques dévastateurs que des mesures sont prises pour s'adapter. C'est ainsi qu'après le déluge du Saguenay en 1996, une commission d'enquête a relevé que les dommages auraient pu être moindres avec un meilleur aménagement du territoire, une gestion différente des infrastructures (p. ex. une diminution du niveau maximal d'exploitation) et une meilleure planification des mesures d'urgence (Bureau d'audiences publiques sur l'environnement - Commission d'examen conjoint, 2003). Suite aux recommandations de la commission, le Québec s'est doté de la *Loi sur la sécurité des barrages* et du *Règlement sur la sécurité des barrages*, qui encadrent notamment un plan de gestion des eaux, un plan de mesures d'urgence et des activités de surveillance des barrages de la province (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques - Expertise hydrique et barrages, 2018b). De plus, afin d'éviter les ruptures, les barrages se doivent de résister à des crues importantes allant jusqu'à la crue maximale probable. C'est pourquoi il existe des systèmes de suivi et de prévision des niveaux des réservoirs (Leconte et coll., 2017).

D'autre part, la modification des mesures d'urgence ou l'aménagement du territoire en aval des barrages (Ouranos, 2015a) sont des mesures d'adaptation qui requièrent des investissements relativement modestes. Des mesures d'adaptation réglementaires peuvent aussi s'avérer appropriées et permettre de profiter de la disponibilité supplémentaire de l'eau (Arsenault et coll., 2013; Boucher et Leconte, 2013; Haguma, 2013). L'intégration des données climatiques dans la prévision de la demande est également une approche adoptée par Hydro-Québec pour s'adapter aux variations de la demande (Braun et Fournier, 2016).

D'autres mesures comprennent des modifications physiques apportées aux systèmes comme l'ajout de turbines ou le redimensionnement d'équipements pour profiter des apports supplémentaires en eau (Boucher et Leconte, 2013). Ces mesures sont généralement moins utilisées puisqu'elles sont plus coûteuses et techniquement plus complexes à réaliser. Elles sont également associées à un retour sur l'investissement qui comporte des risques en raison de l'incertitude des projections hydrologiques (Clavet-Gaumont et coll., 2017; Ouranos, 2015a; Boucher et Leconte, 2013; Haguma, 2013). Ces mesures d'adaptation sont idéalement à prendre lors de la phase de planification de la construction ou réfection d'un barrage, comme ce fut le cas à la centrale Sainte-Marguerite-3 d'Hydro-Québec (Robert, 2018; Hydro-Québec, 1999). La conception de cet ouvrage permet l'ajout d'une turbine supplémentaire, en prévision d'une éventuelle déviation de rivière qui aurait amené la possibilité de produire davantage d'électricité.

## Encadré 2.4 : Valeur des actifs hydroélectriques et impacts physiques des changements climatiques

Les propriétaires et les gestionnaires d'actifs hydroélectriques ainsi que les autres parties prenantes de l'industrie prennent des décisions financières fondées sur la valeur projetée de leurs actifs. Cependant, les principales composantes de la valeur de ces actifs, telles que les revenus futurs de la production d'électricité, peuvent être affectées par les changements climatiques. Ouranos, avec le soutien et le financement de Ressources naturelles Canada, Manitoba Hydro, Ontario Power Generation, Innergex, Brookfield Renewable

et Hydro-Québec, propose ainsi un « Guide sur l'intégration des données climatiques dans la production d'énergie aux fins de modélisation de la valeur » Fournier et coll., 2020. Le Guide et ses quatre études de cas accompagnent les praticiens de l'industrie hydroélectrique dans la mise en œuvre des meilleures pratiques d'intégration des données climatiques.

Pour adapter le réseau de transport aux aléas climatiques, Hydro-Québec a renforcé les critères de conception de sa potentielle ligne d'interconnexion Appalaches-Maine (Hydro-Québec, 2020). En utilisant les Portraits climatiques d'Ouranos, certaines modifications ont été apportées aux normes habituelles de conception d'une ligne de ce type. Celle-ci pourra résister à des températures plus élevées, ainsi qu'à des événements de plus forte intensité dans le cas de charges en glace et des phénomènes de vent. Depuis 2018, Hydro-Québec a également intégré les changements climatiques comme risque d'entreprise dans son plan stratégique et a mis sur pied plusieurs comités qui faciliteront la coordination et l'intégration de l'adaptation aux changements climatiques dans ses différentes unités d'affaires (Bonneau et coll., 2019).

### 2.9.2.5 Autres sources d'énergie

L'énergie éolienne est la deuxième source d'électricité en importance au Québec, avec près de 4,7 % de la production de la province en 2018 (Whitmore et Pineau, 2020). L'électricité produite par les éoliennes pourrait être affectée par des changements de vitesse et de répartition des vents, des augmentations de température, des éclairs, des changements dans les types de végétation ou le dégel du pergélisol (Clavet-Gaumont et Huard, 2016). À ce jour, très peu d'études ont été réalisées sur le potentiel éolien futur en tenant compte des changements climatiques, c'est pourquoi Ouranos (consortium sur la climatologie régionale du Québec) mène, sur cette question, un projet de recherche qui portera fruit au courant de l'année 2023 (Ouranos, 2017a).

Le portefeuille québécois en matière d'énergie renouvelable est donc appelé à se diversifier au fil du temps. L'énergie solaire pourrait croître en importance, tout comme la géothermie. Cela dit, les impacts des changements climatiques sur ces filières sont encore peu étudiés (Ouranos, 2017a).

## 2.9.3 Foresterie

Le secteur forestier est un moteur économique important au Québec. Le revenu total de cette industrie était de plus de 10 milliards de dollars en 2016 et fournissait près de 80 000 emplois (Gouvernement du Québec, 2017c). La foresterie contribue également à l'économie de 250 municipalités, dont plusieurs dépendent de ce seul secteur (Yamasaki et coll., 2012; Gouvernement du Québec, 2006).

### 2.9.3.1 Impacts sur la croissance de la forêt

Les changements climatiques attendus (Brown et Caldeira, 2017; Pedlar et coll., 2015) pourraient avoir des impacts positifs sur la croissance des arbres à court et à moyen terme, surtout en forêt boréale où la croissance est restreinte par la température (Stinziano et Way, s.d.; Brown et Caldeira, 2017; D'Orangeville et coll., 2016; Pedlar et coll., 2015). La saison de croissance des arbres s'est d'ailleurs déjà allongée, de quelques jours à environ deux semaines selon les régions (Audet et coll., 2012; Zhang et coll., 2011), et des impacts directs sont ressentis par les arbres tels que le devancement de l'ouverture des bourgeons (Raulier et Bernier, 2000). Cependant, ces gains en matière de croissance pourraient être limités par une hausse des températures au-delà du seuil de tolérance de plusieurs espèces telles que l'épinette noire et le sapin baumier (D'Orangeville et coll., 2018) et par des changements de régime des perturbations naturelles, comme les feux, les maladies ou les épidémies d'insectes (Boucher et coll., 2018; Gauthier et coll., 2015).

### 2.9.3.2 Épidémies d'insectes

Les forêts du Québec sont aux prises avec de nombreux insectes ravageurs tels que la tordeuse des bourgeons de l'épinette et la livrée des forêts. Les changements climatiques pourraient avoir des effets différenciés sur les insectes ravageurs. Dans certains cas, l'augmentation de la température pourrait stimuler leur dispersion ainsi que le nombre de générations annuelles, en plus d'affecter les défenses des arbres hôtes (Pureswaran et coll., 2018; Dukes et coll., 2009; Levesque et coll., 2002). Dans d'autres cas, ils pourraient diminuer la gravité des épidémies en perturbant les relations prédateurs-proies (Pureswaran et coll., 2018). Par exemple, une diminution de la durée et de la gravité des épidémies de tordeuse des bourgeons de l'épinette est anticipée pour le sud du Québec (Boucher et coll., 2018; Boulanger et coll., 2016; Régnière et coll., 2012). La tordeuse verra son aire de distribution se déplacer vers le nord et donc les impacts sur la sapinière devraient diminuer. En revanche, en se déplaçant vers le nord, elle pourrait affecter dorénavant l'épinette noire. Les impacts dépendront de l'ajustement de la synchronie entre l'éclosion des larves et le débourrement de l'épinette noire (De Grandpré et coll., 2018).

Finalement, les ravageurs exotiques en provenance d'autres pays pourront profiter du réchauffement hivernal pour s'établir dans les forêts québécoises, comme la spongieuse (Régnière et coll., 2009) et le puceron lanigère de la pruche (PLP) (McAvoy et coll., 2017).

### 2.9.3.3 Sécheresses et feux de forêt

Les sécheresses pourraient causer moins de dégâts pour les forêts de certaines régions du Québec qu'ailleurs au Canada (voir le chapitre « Impact sur les secteurs et mesures d'adaptation »; Boucher et coll., 2018; Gauthier et coll., 2014), le Québec recevant davantage de précipitations. Néanmoins, en raison de l'augmentation des températures anticipée et de l'évapotranspiration qui en découle, le contenu en eau des sols diminuera dans les prochaines décennies (Houle et coll., 2012), ce qui pourrait avoir des impacts sur la croissance et la nutrition des arbres (Houle et coll., 2016), et augmenter davantage les risques de feux de forêt (Gauthier et coll., 2014).

Des modifications au régime de feux pourraient faire en sorte que ceux-ci deviennent la plus grande menace posée par les changements climatiques sur les forêts du Québec (Boucher et coll., 2018; Lajoie et coll., 2018). La saison des feux pourrait, selon les régions, s'allonger de 10 à 20 jours d'ici 2050, alors que les feux pourraient être 1,5 fois plus fréquents et les superficies brûlées deux fois plus grandes (Ressources naturelles Canada, s.d.; Girardin et Terrier, 2015; Boulanger et coll., 2014). Les potentiels impacts économiques des feux sur le secteur forestier au Québec mériteraient d'être approfondis dans les futurs travaux de recherche.

### 2.9.3.4 Exploitation de la ressource forestière

Sans la mise en place de mesures d'adaptation aux changements climatiques, les niveaux actuels de coupe pourraient être difficiles à maintenir (Boucher et coll., 2018) et la qualité du bois récolté risque de diminuer (Gauthier et coll., 2014). En effet, de 5 à 21 % de l'habitat actuel des principales essences forestières du Québec (épinette noire, sapin baumier, bouleaux blanc et jaune, et érable à sucre), qui ensemble représentent 72 % du volume total d'arbres marchands, pourrait devenir défavorable à leur présence d'ici la fin du 21e siècle (Périé et de Blois, 2016). Le coût des opérations forestières pourrait aussi augmenter en raison, par exemple, de la diminution de la période pendant laquelle les chemins forestiers sont praticables en hiver, ce qui limiterait l'accès aux territoires forestiers pendant cette période (Gauthier et coll., 2014). L'ensemble des impacts pourrait se traduire par des pertes d'emplois, de propriétés et d'infrastructures pour les secteurs forestier et touristique (Gauthier et coll., 2014), avec des répercussions sur l'ensemble de l'économie de la province (Boccanfuso et coll., 2014; Tanekou Mangoua, 2013).

### 2.9.3.5 Mesures d'adaptation

Les mesures d'adaptation potentielles pour le secteur forestier sont nombreuses (Gauthier et coll., 2014), mais parfois difficiles à mettre en œuvre. Elles visent à augmenter la résilience et/ou la résistance des peuplements forestiers face aux perturbations naturelles et aux stress environnementaux, par exemple, par la plantation d'espèces ou de variétés d'arbres à croissance rapide ou par l'adaptation du calendrier de récolte (voir l'étude de cas 2.5; Park et coll., 2014). Le défi sera d'incorporer ces mesures et la gestion du risque dans les processus de planification (Gauthier et coll., 2014). En ce sens, le Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (MFFP) travaille depuis plusieurs années à faire l'acquisition de connaissances sur la vulnérabilité des forêts et des activités forestières aux changements climatiques (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2021; 2018c). De plus, en 2021 le MFFP a élaboré un projet de stratégie d'adaptation de l'aménagement des forêts aux changements climatiques, qui était en phase de consultation publique jusqu'en décembre 2021 (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2021). Cette stratégie permettra de prioriser les enjeux importants et d'amorcer des mesures de sensibilisation auprès du secteur forestier.

D'autre part, le Bureau du forestier en chef intègre dorénavant les impacts des changements climatiques dans le calcul de la possibilité forestière au Québec, ce qui représente une adaptation importante pour ce secteur (Forestier en chef, 2020).

## Étude de cas 2.5 : L'impact des changements climatiques sur la production du sirop d'érable au Québec

La production de sirop d'érable est une activité économique importante dans le nord-est de l'Amérique du Nord, et particulièrement au Québec, où se situe plus de 90 % de la production Canadienne et environ 70 % de la production mondiale (Producteurs et productrices acéricoles du Québec, 2020). Puisque la productivité des érablières dépend en grande partie du climat (Duchesne et Houle, 2014; Duchesne et coll., 2009), l'acériculture est vulnérable aux changements climatiques. Avec des printemps plus hâtifs, les producteurs québécois doivent devancer la période d'entaillage et de récolte de la sève pour éviter des pertes de rendement (Houle et coll., 2015; Guilbert et coll., 2014; Skinner et coll., 2010). Par ailleurs, les régions les plus au sud du Québec pourraient connaître une plus grande proportion d'années de faible production, due principalement à des saisons écourtées (Houle et coll., 2015). Ceci est susceptible de se produire même sans tenir compte de l'augmentation potentielle des épidémies d'insectes et des épisodes de sécheresses (Houle et coll., 2012; Zarnovican, 2002; Gross, 1991), qui pourraient affecter davantage la santé des érables et diminuer les rendements en sirop. Plusieurs mesures d'adaptation existent pour faire face à ces défis potentiels, et les acériculteurs québécois, s'ils ne les mettent pas déjà en application, semblent disposés à le faire dans l'avenir, selon un récent sondage sur les opinions des producteurs de sirop d'érable (Legault et coll., 2019). La consultation de sites de prévisions météorologiques, l'entaillage hâtif (au mois de janvier, par exemple), ou encore, le maintien d'une plus grande biodiversité au sein des érablières pour améliorer leur résilience à la sécheresse et aux ravageurs sont des exemples de mesures d'adaptation (Legault et coll., 2019).

## 2.9.4 Exploitation minière

L'industrie minière connaît une effervescence à l'échelle mondiale en raison d'une demande croissante des technologies de pointe ainsi que du développement soutenu de certains pays, comme la Chine (Simard, 2019). Des entreprises étrangères du secteur extractif voient d'ailleurs un potentiel d'investissement dans le Grand Nord québécois (Têtu et Lasserre, 2017). Au Québec, ce secteur générait plus de 8,6 milliards de dollars (Association minière du Canada, 2017) et employait près de 16 000 personnes en 2016 (Institut de la Statistique du Québec, 2018b). Il est responsable d'une contribution importante à l'économie de plusieurs régions, l'Abitibi-Témiscamingue, le Nord-du-Québec et la Côte-Nord récoltant la plus grande part de ces retombées (Association minière du Québec, 2018). En 2018, la province comptait 24 mines en activité et une trentaine de projets miniers. En dépit de ses retombées économiques, l'industrie minière comporte des impacts sociaux et environnementaux non négligeables (Simard, 2019).

### 2.9.4.1 Impacts sur l'exploitation et la restauration de sites miniers

La phase d'exploitation d'une mine est de courte durée et est particulièrement vulnérable aux extrêmes climatiques, tels que les pluies intenses (Bussière et coll., 2017). Tout aussi vulnérable aux extrêmes, la phase de restauration subit également les impacts cumulés des tendances climatiques sur le long terme, tels que l'augmentation des températures et le dégel du pergélisol (voir le chapitre « Impact sur les secteurs et mesures d'adaptation »; Bussière et coll., 2017). C'est pourquoi l'efficacité des méthodes de restauration à long terme et la durabilité des ouvrages d'entreposage des résidus miniers après l'exploitation représentent les plus grandes vulnérabilités du secteur minier québécois face aux changements climatiques (Bussière et coll., 2017). En effet, l'exploitation minière génère des « montagnes » de résidus et des « lacs » d'eaux usées (Mousseau, 2012). Ces résidus sont souvent toxiques et peuvent contenir de l'arsenic, du cyanure et, parfois, des éléments radioactifs. Il est donc primordial que les ouvrages qui confinent les résidus évitent que ces matières soient véhiculées par les eaux de ruissellement ou qu'elles percolent jusqu'à la nappe phréatique (Simard, 2019).

La variabilité du climat et les événements extrêmes sont les plus préoccupants pour le secteur. Par exemple, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des pluies extrêmes pourrait avoir des conséquences importantes puisque les déversoirs et les évacuateurs de crue ne sont pas tous conçus avec une capacité suffisante pour empêcher des déversements d'eau contaminée dans l'environnement (Bussière et coll., 2017; Ouranos, 2015a). Le dégel du pergélisol est également une préoccupation pour les sites miniers plus au nord de la province qui dépendent du gel pour gérer les résidus miniers. C'est le cas de la mine Raglan dont les activités se font au nord du 62e parallèle et qui, avec le réchauffement du climat, doit développer de nouvelles stratégies d'entreposage afin de s'assurer que les résidus demeurent stables, avec ou sans pergélisol, au moins pour les 1 000 prochaines années (Blondin, 2020).

### 2.9.4.2 Mesures d'adaptation

L'industrie s'est dotée de cadres afin de promouvoir des bonnes pratiques. Le gouvernement du Québec, en vertu de la *Loi sur les mines*, exige que la mise en place des plans de restauration prenne en compte les potentiels impacts des changements climatiques sur les infrastructures minières puisque ces ouvrages resteront en place après la fermeture des mines (Gouvernement du Québec, 2017a). De plus, en vertu de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, toute demande d'autorisation de projets de développement doit tenir compte des impacts anticipés des changements climatiques et doit comprendre la mise en place de mesures d'adaptation pour minimiser les risques (Québec, 2022). Puisque ces cadres législatifs sont récents et qu'il y a encore peu d'initiatives recensées au Québec, il demeure important de faire un suivi de l'efficacité de ces mesures d'adaptation (Simard, 2019).

# 2.10 Le tourisme et les secteurs financiers ressentent les impacts des changements climatiques

**Certaines industries de services comme le tourisme, les assurances et les finances sont particulièrement sensibles aux variations du climat sur l'ensemble de leurs activités. Quelques entreprises ont commencé, dans les cinq dernières années, à mettre en place des mesures avec une perspective de planification à long terme, dont l'industrie du ski, qui est particulièrement proactive au Québec.**

*Les changements climatiques déjà ressentis, incluant les événements extrêmes plus fréquents, des saisons hivernales écourtées et des saisons estivales allongées, ont fait prendre conscience à plusieurs acteurs du secteur tertiaire de l'incidence directe de ces changements sur la pérennité de leurs activités. L'industrie touristique voit son offre de services se modifier et adopte des stratégies de diversification des revenus avec une offre sur les quatre saisons afin d'atténuer ses risques face au climat changeant. Les compagnies d'assurance font face à des événements extrêmes d'ampleur plus importante et adaptent leur offre en conséquence. Le secteur des finances privilégie dorénavant des portefeuilles composés d'entreprises qui divulguent leurs risques liés aux changements climatiques, permettant aux investisseurs de prendre des décisions plus éclairées.*

## 2.10.1 Introduction

L'économie du Québec est de plus en plus orientée vers les services. Ce secteur d'activité regroupe les entreprises exerçant des activités commerciales et administratives, qui visent à fournir des services ainsi que l'ensemble des services de l'administration publique et parapublique. Le secteur tertiaire représentait plus de 80 % des emplois en 2017 (Gouvernement du Québec, 2018c).

Cela dit, les effets observés et attendus des changements climatiques auront des impacts sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement des entreprises ainsi que sur les services publics tels que la santé, les services sociaux et l'éducation. Or, dans le contexte économique actuel, la performance à court terme est privilégiée et il est moins fréquent, pour les entreprises du secteur tertiaire, de consacrer des ressources à l'adaptation aux changements climatiques (Eyzaguirre, 2016; Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, 2012). Toutefois, quelques secteurs de services au Québec commencent à tenir compte des impacts potentiels des changements climatiques à court et à long terme dans leurs processus et décisions d'affaires, afin d'assurer la continuité des activités dans des conditions climatiques changeantes et avec des événements météorologiques extrêmes de plus en plus intenses et fréquents (Eyzaguirre, 2016).

## 2.10.2 Industrie touristique

Au Québec, l'industrie touristique est un moteur économique en croissance avec une augmentation du nombre de touristes de 3 % par an entre 2014 et 2019 (Gouvernement du Québec, 2019a), et qui est fortement influencée par la saisonnalité et les extrêmes climatiques. Les préoccupations diffèrent d'un secteur touristique à l'autre selon la durée de vie des infrastructures et les périodes critiques de fréquentation. Par exemple, les sports de glisse dépendent de la durée du couvert de neige et de ses caractéristiques en période de pointe (période des Fêtes et semaine de relâche). L'agrotourisme est influencé par la disponibilité de l'eau et par l'ensoleillement pour offrir une meilleure expérience client et obtenir des produits du terroir de qualité (Bleau et coll., 2012). Les activités nautiques s'appuient sur une qualité de l'eau et des niveaux d'eau sécuritaires pour les différentes pratiques (Ferguson et coll., 2018). Ainsi, les changements climatiques pourront présenter des risques ou des possibilités selon les régions et les secteurs touristiques (Paque et coll., 2018; Ouranos, 2015b).

La variabilité des conditions hivernales affectera les sports de glisse tels que le ski et la motoneige et, selon les régions, pourrait faire diminuer l'achalandage (Da Silva et coll., 2019; Paque et coll., 2018; Bleau et coll., 2012). De plus, en raison des hivers plus cléments, certains vecteurs de maladie pourraient survivre à la saison froide et accroître leur expansion, pouvant alors affecter les sorties de plein air, comme c'est le cas avec la maladie de Lyme (Paque et coll., 2018; Bleau et coll., 2012).

À l'inverse, comme la saison chaude aura tendance à s'allonger, certains secteurs pourraient saisir de nouvelles occasions d'affaires. C'est le cas pour l'agrotourisme, les croisières, le golf, le camping et le plein air (Paque et coll., 2018). Pour certaines régions, telles que les Laurentides et les Cantons-de-l'Est, une hausse de fréquentation des attractions et des activités récréatives estivales est attendue (Bleau et coll., 2012).

Un sondage effectué en 2017 auprès des acteurs de l'industrie révèle que plusieurs sont en mode réactif face aux impacts des variations du climat (Vachon et Germain, 2018; Chaire de tourisme Transat, 2017). Il n'en demeure pas moins que certains d'entre eux mettent en place des mesures volontaires comme la diversification des activités dans les stations de ski afin de générer des revenus en toutes saisons (Sauvé, 2017; Paquin et coll., 2016; Ouranos, 2015b; Egorova, 2014; Bleau et coll., 2012; Scott et coll., 2007). De plus, un certain leadership émerge chez des acteurs associatifs susceptibles de mettre en place des mesures (Leblond et Couture, 2017; Paquin et coll., 2016; Bleau et coll., 2015b; Blangy et coll., 2011), telle qu'une démarche d'accompagnement pour la région des Laurentides appelée *Living Lab Laurentides* (Living lab Laurentides, 2018; Leblond et Couture, 2017). Celle-ci propose un cadre d'innovation et d'expérimentation de mesures concrètes de lutte contre les changements climatiques. Par ailleurs, des recherches récentes ont permis de produire des informations climatiques spécialisées pour l'industrie touristique dans les régions de Québec et de Charlevoix (Paque et coll., 2018) et pour certaines stations de ski des Cantons-de-l'Est (Da Silva et coll., 2019). Ces nouveaux outils aident les décideurs à cerner les vulnérabilités et les possibilités des secteurs touristiques dans l'optique de mieux prioriser les interventions et les investissements à court et à long terme.

Pour permettre aux acteurs touristiques de mieux comprendre et reconnaître les enjeux liés aux changements climatiques, une stratégie de communication propre au secteur est aussi en développement chez Ouranos, avec le Ministère du Tourisme (Chaire de tourisme Transat, 2017). Elle comprend l'élaboration d'une série

d'outils de sensibilisation, d'autodiagnostic des risques, ainsi que des activités qui aideront les intervenants à prendre en compte les risques climatiques et à saisir les occasions dans leurs modèles d'affaires (Chaire de tourisme Transat, 2017).

## 2.10.3 Secteur des assurances

Les compagnies d'assurance de dommages sont pressenties pour jouer un rôle plus important dans la couverture du risque au Canada (Bureau d'assurance du Canada, 2015), notamment depuis les récentes inondations au Québec (2011, 2017 et 2019) et en Alberta (2013). Le marché de l'assurance inondation contre le débordement de lacs et de rivières est au stade embryonnaire au Canada. Néanmoins, en juin 2018, 16 assureurs proposaient une telle protection (Meckbach, 2018).

Or, lors de phénomènes météorologiques extrêmes, ce sont tout de même généralement les différents ordres de gouvernement qui offrent un dédommagement aux sinistrés (voir le chapitre « Coûts et avantages liés aux impacts des changements climatiques et aux mesures d'adaptation »; Ministère de la Sécurité publique du Québec, 2021; Bureau d'assurance du Canada, 2015). Le gouvernement du Québec offre une aide financière pour les municipalités, les entreprises, les propriétaires et les locataires, en vue de compenser, par exemple, les travaux de reconstruction ou le déplacement de résidences (Gouvernement du Québec, 2019c). Ce modèle de couverture n'incite pas les citoyens et les promoteurs à entreprendre des projets de développement hors des zones à risque alors qu'une assurance privée pourrait, à l'inverse, influencer les comportements en envoyant un signal plus clair associé aux coûts de la couverture (Bureau d'assurance du Canada, 2015). La capacité des assureurs à prédire les pertes et à estimer les risques découlant de catastrophes est toutefois affectée par les changements climatiques et exige ainsi d'améliorer le calcul des risques en s'appuyant sur des outils et des données de qualité supérieure (Bureau d'assurance du Canada, 2015).

Une méthodologie a été élaborée au Québec pour analyser et quantifier les risques financiers reliés aux inondations en tenant compte des impacts des changements climatiques attendus sur les débits de crues, afin de proposer une tarification de produits d'assurance adaptés à ce type de risque (Boudreault et coll., 2019). En outre, à la suite des événements de 2013 à Calgary, les assureurs ont pris des mesures pour clarifier les différents types de dégâts d'eau couverts et non couverts (Bureau d'assurance du Canada, 2015) et examinent la possibilité de modifier leur couverture du risque d'inondation au pays (Radio-Canada, 2017b; Thistlethwaite et Feltmate, 2013).

Par ailleurs, l'évolution d'autres aléas climatiques pourrait aussi influencer le milieu des assurances, par exemple la fréquence accrue des feux de forêt, l'augmentation de l'érosion côtière ou encore, l'augmentation des événements de pluies extrêmes. Au Québec, les dommages associés aux pluies extrêmes comme des refoulements de conduites sont d'ailleurs l'une des premières causes de réclamations en assurance habitation, un risque appelé à augmenter en raison des changements climatiques (Bureau d'assurance du Canada et Groupement des assureurs automobiles, 2018; Ouranos, 2015c). Le Bureau d'assurance du Canada propose des mesures que les individus peuvent prendre pour réduire ces risques, par exemple, installer des clapets anti-refoulement ou faire inspecter une toiture âgée (Bureau d'assurance du Canada, 2017).

## 2.10.4 Secteur des finances

Cela fait déjà plusieurs années que les banques et les entreprises canadiennes de services financiers sont conscientes des risques et des opportunités que présentent les changements climatiques (Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, 2012), puisque l'une des fonctions essentielles des marchés financiers est d'estimer le risque afin de favoriser les décisions d'investissement éclairées (Task Force on Climate-Related Financial Disclosure, 2017). À l'échelle du Canada, un groupe d'experts sur la finance durable a été créé en 2018 pour étudier les moyens par lesquels le secteur financier peut favoriser les investissements durables et diriger les fonds vers des initiatives canadiennes à faibles émissions de carbone (Gouvernement du Canada, 2019). La Banque du Canada entreprend également des recherches en ce sens (Molico, 2019).

Au palier international, des mécanismes ont été mis sur pied, dont la Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD). Il s'agit d'un groupe de travail qui aide à évaluer les risques physiques, de responsabilité et de transition associés aux changements climatiques, fournissant des informations financières pertinentes pour tous les secteurs et non seulement pour le secteur financier (Task Force on Climate-related Financial Disclosures, 2018). Les recommandations du TCFD envisagent la présentation volontaire de renseignements portant sur quatre aspects : la gouvernance, la stratégie, la gestion des risques ainsi que les mesures et les objectifs.

Quelques initiatives ont également été entreprises au Québec. La Caisse de dépôt et placement du Québec (CDPQ), la Banque de Montréal (BMO) et Desjardins sont des organisations et institutions financières ayant participé à un projet pilote de l'Initiative financière du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (l'UNEP FI) pour intégrer les recommandations du TCFD (UNEP FI, 2019). Elles ont analysé des scénarios de transition et de risques physiques associés aux changements climatiques pour les intégrer à leurs décisions financières et ainsi avoir un portefeuille plus résilient (UNEP FI, 2019; Caisse de dépôt et placement du Québec, 2017).

L'intégration des changements climatiques dans le secteur financier encourage à son tour les entreprises à s'adapter, puisque cela leur permet de réduire leurs risques physiques et de devenir plus intéressantes aux yeux des investisseurs (voir le chapitre « Divulgation, litiges et aspects financiers liés aux changements climatiques »; Task Force on Climate-Related Financial Disclosure, 2017). En 2019, un inventaire sur les mesures écofiscales (des incitatifs pour mettre en place des mesures qui protègent l'environnement) québécoises a été réalisé par la Chaire de recherche en fiscalité et en finances publiques de l'Université de Sherbrooke (Kerkhoff et coll., 2019). Enfin, une Chaire de recherche en macroéconomie et prévisions a été lancée en janvier 2020 à l'Université du Québec à Montréal, dont un des axes de recherche vise à intégrer les risques associés aux changements climatiques dans l'analyse macroéconomique (Université du Québec à Montréal, 2020).

# 2.11 Aller de l'avant

## 2.11.1 Besoins de recherche

Les changements climatiques et leurs impacts sont étudiés depuis déjà quelques décennies au Québec. Malgré tout, certains aléas et impacts pressentis sont encore incertains, voire méconnus. De plus, l'analyse et la mise en œuvre de mesures d'adaptation en sont encore à leurs balbutiements. Les différents milieux et secteurs ne sont pas tous rendus au même stade du cycle de l'adaptation (voir la figure 2.16). Ainsi, les besoins en acquisition de connaissances varient d'un milieu ou d'un secteur à l'autre. Les paragraphes suivants présentent quelques lacunes répertoriées dans la littérature, mais d'importance pour le Québec.

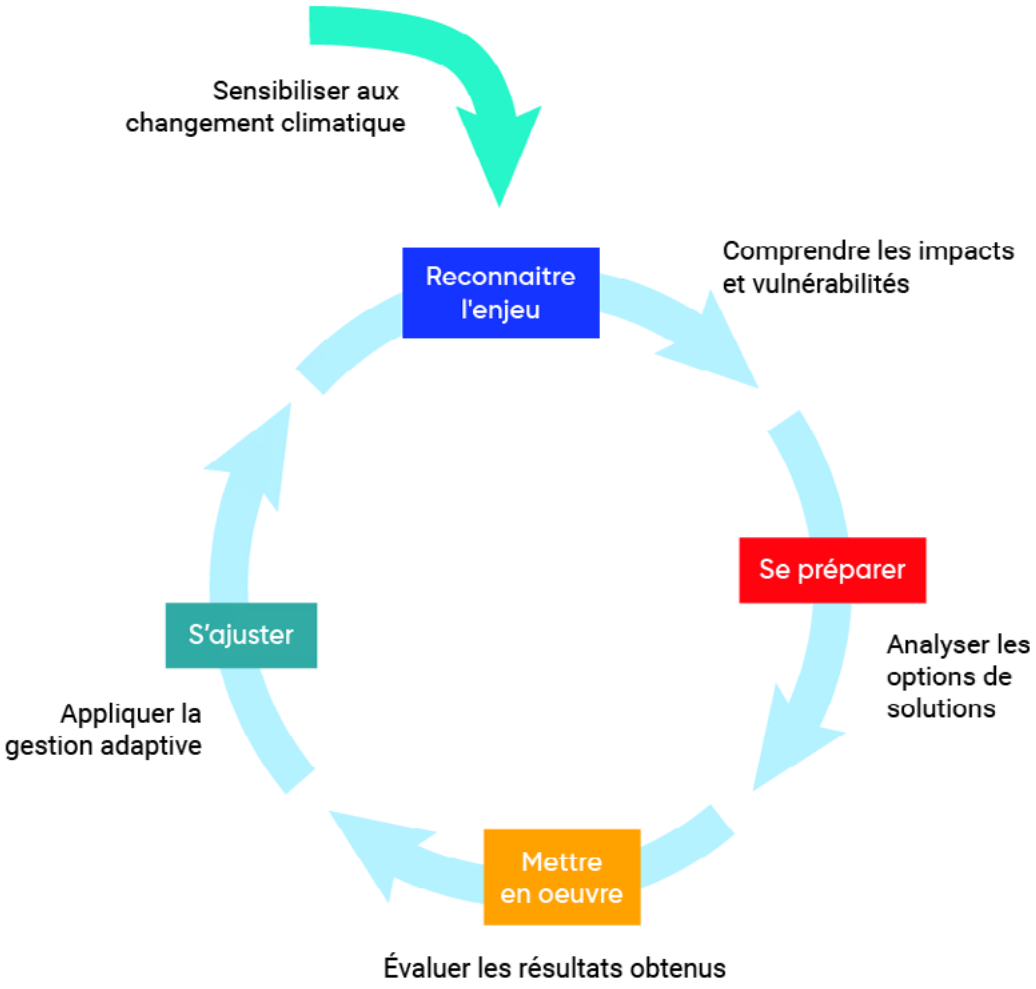



Figure 2.16 : Cycle de l'adaptation aux changements climatiques.

### 2.11.1.1 Variables et aléas climatiques

La complexité de certaines variables climatiques et de plusieurs aléas pose des défis importants pour l'étude du système climatique, tant pour l'observation que pour la modélisation.

Par exemple, les projections des vents et des nuages sont encore très incertaines, car ces phénomènes climatiques découlent d'une foule de mécanismes à des échelles très variées. Or, les vents servent à estimer le potentiel éolien du Québec en plus de toucher des secteurs comme l'environnement bâti et l'agriculture (Ouranos, 2017a). Les nuages sont également d'un grand intérêt puisqu'ils influencent les heures d'ensoleillement, mais ils demeurent encore mal représentés dans les modèles climatiques (Roy et coll., 2017; Boucher et coll., 2013).

Les connaissances progressent pour certains aléas, mais il reste beaucoup à faire avant de pouvoir les projeter dans le temps avec un niveau de confiance raisonnable. C'est le cas de la fréquence et de l'ampleur des tempêtes qui s'abattront dans les prochaines décennies sur les régions côtières de l'est du Québec (Ouranos, 2015a; Savard et coll., 2008). C'est aussi le cas du phénomène de verglas, qui, à la suite de la crise de 1998, préoccupe de nombreux secteurs dont ceux responsables de la distribution de l'énergie (Hydro-Québec, 2017). Ce phénomène demeure complexe à comprendre et l'évolution future comporte encore plusieurs incertitudes (Klima et Morgan, 2015).

### 2.11.1.2 Vulnérabilités et impacts

Des avancées considérables au cours des dernières années ont permis d'approfondir et de consolider les méthodes employées pour évaluer les impacts des changements climatiques sur les plans physique, environnemental, humain, social et économique. Ce travail a contribué à alimenter les analyses relatives aux mesures d'adaptation concrètes (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2012). Néanmoins, des efforts importants doivent encore être déployés dans plusieurs domaines, tels que mentionnés ci-dessous, pour mieux cerner et étudier les impacts, et comprendre les enjeux associés.

Par exemple, les événements météorologiques extrêmes pourraient causer des impacts ressentis de façon disproportionnée par les personnes défavorisées sur les plans matériel et social. Des recherches menées dans la foulée de l'ouragan Katrina ont démontré que les groupes dits défavorisés (dans ce contexte, la dimension raciale est explicitement abordée comme source de marginalisation) sont souvent plus à risque de devoir composer à long terme avec les contrecoups économiques découlant de tels sinistres, lesquels peuvent se répercuter sur la santé mentale des personnes (Masozera et coll., 2007; Henkel et coll., 2006). En effet, ces travaux démontrent que les groupes sociaux qui ont été historiquement victimes de discrimination pour des raisons raciales reçoivent systématiquement moins d'aide gouvernementale en réponse à leurs besoins particuliers (Masozera et coll., 2007; Henkel et coll., 2006). Ces aspects gagneraient aussi à être investigués au Québec.

Par ailleurs, toujours dans une perspective de justice climatique, il sera aussi pertinent de documenter les particularités des effets des changements climatiques pour les personnes en situation d'itinérance. Les sujets de recherche à explorer comprennent les façons dont les vagues de chaleur, l'expansion des maladies vectorielles ou les événements météorologiques extrêmes sont susceptibles d'affecter les conditions de vie

(incluant la santé mentale) des personnes sans abri et les meilleures pratiques à adopter pour amoindrir les impacts ressentis par cette population.

Dans un autre ordre d'idées, les eaux souterraines approvisionnent plus de deux millions de Québécois en eau potable (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2018d). Toutefois, ces eaux pourraient être affectées par les changements climatiques et voir leur qualité et leur recharge se modifier (Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2017b). De plus, la modélisation de la recharge des eaux souterraines est encore peu avancée au Québec, bien que des efforts importants ont été consentis à cet égard au cours des dernières années. La connaissance que nous en avons demeure fragmentaire (Gouvernement du Québec, 2019b; Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2017b; Bourgault et coll., 2014; Levison et coll., 2014) et l'effet des changements climatiques encore méconnu.

Plusieurs études soulèvent l'hypothèse selon laquelle les effets des changements climatiques pourraient se traduire par un déplacement de la zone de transition saline (ZTS) dans le fleuve Saint-Laurent (Villeneuve, 2002; Moulton et Cuthbert, 2000; Bourgault, 1999). Une telle situation pourrait compromettre l'alimentation des prises d'eau au fleuve pour près de 200 000 résidents de la Communauté métropolitaine de Québec (voir la section 2.6; Communauté métropolitaine de Québec, 2017). Dans ce contexte, les partenaires du milieu ont élaboré un projet, en cours de réalisation, visant à mieux comprendre les sources actuelles et futures de salinité dans la ZTS (Communauté métropolitaine de Québec et Ouranos, 2019). Bien que les résultats préliminaires ne permettent pas d'évaluer avec précision la probabilité et l'impact d'un éventuel déplacement du front salin sur l'approvisionnement des prises d'eau, nous savons que des changements de conditions de salinité s'opéreront à moyen et à long terme. Une veille scientifique et des recherches supplémentaires sur la ZTS seront à prévoir. En attendant, l'application du principe de précaution par les acteurs du milieu de l'eau est recommandée par les chercheurs de cette étude (Communauté métropolitaine de Québec et Ouranos, 2019).

Le suivi de la biodiversité est un élément important dans l'évaluation de la santé des écosystèmes. Actuellement, ce suivi n'est fait que dans le contexte du climat actuel pour l'ensemble du Québec, et seul le Nord-du-Québec a pu bénéficier d'un suivi qui tient compte des conditions climatiques futures (Berteaux et coll., 2018d). Or, pour permettre une meilleure conservation des milieux procurant des services écologiques, il sera important de faire le suivi de cette biodiversité en climat futur. D'autre part, les études portant sur la diversité génétique des populations sont encore peu nombreuses et pourraient également contribuer à une meilleure protection des services écologiques (Gouvernement du Québec, 2019b).

Du côté de la production agricole, nous disposons d'un portrait assez juste des principaux impacts des changements climatiques. Il serait toutefois important d'approfondir les connaissances sur les coûts de ces impacts et des possibles mesures d'adaptation (Ouranos, 2015b).

Le secteur minier quant à lui s'intéresse de plus en plus aux impacts des changements climatiques sur ses installations. La recherche sur les impacts biophysiques doit se poursuivre, notamment afin d'évaluer les impacts à long terme sur les ouvrages de rétention une fois l'exploitation de la mine terminée. Certains critères techniques de construction et de gestion pourraient être revus en fonction des impacts potentiels (Gouvernement du Québec, 2012).

### 2.11.1.3 Adaptation

Parmi les deux grandes catégories d'adaptation proposées par le GIEC, le Québec se concentre généralement sur celles de nature incrémentale, c'est-à-dire qui visent à préserver l'essence, l'intégrité et les valeurs de nos sociétés actuelles telles qu'elles sont (Simonet, 2016; Ouranos, 2015c; GIEC, 2014c). L'autre catégorie est celle des mesures de nature transformationnelle qui imposent des changements radicaux dans nos façons d'agir (Simonet, 2016; Ouranos, 2015c; GIEC, 2014c).

Par exemple, en agriculture, plutôt que de modifier uniquement les pratiques culturales dans un but de maintenir la même productivité, la transformation irait jusqu'aux rouages du système agroalimentaire (pertes, gaspillages, comportements alimentaires) (Simonet, 2016). Un autre exemple d'adaptation transformationnelle serait de déplacer une population pour l'éloigner des zones à risque d'érosion côtière plutôt que de travailler à réduire sa vulnérabilité tout en la gardant en place. Bien que ces transformations puissent provoquer des objections ou des réticences sociétales, elles peuvent, dans certains cas, offrir des stratégies d'adaptation là où les mesures incrémentales atteignent leurs limites, voire même générer des avantages connexes pour d'autres enjeux (santé des populations, maintien de la biodiversité, structures économiques robustes, etc.). Au Québec, les études sur l'adaptation aux changements climatiques proposent rarement des mesures de nature transformationnelle (Ouranos, 2015c).

D'ailleurs, la recherche sur les changements climatiques est principalement axée sur la modélisation du climat et les impacts biophysiques, alors que les sciences sociales et humaines, telles que la sociologie, la psychologie ou les sciences politiques, sont encore relativement peu présentes dans ce domaine (Bhatasara, 2015; GIEC, 2014e; Lever-Tracy, 2008). Or, afin de faire avancer le processus de l'adaptation dans l'ensemble du Québec, un processus éminemment social, de nombreuses questions devront être traitées, notamment en ce qui concerne les inégalités climatiques, la responsabilité et le transfert des risques. Il y a également un besoin d'établir des théories et des stratégies de transformation qui aident à mieux cerner le rôle des différents acteurs de la société (citoyens, gouvernements, entreprises, assureurs, etc.), selon leur milieu ou leur échelle d'action (Noblet et Brisson, 2017).

Par ailleurs, les impacts des changements climatiques sur le sentiment de bien-être et la santé globale et comment celles-ci entravent ou catalysent la résilience des différents groupes sociaux au Québec sera une question de recherche d'intérêt pour nourrir les efforts d'adaptation aux changements climatiques dans le futur.

D'autre part, il manque fortement d'indicateurs de la capacité d'adaptation aux différents aléas climatiques pour le Québec. Il importe d'étudier la dimension de vulnérabilité puisque c'est sur cette vulnérabilité que les politiques gouvernementales peuvent intervenir (Barrette et coll., 2018). Dans cette optique, il sera également fort pertinent de se pencher sur les moyens de financement et les moyens de promouvoir et de mettre en œuvre les mesures d'adaptation, en plus de tirer des leçons des deux dernières décennies d'investissement public (Vérificateur général du Québec, 2019).

Enfin, un suivi organisé, permanent et indépendant des mesures d'adaptation ainsi que le développement d'indicateurs de leur performance et de leurs synergies avec des mesures d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, contribueront grandement à créer des solutions ou à les améliorer pour qu'elles soient plus efficaces et pertinentes.

## 2.11.2 Nouveaux enjeux

Les changements climatiques ont des impacts déjà observés sur plusieurs secteurs socio-économiques. Cependant, certaines conséquences demeurent encore inconnues. Les principaux enjeux émergents, cités ci-dessous, peuvent être positifs ou négatifs.

### 2.11.2.1 Disponibilité et qualité de l'eau

Au Québec, les inondations ont été largement étudiées, documentées et médiatisées en raison du grand nombre de dégâts qu'elles ont causés. Or, des étiages plus sévères et plus longs sont également attendus, et ceux-ci pourraient affecter la disponibilité et la qualité de l'eau potable au Québec. L'augmentation des étiages, notamment dans le fleuve Saint-Laurent, pourrait causer des dégâts considérables compte tenu du fait que ce fleuve est la source d'approvisionnement en eau potable de près du tiers de la population québécoise (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques - Expertise hydrique et barrages, 2018a; Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2018d; Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2017b; Music et coll., 2015). Ces changements pourraient nécessiter des ajustements concernant la consommation d'eau (par les habitants, le secteur agricole et le secteur industriel), des travaux de modification des pompes, des conduites des usines (Larrivée et coll., 2016; Chan et coll., 2015) et de réfection du réseau de distribution. L'effet des changements climatiques sur l'ensemble du système des Grands Lacs sera lui aussi à considérer puisque les débits du Saint-Laurent en sont tributaires (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2018d).

### 2.11.2.2 Compétitivité commerciale

La compétitivité de certaines filières agricoles québécoises pourrait être améliorée par rapport à celle des États-Unis, par de nouvelles conditions climatiques aux États-Unis. Par exemple, en Iowa et en Illinois, la culture du maïs pourrait être désavantagée d'ici 2050, améliorant par le fait même la position concurrentielle du Québec en tant que producteur de maïs-grain (Tamini et coll., 2014). À l'inverse, d'autres activités économiques dépendantes des ressources naturelles fortement touchées par les changements climatiques désavantageraient la position commerciale du Québec.

De plus, les impacts des changements climatiques chez nos partenaires commerciaux à l'international pourraient limiter les échanges actuels (importations et exportations) et affecter le prix des biens et des denrées alimentaires (voir le chapitre « Dimensions internationales »). Par exemple, pour des aliments qui ne peuvent pas être cultivés au Québec, comme les oranges, le riz et la canne à sucre, les pertes de production attribuables à des conditions climatiques changeantes ailleurs dans le monde pourraient augmenter les prix de la nourriture d'ici 2050 et affecter la sécurité alimentaire (Charlebois et coll., 2018; GIEC, 2014d). Les inégalités sociales pourraient en être exacerbées, augmentant aussi les possibilités d'instabilité sociale (Hendrix et Haggard, 2015). En contrepartie, ceci pourrait représenter une occasion pour les produits locaux québécois de se substituer à moindre coûts aux produits d'importation, constituant à la fois une mesure d'adaptation et d'atténuation.

### 2.11.2.3 Ouverture du passage du Nord-Ouest

En raison de l'ouverture du passage du Nord-Ouest (Fortier-Lacombe, 2010), combiné à l'allongement de la saison sans glace dans le nord du Québec, cette région pourrait dorénavant être exposée à une augmentation du transport maritime. De nouvelles occasions d'exploitation et d'exportation de ressources minières, pétrolières et gazières, auparavant inaccessibles, pourraient voir le jour (Têtu et Lasserre, 2017; Fortier-Lacombe, 2010). La gouvernance de l'Arctique et la coopération avec les populations autochtones sont des dimensions déterminantes pour s'assurer que ces occasions n'accentuent pas les effets négatifs environnementaux, sociaux et économiques des changements climatiques sur cette région déjà fragilisée (voir le chapitre « Dimensions internationales »; Arruda et Krutkowski, 2017; UNESCO, 2009).

### 2.11.2.4 Migration climatique

Les changements climatiques constituent un facteur susceptible de provoquer des flux migratoires accrus : en 2017, 18,8 millions de personnes dans 135 pays se sont déplacées en raison d'événements météorologiques extrêmes (voir le chapitre « Dimensions internationales »; International Organization for Migration - Insights from the Global Migration Data Portal, s.d.; International Organisation for Migration, 2018). En Afrique subsaharienne, en Asie du Sud et en Amérique latine, la baisse du rendement des cultures, le stress hydrique, les sécheresses plus graves, l'élévation du niveau de la mer et les ondes de tempêtes plus fréquentes pousseront des dizaines de millions de personnes à migrer d'ici 2050 (Rigaud et coll., 2018).

À ce jour, les données mondiales sur les mouvements transfrontaliers dans le contexte de catastrophes sont limitées (International Organization for Migration - Insights from the Global Migration Data Portal, s.d.; International Organization for Migration, 2018). Le Québec pourrait devenir un pays d'accueil pour ce type d'immigrants, mais il n'existe pas, pour l'instant, de catégorie particulière prévue par les différentes branches du cadre juridique international pour les déplacements transfrontaliers dus aux effets des changements climatiques. Cela rend difficile la reconnaissance de leurs droits et donc de l'aide conséquente qui pourrait leur être octroyée (Béchard, 2018; Pillais, 2017).

### 2.11.2.5 Changement des comportements

Au Québec, pour assurer l'adaptation du plus grand nombre, des changements de comportements tant au niveau individuel qu'industriel et institutionnel seront nécessaires (Valois et coll., 2018; 2017a; 2016a; Bélanger et coll., 2013b). Par exemple, un besoin de collaboration grandissant entre les différents acteurs (citoyens, entreprises, organismes et ordres de gouvernement) s'oppose actuellement au travail traditionnel en silos et ralentit le processus d'adaptation (Noblet et Brisson, 2017). L'approche technico-scientifique de la gestion des risques domine encore et l'adaptation n'est pas abordée de manière transversale, malgré son importance (Noblet et Brisson, 2017). Or, la recherche scientifique et l'expérience empirique indiquent que pour assurer une résilience face aux aléas climatiques, une gestion intégrée et intersectorielle est primordiale (Cloutier, 2018; Participants of the CatIQ's Canadian Catastrophe Conference, 2017).

D'autre part, la nécessité pour les instances locales et régionales de mettre en place des structures favorisant une meilleure adaptation aux changements climatiques, comme des plans d'adaptation et des mécanismes de coordination, est de plus en plus reconnue, mais elle demeure peu répandue et de nature volontaire au Québec (voir les chapitres « Villes et milieux urbains » et « Collectivités rurales et éloignées »;Valois et coll., 2017a). En milieu municipal, certaines compétences et croyances devront ainsi être renforcées pour améliorer les pratiques d'adaptation (Valois et coll., 2017b).

## 2.12 Conclusion

De façon générale, les différents milieux et secteurs économiques du Québec sont en voie de franchir (ou ont déjà franchi) l'étape d'évaluer leurs vulnérabilités face aux changements climatiques. La mise en œuvre de mesures d'adaptation est toutefois inégale parmi les différents secteurs et reste, pour certains milieux, un défi de taille qu'il est nécessaire de franchir.

Les aléas climatiques extrêmes et les dommages importants qu'ils occasionnent expliquent souvent l'urgence d'agir de certains acteurs qui ont davantage entamé le processus d'adaptation. Par exemple, les récentes inondations de 2017 et 2019 ont poussé les autorités à investir dans plusieurs mesures, dont des efforts importants pour cartographier les zones inondables dans les conditions actuelles et dans des conditions climatiques futures (Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation du Québec, 2019). Cela servira notamment à la mise en œuvre d'un système de prévision en temps réel des secteurs qui pourraient être inondés sur un horizon de quelques jours ainsi que sur des plans d'aménagement, de prévention et de réaction en cas de catastrophe (Ministère de la Sécurité publique du Québec, 2018b; Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2018d; Ouranos, 2018a).

L'érosion et la submersion côtières, ayant aussi fait de nombreux dégâts dans l'est du Québec, ont justifié d'importants investissements dans la recherche-action. Ainsi, les initiatives d'adaptation à l'échelle locale se multiplient. Un projet sur la résilience côtière est d'ailleurs en cours afin d'évaluer l'exposition de l'ensemble de la zone côtière à ces aléas, à cibler des zones d'intervention prioritaires et à mettre en œuvre des mesures d'adaptation appropriées (Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, 2017).

Bien que peu de municipalités québécoises aient élaboré des plans d'adaptation (Valois et coll., 2017b), plusieurs d'entre elles mettent en place des mesures pour composer avec les impacts des changements climatiques. Par exemple, pour composer avec les importantes vagues de chaleur, qui ont provoqué dans certains cas des décès, on observe la mise en place de plusieurs initiatives de verdissement en milieux urbains ainsi que de mesures de prévention ou d'intervention en cas de chaleur extrême (Centres intégrés universitaires de santé et de services sociaux du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal, 2018; Direction régionale de santé publique du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal, 2018; Ville de Montréal, 2017).

Les Peuples autochtones démontrent depuis des générations leur grande résilience et agentivité lorsqu'ils sont confrontés au changement (Ford et coll., 2015; Pearce et coll., 2015; Ford et coll., 2014; Ford et coll., 2010; Peloquin et Berkes, 2009; Berkes et coll., 2000). L'ampleur des changements attendus risquent de mettre à mal leur capacité d'adaptation. Ainsi, plusieurs communautés prennent des mesures concrètes pour intégrer les risques climatiques dans leur planification territoriale et pour améliorer leurs conditions de vie. D'ailleurs, parmi les quelques municipalités et communautés québécoises ayant préparé un plan d'adaptation aux changements climatiques, on compte notamment les communautés autochtones de Odanak et de Wôlinak (Grand Conseil de la Nation Waban-Aki, 2015b).

Les producteurs agricoles sont également aux premières lignes des impacts des changements climatiques, ce qui justifie le recours à de nombreux outils pour observer les changements pouvant affecter les productions à plus long terme (Agrométéo Québec, 2019). Les ateliers de formation et de sensibilisation sont d'ailleurs des moyens qui ont prouvé leur efficacité pour aider les agriculteurs à mettre en œuvre l'adaptation (Agriclimat, s.d.).

D'autres secteurs privés tels que l'extraction des ressources naturelles et l'industrie touristique, dont les activités sont aussi fortement dépendantes du climat, sont plutôt en mode réaction face aux aléas climatiques (Vachon et Germain, 2018; Chaire de tourisme Transat, 2017). Or, de récentes avancées dans les connaissances sur les impacts des changements climatiques sur ces secteurs ainsi qu'une forte mobilisation des acteurs du milieu préparent actuellement ces industries aux impacts qu'elles pourraient subir (Da Silva et coll., 2019; Paque et coll., 2018; Leblond et Couture, 2017; Blangy et coll., 2011).

Néanmoins, plusieurs connaissances sont encore manquantes, notamment en matière de sciences sociales et de méthodes d'adaptation de nature plus transformatrice. La recherche doit ainsi se poursuivre afin de pallier ces lacunes et soutenir les secteurs socio-économiques dans l'évaluation de leurs risques, dans l'élaboration de stratégies d'adaptation, ainsi que dans leur mise en œuvre et leur suivi.

L'objectif de l'adaptation est d'apprendre à vivre avec les changements climatiques qui sont inéluctables. Les efforts d'adaptation des prochaines années permettront d'atténuer l'impact économique et humain des événements météorologiques, voire même de saisir certaines occasions qui pourraient se présenter (Ouranos, 2019). Ceci étant dit, la réduction des émissions de gaz à effet de serre demeure évidemment une priorité afin d'éviter les pires scénarios de changements climatiques auxquels la société ne serait pas en mesure de s'adapter.

# 2.13 Références

Adam-Poupart, A., Labrèche, F., Smargiassi, A., Duguay, P., Busque, M.-A., Gagné, C., Rintamaki, H., Kjellstrom, T. et Zayed, J. (2013). « Climate Change and Occupational Health and Safety in a Temperate Climate: Potential Impacts and Research Priorities in Quebec, Canada ». *Industrial Health, 51*(1), 68–78. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.2486/indhealth.2012-0100>

Adam-Poupart, A., Smargiassi, A., Busque, M.-A., Duguay, P., Fournier, M., Zayed, J. et Labrèche, F. (2014). « Summer outdoor temperature and occupational heat-related illnesses in Quebec (Canada) ». *Environmental Research, 134*, 339–344. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.07.018>

Adam-Poupart, A., Labrèche, F., Busque, M.-A., Brand, A., Duguay, P., Fournier, M., Zayed, J. et Smargiassi, A. (2015a). « Association between outdoor ozone and compensated acute respiratory diseases among workers in Quebec (Canada) ». *Industrial Health, 53*(2), 171–175. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.2486/indhealth.2014-0136>

Adam-Poupart, A., Smargiassi, A., Busque, M.-A., Duguay, P., Fournier, M., Zayed, J. et Labrèche, F. (2015b). « Effect of summer outdoor temperatures on work-related injuries in Quebec (Canada) ». *Occupational & Environmental Medicine, 72*(5), 338–345. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=102237681&lang=fr&site=ehost-live>

Adam-Poupart, A., Pouliot, L., Deger, L., Sassine, M.-P. et Boivin, M. (2019). Impacts psychosociaux négatifs des vagues de chaleur, des inondations, des feux de forêt et des tempêtes chez les travailleurs du Québec. Institut national de santé publique du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2643_impacts_psychosociaux_chaleur_innondation_feux_tempetes_travailleurs.pdf>

Adelson, N. (2000). « "Being Alive Well": Health and the Politics of Cree Well-Being ». University of Toronto Press, Toronto, Ontario, 160p.

Aenishaenslin, C., Bouchard, C., Koffi, J. K. et Ogden, N.H. (2017). « Exposure and preventive behaviours toward ticks and Lyme disease in Canada: Results from a first national survey ». *Ticks and Tick-Borne Diseases, 8*(1), 112–118. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2016.10.006>

Aenishaenslin, C., Michel, P., Ravel, A., Gern, L., Milord, F., Waaub, J.-P. et Bélanger, D. (2015). « Factors associated with preventive behaviors regarding Lyme disease in Canada and Switzerland: a comparative study ». *BMC Public Health, 15*(185). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1539-2>

Aenishaenslin, C., Ravel, A., Michel, P., Gern, L., Milord, F., Waaub, J.-P. et Bélanger, D. (2014). « From Lyme disease emergence to endemicity: a cross sectional comparative study of risk perceptions in different populations ». *BMC Public Health, 14*(1), 1070–1091. Consulté en mars 2022 sur le site <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-1298>

Agence de la santé publique du Canada (2014). Chutes chez les aînés au Canada : deuxième rapport. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.canada.ca/content/dam/phac-aspc/migration/phac-aspc/seniors-aines/publications/public/injury-blessure/seniors_falls-chutes_aines/assets/pdf/seniors_falls-chutes_aines-fra.pdf>

Agriclimat (s.d.). Agriclimat. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://agriclimat.ca/>

Agriréseau. (s.d.). Réseau d'avertissement phytosanitaire. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. Consulté en 3 novembre 2021 sur le site <https://www.agrireseau.net/rap>

Agrométéo Québec (2019). Agrométéo Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.agrometeo.org/atlas/category/djendurcissement/therm>

Albrecht, G., Sartore, G.-M., Connor, L., Higginbotham, N., Freeman, S., Kelly, B., Stain, H., Tonna, A. et Pollard, G. (2007). « Solastalgia: the distress caused by environmental change ». *Australasian Psychiatry, 15*(1), S95-S98. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/10398560701701288>

Alderman, K., Turner, L.R. et Tong, S. (2012). « Floods and human health: A systematic review ». *Environment International, 47*, 37–47. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.envint.2012.06.003>

Alexander, D. (2015). « Disability and Disaster: An Overview », dans *Disability and Disaster*, I. Kelman et L.M. Stough (éd.). Palgrave Macmillan, London, Royaume-Uni, 15–29. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1057/9781137486004_2>

Ali, A.M. et Willett, K. (2015). « What is the effect of the weather on trauma workload? A systematic review of the literature ». *Injury, 46*(6), 945–953. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.injury.2015.03.016>

Allard, M. et L'Héreault, E. (2018). Carte du potentiel de construction pour le village inuit d'Inukjuak, Nunavik.

Allard, M., L'Hérault, E., Ibéryen, T. et Barrette, C. (2010). L'impact des changements climatiques sur la problématique de la fonte de pergélisol au village de Salluit, Nunavik. Rapport final : S'adapter et croître. Québec, 69p.

Allard, M. et Lemay, M. (éd.) (2013). Le Nunavik et le Nunatsiavut: de la Science aux Politiques Publiques: Une étude intégrée d'impact régional des changements climatiques et de la modernisation. ArcticNet Inc, Québec, Québec, 318 p. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.researchgate.net/profile/Michel_Gosselin/publication/262560442_Un_premier_apercu_des_ecosystemes_des_kangidluasuk_fjords_du_Nunatsiavut/links/0c960537f97f144eca000000/Un-premier-apercu-des-ecosystemes-des-kangidluasuk-fjords-du-Nunatsiavut.pdf>

Allard, M., Mathon-Dufour, V., Sarrazin, D., Roger, J. et Aubé-Michaud, S. (2017). Suivi de l'évolution des conditions de pergélisol et de la vulnérabilité des infrastructures aéroportuaires du MTMDET au Nunavik dans le contexte des changements climatiques. Rapport final au Ministère des transports, de la mobilité durable et de l'électrification des transports du Québec, Centre d'études nordiques, Université Laval, 169p. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1202259.pdf>

Alliance des villes des Grands Lacs et du Saint Laurent. (s.d.). L'Alliance des villes des Grands Lacs et du Saint Laurent. Consulté en 3 novembre 2020 sur le site <https://glslcities.org/fr/>

Amec Foster Wheeler Environment et Infrastructure et Credit Valley Conservation (2017). « Adaptation State of Play Report 2017 ». Consulté en septembre 2020 sur le site <https://engineerscanada.ca/sites/default/files/ibwg_sop_2017.pdf>

Anquez, P. et Herlem, A. (2011). Les îlots de chaleur dans la région métropolitaine de Montréal: causes, impacts et solutions. Chaire de responsabilité sociale et de développement durable, Université de Québec à Montréal, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/ARROND_RPP_FR/MEDIA/DOCUMENTS/PDF-ILOTS.PDF>

Arruda, G.M. et Krutkowski, S. (2017). « Social impacts of climate change and resource development in the Arctic: Implications for Arctic governance ». *Journal of Enterprising Communities, 11*(2), 277–288. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1108/JEC-08-2015-0040>

Arsenault, R., Brissette, F., Malo, J.-S., Minville, M. et Leconte, R. (2013). « Structural and Non-Structural Climate Change Adaptation Strategies for the Péribonka Water Resource System ». *Water Resources Management, 27*(7), 2075–2087. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s11269-013-0275-6>

Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec (2018). C'est arrivé à un entrepreneur près de chez vous - Le gel provoque une dégelée. Consulté en août 2018 sur le site <https://www.apchq.com/documentation/technique/c-est-arrive-a-un-entrepreneur-pres-de-chez-vous/le-gel-provoque-une-degelee>

Association minière du Canada (2017). Faits et chiffres de l'industrie minière Canadienne. West Coast Editorial Associates et McKenna Design & Strategies. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

Association minière du Québec (2018). Retombées économiques de l'industrie minière au Québec. Étude réalisée par EcoTec Consultants pour l'Association minière du Québec. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.amq-inc.com/system/resources/W1siZiIsIjIwMjAvMTAvMTkvMjAvMzcvNTUvYWNhMTAxZGQtMTNiMi00YTViLWI0YWItYjIyYzhjMDBkZGE5L1dFQi1SYXBwb3J0RUMyMDE4IC0gVkYucGRmIl1d/f83585a376964687/WEB-Rapport EC2018%20-%20VF.pdf>

Atkinson, D.E., Forbes, D.L. et James, T.S. (2016). Un littoral dynamique dans un contexte de climat en mutation, Chapitre 2 dans *Le littoral maritime du Canada face à l'évolution du climat*, D.S Lemmen, F.J. Warren, T.S. James et C.S.L. Mercer Clarke (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 27–68. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2016/Coastal_Assessment_Chapitre2_Littoral_dynamique.pdf>

Audet, R., Côté, H., Bachand, D. et Mailhot, A. (2012). Atlas agroclimatique du Québec : Évaluation des opportunités et des risques agroclimatiques dans un climat en évolution. Rapport final présenté à Ouranos par le Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/2411887?docref=RR3mVyxl1hAeW3RpXp9gnA>

Auger, N., Fraser, W.D., Smargiassi, A., Bilodeau-Bertrand, M. et Kosatsky, T. (2017a). « Elevated outdoor temperatures and risk of stillbirth ». *International Journal of Epidemiology, 46*(1), 200–208. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1093/ije/dyw077>

Auger, N., Fraser, W.D., Sauve, R., Bilodeau-Bertrand, M. et Kosatsky, T. (2017b). « Risk of Congenital Heart Defects after Ambient Heat Exposure Early in Pregnancy ». *Environmental Health Perspectives, 125*(1), 8–14. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1289/EHP171>

Auger, N., Fraser, W.D., Arbour, L., Bilodeau-Bertrand, M. et Kosatsky, T. (2017c). « Elevated ambient temperatures and risk of neural tube defects ». *Occupational and Environmental Medicine, 74*(5), 315–320. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1136/oemed-2016-103956 >

Auger, N., Potter, B.J., Smargiassi, A., Bilodeau-Bertrand, M., Paris, C. et Kosatsky, T. (2017d). « Association between quantity and duration of snowfall and risk of myocardial infarction ». *Canadian Medical Association Journal, 189*(6), E235–E242. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1503/cmaj.161064>

Auger, N., Fraser, W.D., Smargiassi, A. et Kosatsky, T. (2015). « Ambient Heat and Sudden Infant Death: A Case-Crossover Study Spanning 30 Years in Montreal, Canada ». *Environmental Health Perspectives, 123*(7), 712–716. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1289/ehp.1307960>

Auger, N., Naimi, A.I., Smargiassi, A., Lo, E. et Kosatsky, T. (2014). « Extreme Heat and Risk of Early Delivery Among Preterm and Term Pregnancies ». *Epidemiology, 25*(3), 344–350. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000074>

Auld, H., Klaassen, J. et Comer, N. (2007). « Weathering of building infrastructure and the changing climate: Adaptation options ». 2006 Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Engineering Institute of Canada (EIC) Climate Change Technology Conference, Ottawa, Ontario. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1109/EICCCC.2006.277247>

Auzel, P., Gaonac'h, H., Poisson, F., Siron, R., Calmé, S., Belanger, M., Bourassa, A., Kestrup, A., Cuerrier, A., Downing, C., Lavallée, F., Pelletier, J., Chambers, A.E, Gagnon, M.C., Bedard, Y., Gendreau, A., Gonzalez, M., Mitchell, J. Whiteley et Larocque, A. (2012). Impacts des changements climatiques sur la biodiversité du Québec : Résumé de la revue de littérature. Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://qcbs.ca/wp-content/uploads/2012/05/Revue_literature_CC.pdf>

Avard, E. (2015). « Northern Greenhouses : An Alternative Local Food Provisioning Strategy for Nunavik ». Thèse de doctorat, Université Laval. Consulté en mars 2022 sur le site <http://hdl.handle.net/20.500.11794/26517>

Bachand, D., Audet, R. et Côté, H. (2019). Bilan de l'utilisation et promotion de l'Atlas agroclimatique du Québec et d'autres outils en agrométéorologie, Rapport final présenté à Ouranos par le Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportBachand2019.pdf>

Bachand, É. et Comtois, S. (2016). Recharge en sable et revégétalisation de 2 plages de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec. *Le Naturaliste Canadien, 140*(2), 105–112. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.7202/1036508ar>

Baril, G., Hémond, Y., Lépine, C., Préval, J., Robert, B., et Therrien, M.-C. (2020). Démarche de gouvernance collaborative d'appréciation des risques des systèmes essentiels. Rapport final préparé pour le ministère de la Sécurité publique du Québec et Ouranos. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportTherrien2020.pdf>

Barnett, J. et O'Neill, S. (2010). « Maladaptation ». *Global Environmental Change, 20*(2), 211–213. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.11.004>

Barrette, N., Vandermissen, M.-H. et Roy, F. (2018). Atlas web de la vulnérabilité de la population québécoise aux aléas climatiques, Rapport final de recherche, Université Laval. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportBarrette2018.pdf>

Basile, S. (2017). Le rôle et la place des femmes atikamekw dans la gouvernance du territoire et des ressources naturelles. Thèse de doctorat, Université Du Québec En Abitibi-Témiscamingue, 226. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://irec.quebec/repertoire/fiche/le-role-et-la-place-des-femmes-atikamekw-dans-la-gouvernance-du-territoire-et-des-ressources-naturelles>

Basso, K. (1996). « Wisdom sits in places ». University of New Mexico Press, Albuquerque, 192p.

Bayentin, L., El Adlouni, S., Ouarda, T. B. M. J., Gosselin, P., Doyon, B. et Chebana, F. (2010). « Spatial variability of climate effects on ischemic heart disease hospitalization rates for the period 1989–2006 in Quebec, Canada ». *International Journal of Health Geographics, 9*(5). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1186/1476-072X-9-5>

Beaudoin, M. (2016). Faire d'une pierre deux coups : retombées positives d'actions contre les îlots de chaleur urbains. *Environnement, Risques & Sante, 15*(4), 326–331.

Beaudoin, M. et Gosselin, P. (2016). « An effective public health program to reduce urban heat islands in Québec, Canada ». *Revista Panamericana de Salud Pública, 40*, 160–166. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://scielosp.org/scielo.php?pid=S1020-49892016000900160&script=sci_arttext>

Beaudoin, M. et Levasseur, M.-E. (2017). Verdir les villes pour la santé de la population. Institut national de santé publique du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2265_verdir_villes_sante_population.pdf>

Beaulieu, N. et Santos Silva, J. (2014). Plan d'action pour l'adaptation aux changements climatiques Municipalité de Rivière-au-Tonnerre. Présenté au conseil municipal de Rivière-au-Tonnerre. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://aruc.robvq.qc.ca/public/documents/rapports/index/plan_adaptation_rat_v2__21_nov_2014.pdf>

Beaulieu, N., Silva, J.S. et Plante, S. (2015). Un cadre conceptuel pour explorer localement les facteurs de vulnérabilité et les options d'adaptation aux changements climatiques. *VertigO - La Revue Électronique En Sciences de l'environnement*, Hors-série, 1–16. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.4000/vertigo.16603>

Béchard, L. (2018). Les migrations environnementales en 2018 : l'Agenda 2030 des Nations Unies et la responsabilité des pays du Nord. Essai de Maîtrise présenté au Centre universitaire de formation en environnement et développement durable, Université de Sherbrooke. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/12844/Bechard_Louis_MEnv_2018.pdf?sequence=1>

Bélanger, C., Couture, R.-M., Gratton, Y., Chimi-Chiadjeu, O., Logan, T., Laurion, I., St-Hilaire, M. et Rautio, M. (2017). Cartographie des impacts des changements climatiques sur l'habitat des salmonidés dans les lacs nordiques du Québec. Québec.

Bélanger, C., Huard, D., Gratton, Y., Jeong, D.I., St-Hilaire, A., Auclair, J.C. et Laurion, I.I. (2013a). Impacts des changements climatiques sur l'habitat des salmonidés dans les lacs nordiques du Québec. Institut national de la recherche scientifique, Université du Québec, Montréal. Consulté en mars 2022 sur le site <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/2411876?docref=nyGJ8rYDcri-j5GabqpXNw>

Bélanger, D., Abdous, B., Valois, P., Gosselin, P. et Sidi, E.A.L. (2016). « A multilevel analysis to explain self-reported adverse health effects and adaptation to urban heat: a cross-sectional survey in the deprived areas of 9 Canadian cities ». *BMC Public Health, 16*(1), 144. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1186/s12889-016-2749-y>

Bélanger, D., Gosselin, P., Valois, P. et Abdous, B. (2015). Caractéristiques et perceptions du quartier et du logement associées aux impacts sanitaires néfastes autorapportés lorsqu'il fait très chaud et humide en été dans les secteurs urbains les plus défavorisés : étude transversale dans 9 villes du Québec. Rapport final, R1568, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://espace.inrs.ca/id/eprint/2537/1/R001568.pdf>

Bélanger, D., Gosselin, P., Valois, P. et Abdous, B. (2014). « Perceived adverse health effects of heat and their determinants in deprived neighbourhoods: A cross-sectional survey of nine cities in Canada ». *International Journal of Environmental Research and Public Health, 11*(11), 11028–11053. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.3390/ijerph111111028>

Bélanger, D., Gosselin, P., Valois, P., Abdous, B. et Morin, P. (2013b). Étude des vulnérabilités à la chaleur accablante: Description des répondants vivant en HLM et hors HLM dans les aires de diffusion les plus défavorisées des neuf villes québécoises les plus populeuses. INRS, Centre Eau Terre Environnement, Université d'avant-garde. Consulté en mars 2022 sur le site <https://espace.inrs.ca/id/eprint/1652/1/R001451.pdf>

Bélanger, G. (2016). Défis et opportunités des changements climatiques pour les fermes laitières du Québec. Symposium sur les bovins laitiers, CRAAQ, Dummondville, Québec.Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.agrireseau.net/bovinslaitiers/documents/96512/defis-et-opportunites-des-changements-climatiques-pour-les-fermes-laitieres-du-quebec>

Bélanger, G., Rochette, P., Castonguay, Y., Bootsma, A., Mongrain, D. et Ryan, D.A.J. (2002). « Climate Change and Winter Survival of Perennial Forage Crops in Eastern Canada ». *Agronomy Journal, 94*, 1120–1130. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.2134/agronj2002.1120>

Bélice, B. (2018). La canicule a fait près de 90 victimes au Québec. La Presse. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.lapresse.ca/actualites/grand-montreal/201807/18/01-5190016-la-canicule-a-fait-pres-de-90-victimes-au-quebec.php>

Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W. et Courchamp, F. (2012). « Impacts of climate change on the future of biodiversity ». *Ecology Letters, 15*, 365–377. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x>

Benmarhnia, T., Bailey, Z., Kaiser, D., Auger, N., King, N. et Kaufman, J.S. (2016). « A Difference-in-Differences Approach to Assess the Effect of a Heat Action Plan on Heat-Related Mortality, and Differences in Effectiveness According to Sex, Age, and Socioeconomic Status (Montreal, Quebec) ». *Environmental Health Perspectives, 124*(11), 1694–1699. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1289/EHP203>

Benoît, H.P., Gagné, J.A., Savenkoff, C., Ouellet, P. et Bourassa, M.-N. (2012). Rapport sur l'état des océans pour la zone de gestion intégrée du golfe du Saint-Laurent (GIGSL) Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques, 2986. ix + 79p. Pêches et Océans Canada. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2012/mpo-dfo/Fs97-4-2986-fra.pdf>

Bergeron, O., Richer, F., Bruneau, S. et Laberge Gaudin, V. (2015). L'alimentation des Premières Nations et des Inuits au Québec. Institut national de santé publique du Québec, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2054_alimentation_premieres_nations_inuits.pdf

Berkes, F., Colding, J. et Folke, C. (2000). « Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management ». *Ecological Applications, 10*(5), 1251–1262. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.jstor.org/stable/pdf/2641280.pdf?refreqid=excelsior%3A8e854e178bc254981080486a132e7b7e>

Bernard, N. et Duhaime, G. (2006). Indices comparatifs des prix du Nunavik 2006. Chaire de recherche du Canada sur la condition autochtone comparée, Université de Laval, Québec, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.chaireconditionautochtone.fss.ulaval.ca/doc/Publication/136-01.pdf>

Bernatchez, P., Friesinger, S., Denis, S. et Jolivet, Y. (2012). Géorisques côtiers, vulnérabilité et adaptation de la communauté de Uashat mak Mani-Utenam dans un contexte de changements climatiques. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtière, Université du Québec à Rimouski. Rapport de recherche remis au Conseil tribal Mamuitun et au Ministère des Affaires autochtones et Développement du Nord Canada, 240p. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3208.7520>

Bernatchez, P. et Fraser, C. (2012). « Evolution of Coastal Defence Structures and Consequences for Beach Width Trends, Québec, Canada ». *Journal of Coastal Research, 285*, 1550–1566. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-10-00189.1>

Bernatchez, P., Jolicoeur, S., Quintin, C., Savard, J.-P., Corriveau, M., O'Carroll, S., Bérubé, D., Garneau, M., Chmura, G.L., Nguyen-Quang, T., Lieou, C.K., Torio, D., Van Ardenne, L., Sammari, H. et St-Pierre, M. (2016). Impacts des changements climatiques et des contraintes physiques sur le réajustement des écosystèmes côtiers (*coastal squeeze*) du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent (GESL) et évaluation des mesures d'atténuation de ces impacts. Rapport de recherche remis à Ouranos et Ressources naturelles Canada. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportBernatchez2016.pdf>

Bernatchez, P. et Quintin, C. (2016). Potentiel de migration des écosystèmes côtiers meubles québécois de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent dans le contexte de la hausse appréhendée du niveau de la mer. *Le Naturaliste Canadien, 140*(2), 91–104. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.7202/1036507ar>

Bernatchez, P. (2015). Bilan des connaissances sur l'érosion et la submersion côtière au Québec : enjeux, causes et perspectives. Présenté lors du Colloque sur la sécurité civile et incendie 2015, Québec, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/colloques/2015/presentations/bernatchez2015.pdf>

Bernatchez, P., Dugas, S., Fraser, C. et Da Silva, L. (2015). Évaluation économique des impacts potentiels de l'érosion des côtes du Québec maritime dans un contexte de changements climatiques. Rapport remis à Ouranos par le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportBernatchez2015_FR.pdf>

Bernatchez, P., Fraser, C. et Lefaivre, D. (2008). Effets des structures rigides de protection sur la dynamique des risques naturels côtiers: érosion et submersion. 4e Conférence canadienne sur les géorisques : des causes à la gestion, 487e494. Université Laval, Québec, Québec, Canada. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.researchgate.net/publication/282184187_EFFETS_DES_STRUCTURES_RIGIDES_DE_PROTECTION_SUR_LA_DYNAMIQUE_DES_RISQUES_NATURELS_COTIERS_EROSION_ET_SUBMERSION>

Berteaux, D., Ricard, M., St-Laurent, M.-H., Casajus, N., Périé, C., Beauregard, F. et de Blois, S. (2018a). « Northern protected areas will become important refuges for biodiversity tracking suitable climates ». *Scientific Reports, 8*(1), 4623. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23050-w>

Berteaux, D., Casajus, N. et Ropars, P. (2018b). Diminution de l'aire de répartition et déclin de l'effectif du caribou migrateur. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ahasverus.shinyapps.io/bioclimaticatlas/>

Berteaux, D., Casajus, N. et Ropars, P. (2018c). Changements climatiques et toundra du Nunavik: exposition, sensibilité et vulnérabilité. Rapport présenté au Consortium Ouranos sur la climatologie régionale et les changements climatiques, Université du Québec à Rimouski, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.deslibris.ca/IDFR/10096879>

Berteaux, D., Casajus, N. et Ropars, P. (2018d). Portrait potentiel de la biodiversité de la toundra du Nunavik pour la période 2071–2100. Université du Québec à Rimouski. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ahasverus.shinyapps.io/bioclimaticatlas/_w_214a93e5/berteaux-et-al-2018-c.pdf>

Berteaux, D., Casajus, N. et de Blois, S. (2014). Changements climatiques et biodiversité du Québec: Vers un nouveau patrimoine naturel. Presses de l'Université du Québec, 202 p.

Bertrand, A., Piva, A., Tremblay, G.F., Bélanger, G., Castonguay, Y. et Seguin, P. (2014). « Elevated CO2 and temperature affect composition and in vitro degradability of timothy roots ». *Crop Science, 54*(6), 2893–2902. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.2135/cropsci2014.04.0317>

Bhatasara, S. (2015). « Debating sociology and climate change ». *Journal of Integrative Environmental Sciences, 12*(3), 217–233. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/1943815X.2015.1108342>

Bird, D., Pannard, A., Prairie, Y. et Chevalier, P. (2009). Changements climatiques au Québec méridional - Conséquences des changements climatiques sur le comportement et la prolifération des cyanobactéries au Québec. Institut national de santé publique du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs1947479>

Biron, P. (2015). Hydrogéomorphologie et gestion des inondations : S'attaquer à la source des problèmes plutôt qu'aux symptômes. [Présentation de conférence] Colloque sur la sécurité civile et incendie 2015, Québec, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/colloques/2015/presentations/biron2015.pdf>

Biron, P., Buffin-Bélanger, T., Larocque, M., Demers S., Olsen, T., Ouellet, M-A., Choné, G., Cloutier, C-A., Needelman, M. (2013). Espace de Liberté : Un cadre de gestion intégrée pour la conservation des cours d'eau dans un contexte de changements climatiques. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportBironetal2013_FR.pdf>

Blangy, S., Germain, K. et Archambault, M. (2011). Stratégies d'adaptation aux changements climatiques pour l'industrie touristique québécoise - synthèse des cinq ateliers sectoriels et régionaux. Rapport d'étape dans le cadre du projet « Analyse socioéconomique des impacts et de l'adaptation aux changements climatiques de l'industrie touristique du Québec ». Université du Québec à Montréal et le Consortium Ouranos. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://chairedetourisme.uqam.ca/upload/files/ateliers_rapport_dec2011.pdf>

Bleau, N., Bisaillon, A. et Duval, V. (2018). Inventaire et suivi de l'utilisation des ressources en adaptation des milieux urbains aux changements climatiques. Rapport présenté à Ouranos. Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportBisaillon2018.pdf>

Bleau, S., Blangy, S. et Archambault, M. (2015b). « Adapting Nature-Based Seasonal Activities in Quebec (Canada) to Climate Change ». *Handbook of Climate Change Adaptation*, 2198 p. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/978-3-642-38670-1>

Bleau, S., Germain, K., Archambault, M. et Matte, D. (2012). Analyse socio-économique des impacts et de l'adaptation aux changements climatiques de l'industrie touristique au Québec. Rapport scientifique final pour Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en mai 2022, sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportArchambault2012_FR.pdf>

Bleau, S., Lefebvre, P., Germain, K., Leclerc, V. et Archambault, M. (2015a). Étude économique régionale des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques sur le fleuve Saint-Laurent : volet nautisme et croisières-excursions. Rapport présenté à la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques de Ressources naturelles Canada, au Gouvernement du Québec et à Ouranos. Chaire de tourisme Transat ESG, Université du Québec à Montréal. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://chairedetourisme.uqam.ca/upload/files/Nautisme_et_croisieres_Rapport_final_2016.pdf>

Blondin, A. (2020). Devoir s'adapter aux changements climatiques, Mine raglan doit prévoir l'imprévisible. *Le Citoyen*, Rouyn-Noranda Abitibi-Ouest. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.lecitoyenrouynlasarre.com/article/2020/03/04/devoir-s-adapter-aux-changements-climatiques>

Boccanfuso, D., Savard, L., Goyette, J., Gosselin, V. et Tanekou Mangoua, C. (2014). Analyse économique des impacts et de l'adaptation aux changements climatiques de l'industrie forestière québécoise à l'aide d'un modèle d'équilibre général calculable de type micro-simulation. Rapport scientifique, Groupe de recherche en économie et développement international (GREDI), Université de Sherbrooke. Consulté en mars 2022 sur le site <http://gredi.recherche.usherbrooke.ca/wpapers/GREDI-1403.pdf>

Boileau, E. (2015). Écotoxicologie et impacts sanitaires des pesticides en réponse à l'augmentation des ravageurs amenés par les changements climatiques : portrait, perspectives et recommandations. Université de Sherbrooke. Consulté en mars 2022 sur le site <https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/6725/Boileau_Eve_MSc_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bonneau, S., Malo, J., Perreault, S. et Rainville, N. (2019). Dossier s'adapter — Les changements climatiques touchent nos activités stratégiques. HydroPresse, 99e année – Automne 2019, 9–38.

Bouchard, C., Lowe, A.-M. et Simon, A. (2017). Portrait des zoonoses priorisées par l'Observatoire multipartite québécois sur les zoonoses et l'adaptation aux changements climatiques en 2015: rapport. Institut national de santé publique du Québec et Université de Montréal, Observatoire multipartite québécois sur les zoonoses et l'adaptation aux changements climatiques, Montréal, Québec. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2290_portrait_zoonoses_priorisees_2015.pdf>

Bouchard, F., Francus, P., Pienitz, R., Laurion, I. et Feyte, S. (2014). « Subarctic Thermokarst Ponds: Investigating Recent Landscape Evolution and Sediment Dynamics in Thawed Permafrost of Northern Québec (Canada) ». *Arctic, Antarctic, and Alpine Research, 46*(1), 251–271. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1657/1938-4246-46.1.251>

Boucher, D., Boulanger, Y., Aubin, I., Bernier, P. Y., Beaudoin, A., Guindon, L. et Gauthier, S. (2018). « Current and projected cumulative impacts of fire, drought and insects on timber volumes across Canada ». *Ecological Applications*, *28* (5), 1245–1259. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1002/eap.1724>

Boucher, M.A. et Leconte, R. (2013). Changements climatiques et production hydroélectrique canadienne: Où en sommes-nous? *Revue canadienne des ressources hydriques, 38*(3), 196–209. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/07011784.2013.818297>

Boucher, O., Randall, D., Artaxo, P., Bretherton, C., Feingold, G., Forster, P., Kerminen, V.-M., Kondo, Y., Liao, H., Lohmann, U., Rasch, P., Satheesh, S.K., Sherwood, S., Stevens, B. et Zhang, X.-Y. (2013). « Clouds and Aerosols », Chapitre 7 dans *Changements Climatiques 2013: Les éléments scientifiques.* Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), T F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P. M. Midgley (éd.). Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni and New York, New York, États-Unis, 571–657. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter07_FINAL.pdf>

Boudreault, M., Grenier, P., Pigeon, M., Potvin, J. M. et Turcotte, R. (2019). « Pricing Flood Insurance with a Hierarchical Physics-Based Model ». *North American Actuarial Journal, 0*(0), 1–24. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/10920277.2019.1667830>

Boulanger, Y., Gauthier, S. et Burton, P.J. (2014). « A refinement of models projecting future Canadian fire regimes using homogeneous fire regime zones ». *Canadian Journal of Forest Research, 44*(4), 365–376. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1139/cjfr-2013-0372>

Boulanger, Y., Gray, D.R., Cooke, B.J. et De Grandpré, L. (2016). « Model-specification uncertainty in future forest pest outbreak ». *Global Change Biology, 22*(4), 1595–1607. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/gcb.13142>

Boulanger, Y., Taylor, A.R., Price, D.T., Cyr, D., McGarrigle, E., Rammer, W., Sainte-Marie, G., Beaudoin, A., Guindon, L. et Mansuy, N. (2017). « Climate change impacts on forest landscapes along the Canadian southern boreal forest transition zone ». *Landscape Ecology, 32*(7), 1415–1431. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0421-7>

Bourduas Crouhen, V., Siron, R. et Blondlot, A. (2017). État des lieux des pêches et de l'aquaculture au Québec en lien avec les changements climatiques. Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/Etat_peches_aquaculture2017.pdf>

Bourgault, D., et Koutitonsky, V. G. (1999). « Real-time monitoring of the freshwater discharge at the head of the St. Lawrence Estuary ». *Atmosphere-Ocean, 37*(2), 203–220. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://doi.org/10.1080/07055900.1999.9649626>

Bourgault, M.A., Larocque, M. et Roy, M. (2014). « Simulation of aquifer-peatland-river interactions under climate change ». *Hydrology Research, 45*(3), 425–440. Consulté en septembre 2020 sur le site from <http://www.iwaponline.com/nh/045/nh0450425.htm>

Bourque, A. et Simonet, G. (2008). Québec, Chapitre 5 dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*. D.S. Lemmen, F.J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 171–226. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2007/pdf/full-complet_f.pdf>

Boyer-Villemaire, U., Lamari, M., Bernatchez, P., Jacob, J.L. et Nouwodjro, K. (2015). Analyse institutionnelle de la trajectoire d'adaptation aux changements climatiques dans le Québec maritime, Chapitre 3 dans *Adaptation aux changements climatiques en zones côtières : Politiques publiques et indicateurs de suivi des progrès dans sept pays occidentaux*. Presses de l'Université du Québec, 77–126. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.2307/j.ctt1f11793>

Boyer-Villemaire, U., Marie, G. et Bernatchez, P. (2014). Vulnérabilité des infrastructures routières de l'est du Québec à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques : Analyse des stratégies internationales et recommandations en matière de réduction de la vulnérabilité des infrastructures de transport face aux risques naturels côtiers. Rapport final réalisé pour le ministère des Transports du Québec par le Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtière, Université du Québec à Rimouski. Consulté en mars 2022 sur le site <http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1166760/02_Volume_2.pdf>

Boyer-Villemaire, U., Savard, J., Roy, P., Des, É., Ux, N., Extrêmes, D.E.A.U. et Usant, C.A. (2016). Évaluation des niveaux d'eau extrêmes causant des dommages de submersion en zone côtière au Québec rapport technique complémentaire à l'analyse coûts-avantages d'options d'adaptation en zone côtière au Québec. Ouranos, Montréal, Québec, 30p. Consulté en mars 2022 sur le site <https://ouranos.ca/wp-content/uploads/Rapport-Submersion.pdf>

Boyer, C. et Roy G., A. (2013). Intégration des données spatiales et temporelles pour une gestion optimale des berges dans un contexte de changements environnementaux. Ouranos. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publications/>

Boyer, R. et Villa, J. (2011). Faisabilité d'un suivi des impacts psychosociaux des aléas climatiques. Institut national de santé publique du Québec, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/1342_faisabilitesuiviimpactspsychosociauxaleasclim.pdf>

Braun, M. et Fournier, E. (2016). Études de cas d'adaptation dans le secteur de l'énergie – Surmonter les obstacles à l'adaptation. Rapport présenté à la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques, Ressources naturelles Canada, 114p. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/programmes/etudes-de-cas-adaptation-energie/>

Breton, M.-P., Cloutier, G. et Waygood, E.O. (2017). Québec, Chapitre 7 dans *Risques climatiques et pratiques en matière d'adaptation pour le secteur canadien des transports 2016*, K. Palko et D.S. Lemmen (éd.), 199–238. Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2016/Chapter-7f.pdf>

Briand, S., Adam-Poupart, A., Irace-Cima, A. et Thivierge, K. (2017). Cartographie du risque d'acquisition de la maladie de Lyme au Québec: année 2017. Institut national de santé publique du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2330_cartographie_risque_acquisition_maladie_lyme.pdf>

Brisson, G. et Bouchard-Bastien, E. (2014). Changements climatiques et santé en Eeyou Istchee dans le contexte des évaluations environnementales. Institut national de santé publique du Québec. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/1927_changements_climatiques_eeyou_istchee.pdf>

Brodeur, J., Boivin, G., Cloutier, C., Doyon, J., Grenier, P. et Gagnon, A.-È. (2013). Impact des changements climatiques sur le synchronisme entre les ravageurs et leurs ennemis naturels : conséquences sur la lutte biologique en milieu agricole au Québec. Rapport scientifique final pour Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportBrodeur2013.pdf>

Brooks, H., Doré, G. et Locat, A. (2019). « Quantitative Risk Analysis for Linear Infrastructure Supported by Permafrost: Methodology and Computer Program ». Université Laval. Consulté en mai 2022sur le site <https://corpus.ulaval.ca/jspui/handle/20.500.11794/37155>

Brown, P.T. et Caldeira, K. (2017). « Greater future global warming inferred from Earth's recent energy budget ». *Nature, 552*(7683), 45–50. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1038/nature24672>

Bryant, C. (2017a). « Strategic Development Planning for Agricultural Development and the Integration of other Domains Important for the Territory ». *International Journal of Avian & Wildlife Biology, 2*(6), 2–4. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.15406/ijawb.2017.02.00038>

Bryant, C. (2017b). « What Can Agricultural Land Use Planning Contribute to Food Production and Food Policy ? ». *International Journal of Avian & Wildlife Biology, 2*(1), 1–9. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.15406/ijawb.2017.02.00009>

Bryant, C.R., Sarr, M.A. et Délusca, K. (2016). « Agricultural Adaptation to Climate Change ». Springer. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/978-3-319-31392-4>

Brzeski, V. (2011). Comment adapter l'industrie des pêches de la région du Canada atlantique aux changements climatiques ? Ecology Action Centre. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ecologyaction.ca/files/images-documents/file/Coastal/CCCheticamp/Peche et changement climatique brochure.pdf>

Bubeck, P., Botzen, W.J.W. et Aerts, J.C.J.H. (2012). « A Review of Risk Perceptions and Other Factors that Influence Flood Mitigation Behavior ». *Risk Analysis, 32*(9), 1481–1495. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2011.01783.x>

Bunker, A., Wildenhain, J., Vandenbergh, A., Henschke, N., Rocklöv, J., Hajat, S. et Sauerborn, R. (2016). « Effects of Air Temperature on Climate-Sensitive Mortality and Morbidity Outcomes in the Elderly : a Systematic Review and Meta-analysis of Epidemiological Evidence ». *EBioMedicine, 6*, 258–268. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.02.034>

Bureau d'assurance du Canada (2017). Tout connaître dommages causés sur l'assurance et les par l'eau. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://infoassurance.ca/getattachment/88722d0b-20a7-49d2-8805-917758591776/Tout-connaitre-sur-l-assurance-et-les-dommages-cau.aspx>

Bureau d'assurance du Canada (2015). La gestion du risque inondation. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://assets.ibc.ca/Documents/Natural Disasters/The_Financial_Management_of_Flood_Risk_FR.pdf>

Bureau d'assurance du Canada et Groupement des assureurs automobiles (2018). Test : dégâts d'eau. Consulté en novembre 2018 sur le site <https://infoassurance.ca/fr/assurance-habitation/reclamer/test-degats-eau.aspx>

Bureau d'audiences publiques sur l'environnement - Commission d'examen conjoint (2003). Projet de régularisation des crues du bassin versant du lac Kénogami - Rapport 183. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://voute.bape.gouv.qc.ca/dl/?id=00000057348>

Bureau de normalisation du Québec (2013). Norme BNQ 3019-190 : Lutte aux ilots de chaleur urbains – Aménagement des aires de stationnement – Guide à l'intention des concepteurs. Québec, Québec. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.bnq.qc.ca/fr/normalisation/environnement/lutte-aux-ilots-de-chaleur-urbains.html>

Bussière, B., Demers, I., Charron, P. et Bossé, B. (2017). Analyse de risques et de vulnérabilités liés aux changements climatiques pour le secteur minier québécois. Unité de recherche et de service en technologie minérale, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue. <https://mern.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/analyse-changements-climatiques-secteur-minier.pdf>

Bustinza, R. et Demers-Bouffard, D. (2019). Indicateurs en lien avec les vagues de chaleur et la santé de la population : mise à jour. Changements climatiques. Institut national de santé publique du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2650_indicateurs_vagues_chaleur_sante_population.pdf>

Bustinza, R. et Gosselin, P. (2014). Inondations: état de situation des responsabilités et pratiques en santé environnementale. Institut national de santé publique du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1955_Inondations_Etat_Situation_Responsabilites_Pratiques.pdf>

Byun, C., de Blois, S. et Brisson, J. (2018). « Management of invasive plants through ecological resistance ». *Biological Invasions, 20*(1), 13–27. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1529-7>

Caisse de dépôt et placement du Québec (2017). Investissement durable 2017. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.cdpq.com/sites/default/files/medias/pdf/fr/ra/id2017_rapport_investissement_durable_fr.pdf>

Campagna, S., Lévesque, B., Anassour-Laouan-Sidi, E., Côté, S., Serhir, B., Ward, B. J., Libman, M.D., Drebot, M.A., Makowski, K., Andonova, M., Ndao, M. et Dewailly, É. (2011). « Seroprevalence of 10 zoonotic infections in 2 Canadian Cree communities ». *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease, 70*(2), 191–199. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2011.01.009>

Cao-Lei, L., Dancause, K.N., Elgbeili, G., Massart, R., Szyf, M., Liu, A., Laplante, D.P. et King, S. (2015). « DNA methylation mediates the impact of exposure to prenatal maternal stress on BMI and central adiposity in children at age 131/2 years: Project Ice Storm ». *Epigenetics, 10*(8), 749–761. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/15592294.2015.1063771>

Cao-Lei, L., Veru, F., Elgbeili, G., Szyf, M., Laplante, D.P. et King, S. (2016). « DNA methylation mediates the effect of exposure to prenatal maternal stress on cytokine production in children at age 131/2 years: Project Ice Storm ». *Clinical Epigenetics, 8*, 54. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1186/s13148-016-0219-0>

Cazale, L. et Dumitru, V. (2008). Les maladies chroniques au Québec : quelques faits marquants. *Zoom santé*. Institut de la statistique du Québec. Consulté en mars 2022 sur le site <https://statistique.quebec.ca/en/fichier/no-12-les-maladies-chroniques-au-quebec-quelques-faits-marquants-serie-enquete-sur-la-sante-dans-les-collectivites-canadiennes.pdf>

CBC News (2016). « Fermented seal meat causing botulism in Sanikiluaq ». Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.cbc.ca/news/canada/north/nunavut-botulism-fermented-seal-1.3758946>

CBC News (2017). « 1 woman dead, 1 in hospital with botulism after eating whale meat in Inukjuak ». Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.cbc.ca/news/canada/north/inukjuak-botulism-1.4200107>

Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines (2017). Portrait des infrastructures en eau des municipalités du Québec. Rapport final présenté au ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du Territoire, gouvernement du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ceriu.qc.ca/system/files/2018-02/Rapport final-PIEMQ.pdf>

Chaire de recherche en géoscience côtière et Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones Côtières (2018). Rétrospective des 17 dernières années : quelles analyses, pour quels résultats. *La zone côtière no.3*. Consulté en mars 2022 sur le site <https://ldgizc.uqar.ca/Web/docs/default-source/default-document-library/bulletin-la-zone-c%C3%B4ti%C3%A8re-n-3.pdf?sfvrsn=792f152c_0>

Chaire de tourisme Transat (2017). Stratégie de communication pour l'industrie touristique face aux changements climatiques.

Chan, C. F., Coppens, C., Boisjoly, L. et Baillargeon, C.A. (2015). Étude économique régionale des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques sur le fleuve Saint-Laurent : volet eaux municipales. Rapport présenté à la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques de Ressources naturelles Canada, au Gouvernement du Québec et à Ouranos, AECOM, Montréal, Québec, 134p. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/ACA-GLSL_eaux-municipales_VF.pdf>

Charbonneau, É., Moreno Prado, J. M., Pellerin, D., Bélanger, G., Côte, H., Bélanger, V., Parent, D., Allard, G., Audet, R et Chaumont, D. (2013). Première évaluation de l'impact potentiel des changements climatiques sur la durabilité technico-économique et agroenvironnementale des fermes laitières au Québec. Rapport scientifique final préparé pour Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportCharbonneau2013.pdf>

Charlebois, S., Harris, J., Keselj, V., Somogyi, S., Mah, C., Giusto, A., Koroglu, M., Tapon, F., Uys, P. et Van Duren, E. (2018). Rapport canadien sur les prix alimentaires à la consommation 2018. Rapport préparé par l'université de Dalhousie et l'université Guelph. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://cfig.ca/wp-content/uploads/2017/12/Canada-Food-Price-Report-FRE-2018-1.pdf>

Cheung, W.W., Watson, R. et Pauly, D. (2013). « Signature of ocean warming in global fisheries catch ». *Nature, 497*(7449), 365–368. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1038/nature12156>

Chouinard, O., Plante, S., Weissenberger, S., Noblet, M. et Guillemo, J. (2017). « The Participative Action Research Approach to Climate Change Adaptation in Atlantic Canadian Coastal Communities », dans *Climate Change Adaptation in North America: Fostering Resilience and the Regional Capacity to Adapt*. W, Leal Filho et J.M. Keenan (éd.), Springer, 67–87. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/978-3-319-53742-9_5>

Circé, M., Da Silva, L., Mercier, X., Boyer-Villemaire, U., Desjarlais, C. et Morneau, F. (2016a). Analyse coûts-avantages des options d'adaptation en zone côtière à Maria. Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en mars 2022 sur le site <https://ouranos.ca/wp-content/uploads/Rapport-ACA-Maria.pdf>

Circé, M., Da Silva, L., Mercier, X., Boyer-Villemaire, U., Desjarlais, C. et Morneau, F. (2016b). Analyse coûts-avantages des options d'adaptation en zone côtière à Percé. Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/Rapport-ACA-Perc%C3%A9.pdf>

Circé, M., Da Silva, L., Boyer-Villemaire, U., Duff, G., Desjarlais, C., et Morneau, F. (2016c). Analyse coûts-avantages d'options d'adaptation en zone côtière au Québec - Rapport synthèse. Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/Rapport-Synth%C3%A8se_Qc.pdf>

Circé, M., Da Silva, L., Duff, G., Boyer-Villemaire, U. Corbeil, S., Desjarlais, C., et Morneau, F. (2016d). Analyse coûts-avantages des options d'adaptation en zone côtière aux Îles-de-la-Madeleine. Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en mars 2022 sur le site <https://ouranos.ca/wp-content/uploads/Rapport-ACA-IDM.pdf>

Circé, M., Da Silva, L., Duff, G., Boyer-Villemaire, U., Desjarlais, C., et Morneau, F. (2016e). Analyse coûts-avantages des options d'adaptation en zone côtière à Rivière-Ouelle. Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en mars 2022 sur le site <https://ouranos.ca/wp-content/uploads/Rapport-ACA-Riviere-Ouelle.pdf>

Circé, M., Da Silva, L., Mercier, X., Duff, G., Boyer-Villemaire, U. Corbeil, S., Desjarlais, C., et Morneau, F. (2016f). Analyse coûts-avantages des options d'adaptation en zone côtière à Carleton-sur-Mer. Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en mars 2022 sur le site <https://ouranos.ca/wp-content/uploads/Rapport-Carleton-ACA.pdf>

Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal (2018). Chaleur accablante ou extrême 2018: Plan régional de prévention et de protection et Guide à l'intention des établissements de santé. Gouvernement du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://santemontreal.qc.ca/fileadmin/user_upload/Uploads/tx_asssmpublications/pdf/publications/9782550757948.pdf>

Clavet-Gaumont, J. et Huard, D. (2016). « Synergies: Interactions between climate change adaptation and mitigation in Canada's energy supply sector ». Rapport présenté par Ouranos à la Division de la politique de l'énergie et de l'environnement de Ressources naturelles Canada, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportSynergie2016-EN-1.pdf>

Clavet-Gaumont, J., Huard, D., Frigon, A., Koenig, K., Slota, P., Rousseau, A., Klein, I., Thiémonge, N., Houdré, F., Perdikaris, J., Turcotte, R., Lafleur, J. et Larouche, B. (2017). « Probable maximum flood in a changing climate - An overview for Canadian basins ». *Journal of Hydrology: Regional Studies, 13*, 11–25. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrh.2017.07.003>

Clayton, S., Manning, C. M., Krygsman, K. et Speiser, M. (2017). « Mental Health and Our Changing Climate: Impacts, Implications, and Guidance ». American Psychological Association, and ecoAmerica, Washington, D.C. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.apa.org/news/press/releases/2017/03/mental-health-climate.pdf>

Clerc, C., Gagnon, M., Breton-Honeyman, K., Tremblay, M., Bleau, S., Gauthier, Y., Aloupa, S., Kasudluak, A., Furgal, C., Bernier, M. et Barrett, M. (2011). Changements climatiques et infrastructures marines au Nunavik - Connaissances locales et point de vue des communautés des Quaqtaq, Umiujaq et Kuujjuaq. Rapport final présenté au ministère des Affaires Indiennes et du Nortd Canada, INRS, Québec, 149p. Consulté en mars 2022 sur le site <https://espace.inrs.ca/id/eprint/540/1/R001273f.pdf>

Cloutier, G. (2018). Les expérimentations de gouvernance de l'adaptation aux changements climatiques: terrains d'apprentissage de l'adaptation. Projet final présenté à Ouranos. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportCloutier2018-FR.pdf>

Cloutier, G. et Demers, M.-A. (2017). Le Comité Rivière à Saint-Raymond (Portneuf) : une expérimentation de gouvernance locale du risque d'inondation. *Cahiers de Géographie Du Québec, 61*(174), 469–488. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.erudit.org/fr/revues/cgq/2017-v61-n174-cgq04102/1053662ar.pdf>

CNW Telbec et Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire (2017). Inondations printanières 2017 - Le gouvernement du Québec prend ses responsabilités en matière d'aménagement du territoire. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.environnement.gouv.qc.ca/infuseur/communique.asp?no=3764>

COBARIC. (s.d.). Système de surveillance de la rivière chaudière. Consulté en novembre 2021 sur le site<https://www.ssrc.cobaric.qc.ca/publique_index.php>

Coléo documentation (s.d.). Le programme de suivi BdQc. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://coleo.biodiversite-quebec.ca/docs/0_desc_prg.html>

Collectivités viables (2013). Îlots de chaleur urbains. Consulté en juillet 2018 sur le site <http://collectivitesviables.org/articles/ilots-de-chaleur-urbains.aspx#climat-et-gographie-6>

Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu (s.d.). COVABAR - Plan directeur de l'eau. Consulté en septembre 2018 sur le site <https://covabar.qc.ca/plan-directeur-eau/>

Commission de la santé et des services sociaux des Premières Nations du Québec et du Labrador (2015). Faits saillants - Enquête régionale sur la santé des Premières nations du Québec. Secteur de la recherche, CSSSPNQL. Consulté en mars 2022 sur le site <https://cssspnql.com/enquete-regionale-sante/>

Commuauté métropolitaine de Québec (2017). Rapport annuel 2017 de la communauté métropolitaine de Québec (CMQ). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2018/12/2017-Rap-annuel.pdf>

Communauté métropolitaine de Québec et Ouranos (2019). Étude de vulnérabilité des sources d'eau potable au fleuve des villes de Québec et de Lévis en regard de la salinité - Rapport de l'étape 1.1 portant sur l'identification des pointes de salinité et conseil des causes. Consulté en mai 2022 sur le site <https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2020/01/2019_Rap-revise_Fleuve-salinite_etape-1.1-web.pdf>

Comtois, C. et Slack, B. (2016). Étude économique régionale des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques sur le fleuve Saint-Laurent: le transport maritime. Rapport présenté a la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques de Ressources naturelles Canada, au Gouvernement du Québec et a Ouranos, CIRRELT, Université de Montréal, 64p. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/ACA-GLSL_transport-maritime_VF.pdf>

Connectivité écologique. (s.d.). Connectivitéécologique.com. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://connectiviteecologique.com/>

Conseil canadien des ministres de l'environnement (2016). Synthèse des approches de gestion intégrée par bassin versant au Canada. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ccme.ca/fr/res/synthsedesapproachesdegestionintgreparbassinversantaucanada.pdf>

Conseil québécois des espèces exotiques envahissantes (2014). Signalez une espèce exotique. Consulté en avril 2020 sur le site <http://cqeee.org/?page_id=142>

Conseil régional de l'environnement de Montréal. (s.d.). Démarche stationnement écoresponsable. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://stationnementecoresponsable.com/>

Corriveau, É., Venne, J.-F. et Roulot-Ganzmann, H. (2019). Inondations - Prendre le taureau par les cornes. *Le Devoir*, cahier spécial C. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ledevoir.com/documents/cahier_special/pdf/065902dc361b016d5e0ecb08ebb8960232206040.pdf>

Cree Nation of Mistissini et Cree Nation Government. (2018). « Community proposal - Climate Change Adaptation Action Plan ». Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportMistissini2018.pdf>

Cree Trappers' Association. (2010). « Impacts and Adaptation Measures for the Hunters, Trappers and Communities of Eeyou Istchee: Waskaganish Community Report ».

Cree Trappers' Association (2011). « Climate change in Eeyou Istchee - Identification of impacts and adaptation measures for the Cree hunters, trappers and communities ». Canada.

Cree Working Group on the Plan Nord (2011). « Cree vision of Plan Nord ». Consulté en mai 2022 sur le site <http://caid.ca/CreVisPlaNor2011.pdf>

Crespo, S. (2019). L'écart de faible revenu. *Données sociodémographiques en bref, 23*, 2, Institut de la statistique du Québec, 1–7. Consulté en mai 2022 sur le site <https://statistique.quebec.ca/en/fichier/ecart-de-faible-revenu.pdf>

Cuerrier, A., Brunet, N. D., Gérin-Lajoie, J., Downing, A. et Lévesque, E. (2015). « The Study of Inuit Knowledge of Climate Change in Nunavik, Quebec: A Mixed Methods Approach ». *Human Ecology, 43*(3), 379–394. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10745-015-9750-4>

Cunsolo Willox, A., Harper, S.L., Ford, J.D., Landman, K., Houle, K. et Edge, V.L. (2012). « "From this place and of this place:" climate change, sense of place, and health in Nunatsiavut, Canada ». *Social Science & Medicine, 75*(3), 538–547. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.03.043>

D'Amato, G., Baena-Cagnani, C.E., Cecchi, L., Annesi-Maesano, I., Nunes, C., Ansotegui, I., D'Amato, M., Liccardi, G., Sofia, M. et Canonica, W.G. (2013). « Climate change, air pollution and extreme events leading to increasing prevalence of allergic respiratory diseases ». *Multidisciplinary Respiratory Medicine, 8*(1), 12. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1186/2049-6958-8-12>

D'Orangeville, L., Duchesne, L., Houle, D., Kneeshaw, D., Côté, B. et Pederson, N. (2016). « Northeastern North America as a potential refugium for boreal forests in a warming climate ». *Science, 352*(6292), 1452–1455. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1126/science.aaf4951>

D'Orangeville, L., Houle, D., Duchesne, L., Phillips, R.P., Bergeron, Y. et Kneeshaw, D. (2018). « Beneficial effects of climate warming on boreal tree growth may be transitory ». *Nature Communications, 9*(1), 3213. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05705-4>

Da Silva, L., Desrochers, F.-A., Pineault, K., Gosselin, C.-A., Grenier, P. et Larose, G. (2019). Analyse économique des mesures d'adaptation aux changements climatiques appliquée au secteur du ski alpin au Québec. Ouranos, Montréal, Québec, 119p. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportDaSilva2019.pdf>

Dadvand, P. et Nieuwenhuijsen, M. (2018). « Green Space and Health », dans *Integrating Human Health into Urban and Transport Planning*, M. Niewenhuijsen et H. Khreis (éd.). Springer, Cham, 409–423. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-74983-9_20>

Daigle, A., Jeong, D. Il et Lapointe, M. F. (2015). « Climate change and resilience of tributary thermal refugia for salmonids in eastern Canadian rivers ». *Hydrological Sciences Journal, 60*(6), 1044–1063. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/02626667.2014.898121>

Dawson, R.J., Thompson, D., Johns, D., Wood, R., Darch, G., Chapman, L., Hughes, P.N., Watson, G.V.R., Paulson, K., Bell, S., Gosling, S.N., Powrie, W. et Hall, J.W. (2018). « A system framework for national assessment of climate risks to infrastructure ». *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 376*(2121). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1098/rsta.2017.0298>

de Blois, S., Boisvert-Marsh, L., Schmucki, R., Lovat, C.-A., Byun, C., Gomez-Garcia, P., Otfinowski, R., Groeneveld, E., et Lavoie, C. (2013). Outils pour évaluer les risques d'invasion biologique dans un contexte de changements climatiques. Université McGill, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://agriclimat.ca/wp-content/uploads/2018/10/1.-Roseau-commun-et-renou%C3%A9e-du-japon-2013.pdf>

De Grandpré, L., Pureswaran, D., Bouchard, M. et Kneeshaw, D. (2018). « Climate-induced range shifts in boreal forest pests: ecological, economic, and social consequences ». *Canadian Journal of Forest Research, 48*(3), v–vi. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1139/cjfr-2018-0058>

DellaValle, C.T., Triche, E.W., Leaderer, B.P. et Bell, M.L. (2012). « Effects of Ambient Pollen Concentrations on Frequency and Severity of Asthma Symptoms Among Asthmatic Children ». *Epidemiology, 23*(1), 55–63. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e31823b66b8>

Demers, I. (2015). Stratégie québécoise de l'herbe à poux et des autres pollens allergènes. Ministère de la Santé et des Services sociaux, Gouvernement du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2015/15-244-02W.pdf>

Desbiens, C. et Simard-Gagnon, L. (2012). Vulnérabilité et adaptations aux changements climatiques : savoirs et vécus des femmes inuites du Nunavik. *Les Cahiers de l'Institut EDS*, Institut Hydro-Québec en environnement, développement et société, Université Laval. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ieds.ulaval.ca/fileadmin/Fichiers/05-Publications/cahiersInstitut/CA12_Changements_Climatiques_Femmes_Inuites.pdf>

Desjarlais, C. et Da Silva, L. (2016). L'impact économique des changements climatiques sur la production hydroélectrique du Saint-Laurent. Rapport final présenté à la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changement climatiques de Ressources naturelles Canada et au Gouvernement du Québec, Ouranos, Montréal, Québec, 16p. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/ACA-GLSL_hydroelectricite_VF.pdf>

Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R. T., Molnár, Z., Hill, R., Chan, K.M.A, Baste, I.A., Brauman, K.A., Polasky, S., Church, A., Lonsdale, M., Larigauderie, A., Leadley, P.W., van Oudenhoven, A.P.E., van der Plaat, F., Schröter, M., Lavorel, S., Aumeeruddy-Thomas, Y., Bukvareva, E., Davies, K., Demissew, S., Erpul, G., Failler, P., Guerra, C.A., Hewitt, C.L., Keune, H., Lindley, S. et Shirayama, Y. (2018). « Assessing nature's contributions to people ». *Science, 359*(6373), 270–272. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1126/science.aap8826>

Direction régionale de santé publique CIUSSS du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal (2018). Canicule: Juillet 2018 – Montréal bilan préliminaire. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://santemontreal.qc.ca/fileadmin/fichiers/actualites/2018/07_juillet/BilanCaniculeV2.pdf>

DonnéesClimatiques.ca (s.d.). DonnéesClimatiques.ca [portail web]. Consulté en février 2022 sur le site <https://donneesclimatiques.ca/

Données sur la biodiversité du Québec. (2021). Inventaire des données de terrain sur la biodiversité du Québec. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://data.quebio.ca/fr>

Dorner, S. (2013). Impacts et adaptation aux changements climatiques des infrastructures municipales en eau de la rivière des Prairies. Rapport scientifique final présenté à Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportDorner2014_FR.pdf>

Downing, A. et Cuerrier, A. (2011). « A synthesis of the impacts of climate change on the First Nations and Inuit of Canada ». *Indian Journal of Traditional Knowledge, 10*(1), 57–70. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/11066>

Drejza, S., Friesinger, S. et Bernatchez, P. (2014a). Vulnérabilité des infrastructures routières de l'est du Québec à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques - Volume I. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Consulté en mars 2022 sur le site <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3626.5122>

Drejza, S., Friesinger, S. et Bernatchez, P. (2014b). Vulnérabilité des infrastructures routières de l'est du Québec à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques - Volume III. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2577.9368>

Dubé, B. (2016). Tempête du 30 décembre : Percé écope encore. *Radio-Canada*. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1008567/tempete-du-30-decembre-perce-ecope-encore>

Dubois, C. (2014). Adapter les quartiers et les bâtiments au réchauffement climatique - Une feuille de route pour accompagner les architectes et les designers urbains québécois [Thèse de doctorat]. Université Laval, Québec, Canada, et Institut National des Sciences Appliquées, Toulouse, France. Consulté en mars 2022 sur le site <http://hdl.handle.net/20.500.11794/25461>

Duchemin, E., McClintock, N., Thanh Hiên Pham, T. (2021) Évaluation de l'agriculture urbaine comme infrastructure verte de résilience individuelle et collective face aux changements climatiques et sociaux. Rapport final présenté à Ouranos. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.ouranos.ca/programme/agriculture-peches-aquaculture-commerciale/ >

Duchesne, L. et Houle, D. (2014). « Interannual and spatial variability of maple syrup yield as related to climatic factors ». *PeerJ, 2*, e428. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.7717/peerj.428>

Duchesne, L., Houle, D., Côté, M.-A., et Logan, T. (2009). « Modelling the effect of climate on maple syrup production in Québec, Canada ». *Forest Ecology and Management, 258*(12), 2683–2689. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2009.09.035>

Dukes, J. S., Pontius, J., Orwig, D., Garnas, J. R., Rodgers, V. L., Brazee, N., Cooke, B., Theoharides, K.A., Stange, E.E., Harrington, R., Ehrenfeld, J., Gurevitch, J., Lerdau, M., Stinson, K., Wick, R. et Ayres, M. (2009). « Responses of insect pests, pathogens, and invasive plant species to climate change in the forests of northeastern North America: What can we predict? » *Canadian Journal of Forest Research, 39*(2), 231–248. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1139/X08-171>

Duncan, K. (2008). Un dossier chaud : La santé des femmes et les changements climatiques. *Le Réseau Canadien Pour La Santé Des Femmes, 10*(2). Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.cwhn.ca/node/39849>

Durant, J., Hjermann, D., Ottersen, G. et Stenseth, N. (2007). « Climate and the match or mismatch between predator requirements and resource availability ». *Climate Research, 33*, 271–283. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.3354/cr033271>

ÉcoRessources (2018). Développement d'un outil visant la prise en compte des changements climatiques dans la planification des territoires agricoles des MRC rurales au Québec. Rapport préparé pour Ouranos. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportPDZA2018.pdf>

Egorova, K. (2014). Changements climatiques et stations de ski: pistes possibles d'adaptation et modèles de gestion pour un avenir durable [Mémoire de maîtrise]. Université du Québec à Montréal (UQAM). Consulté en mars 2022 sur le site <http://archipel.uqam.ca/id/eprint/6748>

Enviro-accès (2013). Plan d'adaptation aux changements climatiques 2013-2023. Ville de Sherbrooke, Québec. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.phareclimat.com/uploads/initiative/365/365_document.pdf>

Environnement Canada (2014). Étude de performance de projets de lutte aux îlots de chaleur urbains dans la région de Montréal. Service météorologique du Canada Région du Québec (SMC-QC), 142.

Environnement et Changement climatique Canada et Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2018). Cartographie de l'occupation du sol des Basses-terres du Saint-Laurent, circa 2014. Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://data.ec.gc.ca/data/sites/systems/land-cover-mapping-of-the-st.-lawrence-lowlands/PASL_Occupation_sol_Rapport_methodologique.pdf>

Eyzaguirre, J. (2016). Gestion des risques liés au climat: Points essentiels pour les chefs d'entreprise, rédigé à l'intention de Ressources naturelles Canada, 8p. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2016/14-0801-MCR-Access_Apr7_fr.pdf>

Ferguson, M.D., Mueller, J.T., Graefe, A.R. et Mowen, A.J. (2018) « Coping with Climate Change : A Study of Great Lakes Water-Based Recreationists ». *Journal of Park and Recreation Administration, 36*, 52–74. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://js.sagamorepub.com/jpra/article/view/8296>

Ferrouillet, C., Lambert, L. et Milord, F. (2012). Consultation sur l'état actuel de la surveillance des zoonoses au Québec et son adéquation avec les changements climatiques et écologiques. Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique Québec. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1541_ConsulEtatActSurvZoonoQcAdeqChangClimEcolo.pdf>

Fisk, W.J. (2015). « Review of some effects of climate change on indoor environmental quality and health and associated no-regrets mitigation measures ». *Building and Environment, 86*, 70–80. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.12.024>

Ford, J.D., McDowell, G. et Pearce, T. (2015). « The adaptation challenge in the Arctic ». *Nature Climate Change, 5*(12), 1046–1053. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1038/nclimate2723>

Ford, J.D., Pearce, T., Duerden, F., Furgal, C. et Smit, B. (2010). « Climate change policy responses for Canada's Inuit population: The importance of and opportunities for adaptation ». *Global Environmental Change, 20*(1), 177–191. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2009.10.008>

Ford, J.D., Willox, A.C., Chatwood, S., Furgal, C., Harper, S., Mauro, I. et Pearce, T. (2014). « Adapting to the effects of climate change on Inuit health. American Journal of Public Health ». Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.2105/AJPH.2013.301724>

Forest, J.-F. (2016). Évaluation des principaux risques climatiques actuels sur les cultures maraîchères afin d'identifier les besoins d'adaptation et les technologies potentielles. Rapport final présenté à l'Association des producteurs maraîchers du Québec, Forest Lavoie Conseil. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportForest2016.pdf>

Forestier en chef (2020) Rapport d'activités du Forestier en chef 2019-2020. Consulté en mai 2022 sur le site <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/forets-faune-parcs/publications-adm/rapport-annuel-de-gestion/archives-rapport-annuel/RA-activites-2019-2020-bfec-MFFP.pdf?1632858148>

Foro, A., Béziers, L., Robinson, E. et Torrie, J. E. (2013). Perceptions des leaders et des professionnels d'Eeyou Istchee quant aux changements climatiques et a leurs effets sur la santé humaine: rapport des consultations. Conseil Cri de la santé et des services sociaux de la Baie James. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.creehealth.org/sites/default/files/Perceptions%20aux%20changements%20climatiques%202013.pdf>

Fortier-Lacombe, J.-P. (2010). Analyse des impacts de l'ouverture du passage du Nord-Ouest en termes de développement durable [Essai de maîtrise]. Université de Sherbrooke. Consulté en mars 2022 sur le site <https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/7195/cufe_Fortier_Lacombe_essai126.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Foulon, É. et Rousseau, A. N. (2018). « Surface Water Quantity for Drinking Water during Low Flows - Sensitivity Assessment Solely from Climate Data ». *Water Resources Management*, 1–17. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11269-018-2107-1>

Fournel, S., Ouellet, V. et Charbonneau, É. (2017). « Practices for alleviating heat stress of dairy cows in humid continental climates: A literature review ». *Animals, 7*(5). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.3390/ani7050037>

Fournier, R., Poulin, M., Revéret, J., Rousseau, A. et Théau, J. (2013). Outils d'analyses hydrologique, économique et spatiale des services écologiques procurés par les milieux humides des basses terres du Saint-Laurent : adaptations aux changements climatiques. Rapport final présenté à Ouranos. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportFournier2013_FR.pdf>

Fournier, E., Lamy, A., Pineault, K., Braschi, L., Kornelsen, K., Hannart, A., Chartier, I., Tarel, G., Minville, M. et Merleau, J. (2020). Valeur des actifs hydroélectriques et impacts physiques du changement climatique – Guide sur l'intégration des données climatiques dans la production d'énergie aux fins de modélisation de la valeur. Ouranos, Montréal, Québec 208 p. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportFournier2020.pdf>

Franchini, M. et Mannucci, P. M. (2018). « Mitigation of air pollution by greenness: A narrative review ». *European Journal of Internal Medicine, 55*(June), 1–5. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2018.06.021>

Fraser, C., Bernatchez, P. et Dugas, S. (2017). « Development of a GIS coastal land-use planning tool for coastal erosion adaptation based on the exposure of buildings and infrastructure to coastal erosion, Québec, Canada ». *Geomatics, Natural Hazards and Risk, 8*(2), 1103–1125. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/19475705.2017.1294114>

Fuentes, L., Asselin, H., Bélisle, A.C. et Labra, O. (2020). « Impacts of Environmental Changes on Well-Being in Indigenous Communities in Eastern Canada ». *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(2), 637. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.3390/ijerph17020637>

Gagnon, A.-È., Arsenault-Labrecque, G., Bourgeois, G., Bourdages, L., Grenier, P. et Roy, M. (2013). Études de cas pour faciliter une gestion efficace des ennemis des cultures dans le contexte de l'augmentation des risques phytosanitaires liés aux changements climatiques. Rapport scientifique final pour Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportGagnon2013_FR.pdf >

Gagnon, A.-È., Bourgeois, G., Bourdages, L., Grenier, P. et Blondlot, A. (2019). « Impact of climate change on *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) phenology and its implications on pest management ». *Agricultural and Forest Entomology, 21*(3), 253–264. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/afe.12327>

Gagnon, A.-È., Roy, M. et Roy, A. (2011). Document synthèse : Impacts directs et indirects des changements climatiques sur les ennemis des cultures. Montréal, Québec. Consulté en mars 2022 sur le site <https://agriclimat.ca/wp-content/uploads/2018/10/2.-Impacts-directs-et-indirects-des-CC-sur-les-ennemis-des-cultures_Gagnon-et-al.pdf>

Gagnon, P., Sheedy, C., Rousseau, A. N., Bourgeois, G., Chouinard, G. et Lafrance, P. (2015). Impact des changements climatiques sur la contamination de l'eau de ruissellement par les pesticides: Étude de cas pour huit combinaisons cultures ennemis durant la période 1981-2040. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Gouvernement du Canada. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportRousseau2016_FR.pdf>

Galbraith, P., Chassé, J., Caverhill, C., Nicot, P., Gilbert, D., Pettigrew, B., Lefaivre, D., Brickman, D., Devine, L. et Lafleur, C. (2017). Conditions océanographiques physiques dans le golfe du Saint-Laurent en 2016. Pêches et Océans Canada, Secrétariat canadien de consultation scientifique (Vol. 044). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/Publications/ResDocs-DocRech/2017/2017_044-fra.html>

Gamache-Fortin, S. (2018). Un deuxième été de sécheresse au Bas-Saint-Laurent. *Le Journal de Québec*. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.journaldequebec.com/2018/07/13/un-deuxieme-ete-de-secheresse-au-bas-saint-laurent>

Gauthier, S., Bernier, P. Y., Boulanger, Y., Guo, J., Guindon, L., Beaudoin, A. et Boucher, D. (2015). « Vulnerability of timber supply to projected changes in fire regime in Canada's managed forests ». *Canadian Journal of Forest Research, 45*(11), 1439–1447. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1139/cjfr-2015-0079>

Gauthier, S., Bernier, P., Burton, P.J., Edwards, J., Isaac, K., Isabel, N., Jayen, K., Le Goff, H. et Nelson, E.A. (2014). « Climate change vulnerability and adaptation in the managed Canadian boreal forest ». *Environmental Reviews, 22*(3), 256–285. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1139/er-2013-0064>

Gendron St-Marseille, A.-F., Bourgeois, G., Brodeur, J. et Mimee, B. (2019). « Simulating the impacts of climate change on soybean cyst nematode and the distribution of soybean ». *Agricultural and Forest Meteorology, 264*, 178–187. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.10.008>

Généreux, M., Lansard, A-L., Maltais, D., Gachon, P. (2020). Impacts des inondations sur la santé mentale des Québécois : pourquoi certains citoyens sont-ils plus affectés que d'autres. Institut national de santé publique du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.monclimatmasante.qc.ca/impacts-des-inondations-sur-la-sante-mentale-des-quebecois#:~:text=Ces%20chercheurs%20ont%20d%C3%A9montr%C3%A9%20que,avoir%20eu%20leur%20r%C3%A9sidence%20inond%C3%A9e%20 >

Gervais, M.-C. et Laliberté, C. (2016). Mesures d'adaptation à la chaleur, confort thermique et qualité de l'air intérieur dans l'habitation. Institut national de santé publique du Québec. Consulté en Mai 2022 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2147_adaptation_chaleur_confort_qualite_air.pdf>

Giguere, M. (2009). Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains. Institut national de santé publique du Québec., Québec. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/publications/988>

Girardin, M.P. et Terrier, A. (2015). « Mitigating risks of future wildfires by management of the forest composition: an analysis of the offsetting potential through boreal Canada ». *Climatic Change, 130*(4), 587–601. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1373-7>

Godbout, S., Brassard, P., Pelletier, F., Grenier, M., Grenier, P., Belzile, L., Landry, C., Bolduc, F., Benslimane, O. et Bilodeau, D. (2013). Étude des volumes de précipitation et d'évaporation pour le calcul des structures d'entreposage de fumier dans un contexte de changements climatiques. Rapport scientifique final pour Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://agriclimat.ca/wp-content/uploads/2018/10/2.-Fosse-de-stockage-lisiers.pdf>

Goh, A.H.X. (2012). « A Literature Review of the Gender-Differentiated Impacts of Climate Change on Women's and Men's Assets and Well-Being in Developing Countries ». Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.2499/CAPRiWP106>

Goldmann, E. et Galea, S. (2014). « Mental Health Consequences of Disasters ». *Annual Review of Public Health, 35*(1), 169–183. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182435>

Gonzalez, A., Albert, C., Rayfield, B., Dumitru, M., Dabrowski, A., Bennett, E. M., Cardille, J. et Lechowicz, M. J. (2013). Corridors, biodiversité, et services écologiques : un réseau écologique pour le maintien de la connectivité et une gestion résiliente aux changements climatiques dans l'Ouest des Basses-Terres du Saint-Laurent. Rapport scientifique final pour Ouranos, Université McGill et Centre de la science de la biodiversité du Québec, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportGonzalez2014_EN.pdf>

Gosselin, P. et Bustinza, R. (2014). SUPREME, un outil d'aide à la décision pour les événements extrêmes. *Territoire Incubateur de Santé?, 188*. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ors-idf.org/fileadmin/DataStorageKit/ORS/Etudes/Etude_1538/C_170-171_web_1_.pdf>

Gouvernement du Canada (2017). Fleuve Saint-Laurent : aperçu. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/fleuve-saint-laurent.html>

Gouvernement du Canada (2019). Groupe d'experts sur la finance durable. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/groupe-experts-financement-durable.html>

Gouvernement du Canada (2021). Atlas climatique des glaces sur 30 ans. Consulté en mai 2022 sur le site <https://iceweb1.cis.ec.gc.ca/30Atlas/page1.xhtml>

Gouvernement du Québec (2005). Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://cdpnq.gouv.qc.ca/>

Gouvernement du Québec (2006). L'industrie de la Transformation des produits forestiers - Une présence vitale dans plusieurs municipalités québécoises. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/entreprises/industrie-municipalites.pdf>

Gouvernement du Québec (2012). Le Québec en Action Vert 2020 : Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques. Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.mddep.gouv.qc.ca/changements/plan_action/pacc2020.pdf>

Gouvernement du Québec (2013). Rapport d'évènement : Inondations printanières Montérégie 2011. Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/inondations_monteregie_2011/rapport_evenement_inondations_monteregie.pdf>

Gouvernement du Québec (2016a). La financière agricole du Québec. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.fadq.qc.ca/accueil/>

Gouvernement du Québec (2016b). Politique énergétique 2030 - L'énergie des Québécois, Source de croissance. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://mern.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2016/04/Politique-energetique-2030.pdf>

Gouvernement du Québec (2017a). Guide de préparation du plan de réaménagement et de restauration des sites miniers au Québec. Québec. Consulté en mai 2022 sur le site <https://mern.gouv.qc.ca/mines/restauration/documents/Guide-restauration-sites-miniers_VF.pdf>

Gouvernement du Québec (2017b). La lutte intégrée, une méthode à considérer. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Regions/monteregie/articles/agroenvironnement/Pages/Lutte_integree_methode_a_considerer.aspx>

Gouvernement du Québec (2017c). Ressources et industries forestières du Québec–Portrait statistique–Édition 2017. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://mffp.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/portrait-statistique-2017.pdf>

Gouvernement du Québec (2018a). Inondations du printemps 2017: Bilan et perspectives. Québec.

Gouvernement du Québec. (2018b). Pêches et aquaculture commerciales - Le gouvernement annonce deux nouvelles mesures liées au Plan d'action ministériel. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.newswire.ca/fr/news-releases/peches-et-aquaculture-commerciales---le-gouvernement-annonce-deux-nouvelles-mesures-liees-au-plan-daction-ministeriel-691120321.html>

Gouvernement du Québec (2018c). Portrait économique des régions du Québec - Édition 2018. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.economie.gouv.qc.ca/fileadmin/contenu/documents_soutien/regions/portraits_regionaux/portrait_socio_econo.pdf>

Gouvernement du Québec (2019a). Plan stratégique 2019-2023, Ministère du Tourisme. Ministère du tourisme. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0473-3_1>

Gouvernement du Québec (2019b). Projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/souterraines/programmes/acquisition-connaissance.htm#en-cours>

Gouvernement du Québec (2019c). Propriétaires d'une résidence principale et locataires. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/aidefinanciere_sinistres/guide/guide_proprietaires_locataires_08-05-2019.pdf>

Gouvernement du Québec et Gouvernement du Canada (2011). Entente Canada-Québec sur le Saint-Laurent 2011-2026 (Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026). Consulté en septembre 2020 sur le site <http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/Documents_Entente/Entente_final_fr.pdf>

Gouvernement du Québec et Union des producteurs agricoles du Québec (2011). Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Pages/Details-Publication.aspx?guid=%7Bef205915-94c8-487f-9abf-42fa84b1a0f7%7D>

Grand Conseil de la Nation Waban-Aki. (2015a). Plan d'adaptation aux changements climatiques - 2015. Institut de Développement Durable des Premières Nations du Québec et du Labrador, Wôlinak. Consulté en mai 2022 sur le site <http://www.reperteau.info/public/documents/experiences/reperteau_1225_mpwuuc_01_03_2017_16_12_17.pdf>

Grand Conseil de la Nation Waban-Aki. (2015b). Plan d'adaptation aux changements climatiques - 2015. Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.reperteau.info/public/documents/experiences/reperteau_1225_mpwuuc_01_03_2017_16_12_17.pdf>

Gross, H. L. (1991). « Dieback and growth loss of sugar maple associated with defoliation by the forest tent caterpillar. » *The Forestry Chronicle, 67*(1), 33–42. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.5558/tfc67033-1>

GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat](2014a). Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse, Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. R.K. Pachauri et L.A. Meyer (éd.). GIEC, Genève, Suisse, 161 p. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_fr.pdf>

GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] (2014b). Changements Climatiques 2014 – Incidences, adaptation et vulnérabilité – Résumés, foire aux questions et encarts thématiques. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White (éd.). Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, 201 p. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIAR5-IntegrationBrochure_fr-1.pdf>

GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat]. (2014c). Changements Climatiques 2014 – Incidences, adaptation et vulnérabilité – Résumé à l'intention des décideurs. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea et L.L. White (éd.). Organisation météorologique mondiale, Genève, Suisse, 34 p. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wgII_spm_fr-2.pdf>

GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] (2014d). « Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects ». Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, et L.L.White (éd.), Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, États-Unis. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf>

GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] (2014e). « Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change ». Contribution du Groupe de travail III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K., Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel et J.C. Minx (éd.), Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, États-Unis. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_full.pdf>

Groupe de travail de l'Étude sur l'importance de la nature pour les Canadiens. (2017). Réalisation et utilisation d'une évaluation des services écosystémiques aux fins de prises de décisions : boîte à outils interdisciplinaire à l'intention des gestionnaires et des analystes. Ottawa, ON. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://publications.gc.ca/collections/collection_2017/eccc/En4-295-2016-fra.pdf>

Groupe de travail Suivi de l'état du Saint-Laurent. (2014). Portrait global de l'état du Saint-Laurent 2014. Environnement Canada, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec, Parcs Canada, Pêches et Océans Canada et Stratégies Saint-Laurent, 53p. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/publications/portrait/Portrait_global_2014_150_FR.pdf>

Guay, C., Minville, M. et Braun, M. (2015). « A global portrait of hydrological changes at the 2050 horizon for the province of Québec ». *Canadian Water Resources Journal, 40*(3), 285–302. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/07011784.2015.1043583>

Gubernot, D. M., Anderson, G. B. et Hunting, K. L. (2014). « The epidemiology of occupational heat exposure in the United States: a review of the literature and assessment of research needs in a changing climate ». *International Journal of Biometeorology, 58*(8), 1779–1788. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s00484-013-0752-x>

Guilbert, J., Beckage, B., Winter, J. M., Horton, R. M., Perkins, T., Bomblies, A. et Bomblies, A. (2014). « Impacts of Projected Climate Change over the Lake Champlain Basin in Vermont ». *Journal of Applied Meteorology and Climatology, 53*(8), 1861–1875. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-13-0338.1>

Hachem, S. et Bleau, S. (2020). Impact des changements climatiques sur l'environnement maritime et côtier du Nunavik : synthèse des connaissances. Rapport présenté au ministère des Transports Québec, Montréal, Québec. Consulté en avril 2022 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportHachem2020_FR.pdf?msclkid=9fe84621cfc211eca6435f48f100c963>

Haguma, D. (2013). Gestion des ressources hydriques adaptée aux changements climatiques pour la production optimale d'hydroélectricité. Étude de cas : bassin versant de la Rivière Manicouagan. Université de Sherbrooke. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://savoirs.usherbrooke.ca/handle/11143/6128>

Hayes, K., Blashki, G., Wiseman, J., Burke, S. et Reifels, L. (2018). « Climate change and mental health: risks, impacts and priority actions. » *International Journal of Mental Health Systems, 12*(1), 28. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1186/s13033-018-0210-6>

Hayes, K. et Poland, B. (2018). « Addressing Mental Health in a Changing Climate: Incorporating Mental Health Indicators into Climate Change and Health Vulnerability and Adaptation Assessments. » *International Journal of Environmental Research and Public Health, 15*(9), 1806. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.3390/ijerph15091806>

He, J., Poder, T., Dupras, J. et Enomana, H. J. (2016). La valeur économique de la pêche blanche et des services écosystémiques au lac Saint-Pierre: analyse coûts-avantages des stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Rapport présenté à la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques de Ressources naturelles Canada, au Gouvernement du Québec et à Ouranos. Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, 162p. Consutlé en mai 2022 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/ACA_GLSL_ecosystemes_VF.pdf>

He, J., Dupras, J. et G. Poder, T. (2017). « The value of wetlands in Quebec: a comparison between contingent valuation and choice experiment. » *Journal of Environmental Economics and Policy, 6*(1), 51–78. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/21606544.2016.1199976>

He, S., Kosatsky, T., Smargiassi, A., Bilodeau-Bertrand, M. et Auger, N. (2018). « Heat and pregnancy-related emergencies: Risk of placental abruption during hot weather. » *Environment International, 111,* 295–300. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.11.004>

Hebert, D. (2013). « Trends of temperature, salinity and stratification in the upper ocean for different regions of the Atlantic Canadian shelf », Chapitre 5 dans *Aspects of climate change in the Northwest Atlantic off Canada*, J. W. Loder and G. Han and P.S. Galbraith and J. Chassé et A. van der Baaren (éd.). Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques, 57–72. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.researchgate.net/publication/269809858_Trends_and_variability_in_eastern_Canada_sub-surface_ocean_temperatures_and_implications_for_sea_ice>

Hendrix, C. S. et Haggard, S. (2015). « Global food prices, regime type, and urban unrest in the developing world ». *Journal of Peace Research, 52*(2), 143–157. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1177/0022343314561599>

Henkel, K. E., Dovidio, J. F. et Gaertner, S. L. (2006). « Institutional Discrimination, Individual Racism, and Hurricane Katrina ». *Analyses of Social Issues and Public Policy, 6*(1), 99–124. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1530-2415.2006.00106.x>

Hennigs, R. et Bleau, S. (2017). « State of Climate Change and Adaptation Knowledge for the Eeyou Istchee James Bay Territory ». Rapport présenté au James Bay Advisory Committee on the Environment, Ouranos, Montréal, Québec, 53p. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportEeyouIstchee_EN.pdf>

Herrmann, T. M., Royer, M.-J. S. et Cuciurean, R. (2012). « Understanding subarctic wildlife in Eastern James Bay under changing climatic and socio-environmental conditions: bringing together Cree hunters' ecological knowledge and scientific observations ». *Polar Geography, 35*(3–4), 245–270. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/1088937x.2011.654356>

Hess, J. J., Malilay, J. N. et Parkinson, A. J. (2008). « Climate Change: The Importance of Place ». *American Journal of Preventive Medicine, 35*(5), 468–478. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.amepre.2008.08.024>

Houle, D., Bouffard, A., Duchesne, L., Logan, T. et Harvey, R. (2012). « Projections of Future Soil Temperature and Water Content for Three Southern Quebec Forested Sites ». *Journal of Climate, 25*(21), 7690–7701. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-11-00440.1>

Houle, D., Côté, B., Hughes Power, M., Logan, T., Duchesne, L. et Charron, I. (2015). Analyse des impacts des changements climatiques sur la production de sirop d'érable au Québec et solutions d'adaptation. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportHoule2015_FR.pdf>

Houle, D., Lajoie, G., et Duchesne, L. (2016). « Major losses of nutrients following a severe drought in a boreal forest ». *Nature Plants, 2*(12), 16187. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1038/nplants.2016.187>

Houle, D., Paquette, A., Côté, B., Logan, T., Power, H., Charron, I. et Duchesne, L. (2015). « Impacts of climate change on the timing of the production season of maple syrup in Eastern Canada ». *PLoS ONE, 10*(12). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144844>

Howden-Chapman, P., Matheson, A., Crane, J., Viggers, H., Cunningham, M., Blakely, T., Cunningham, C., Woodward, A., Saville-Smith, K., O'Dea, D., Kennedy, M., Baker, M., Waipara, N., Chapman, R. et Davie, G. (2007). « Effect of insulating existing houses on health inequality: cluster randomised study in the community ». *BMJ, 334*(7591), 460. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1136/bmj.39070.573032.80>

Hristov, A. N., Degaetano, A. T., Rotz, C. A., Hoberg, E., Skinner, R. H., Felix, T., Patterson, P. H., Roth, G., Hall, M., Ott, T. L., Baumgard, L. H., Staniar, W., Hulet, R. M., Dell, C. J., Brito, A. F., et Hollinger, D. Y. (2017). « Climate change effects on livestock in the Northeast US and strategies for adaptation ». *Climatic Change, 146*(1–2), 33–45. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2023-z>

Hydro-Québec (1999). L'aménagement hydroélectrique de la Sainte-Marguerite-3 « En accord avec le milieu ». Consulté en septembre 2020 sur le site <https://web.archive.org/web/20030328200903/http://www.hydroquebec.com:80/sm3/documentation/pdf/SM3_bulletin_f.pdf>

Hydro-Québec (2017). Rapport sur le développement durable 2017. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.hydroquebec.com/data/documents-donnees/pdf/rapport-developpement-durable-2017.pdf>

Hydro-Québec (2018). Rapport sur le développement durable 2018, Une énergie propre à nous. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.hydroquebec.com/data/documents-donnees/pdf/rapport-developpement-durable.pdf>

Hydro-Québec (2019). Plan d'approvisionnement 2020-2029. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://publicsde.regie-energie.qc.ca/projets/529/DocPrj/R-4110-2019-B-0005-Demande-Piece-2019_11_01.pdf>

Hydro-Québec (2020). Interconnexion des Appalaches-Maine. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.hydroquebec.com/projets/interconnexion-appalaches-maine/>

ILEAU (s.d.). Interventions locales en environnement et aménagement urbain. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://ileau.ca>/

Ingénieurs Canada (2016). « PIEVC Engineering Protocol For Infrastructure Vulnerability Assessment and Adaptation to a Changing Climate - Principles and guidelines ». Version PG-10.1

Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador (2015). Impacts des changements climatiques sur onze Premières Nations au Québec, 75. Consulté en mai 2022 sur le site <https://iddpnql.ca/wp-content/uploads/2018/06/Atlas-CC_FINAL_2015.pdf>

Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador (2017). « Portrait of First Nations challenges in terms of infrastructure and emergency management in the face of climate change. Wendake, QC. »

Institut de la statistique du Québec (2012). Vieillir en santé au Québec : Portrait des aînés vivant à domicile en 2009-2010. *Zoom santé, 34.*Consulté en septembre 2020 sur le site <https://statistique.quebec.ca/en/fichier/no-34-vieillir-en-sante-au-quebec-portrait-de-la-sante-des-aines-vivant-a-domicile-en-2009-2010-serie-enquete-sur-la-sante-dans-les-collectivites--canadiennes.pdf>

Institut de la statistique du Québec (2018a). Le Québec chiffres en main. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://statistique.quebec.ca/fr/document/le-quebec-chiffres-en-main>

Institut de la Statistique du Québec (2018b). Mines en chiffres. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://statistique.quebec.ca/fr/document/mines-en-chiffres>

Institut de la statistique du Québec (2020). Les portraits.

Institut national de santé publique du Québec (2006). Portrait de santé du Québec et de ses régions 2006: les analyses - Deuxième rapport national sur l'état de santé de la population du Québec. Gouvernement du Québec, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/546-PortraitSante2006_Analyses.pdf>

Institut national de santé publique du Québec (2014). L'insécurité alimentaire dans les ménages québécois : mise à jour et évolution de 2005 à 2012. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1858_Insecurite_Alimentaire_Quebecois.pdf>

Institut national de santé publique du Québec (2016). Mesures d'adaptation à la chaleur, confort thermique et qualité de l'air intérieur dans l'habitation - Synthèse des connaissances. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/2147_adaptation_chaleur_confort_qualite_air.pdf>

Institut national de santé publique du Québec (2020a). Le vieillissement au Québec. Consulté en mai 2020 sur le site <https://inspq.qc.ca/le-vieillissement-au-quebec>

Institut national de santé publique du Québec (2020b). « Lyme disease. » Consulté en avril 2020 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/en/publications/sujets/maladie-de-lyme>

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). (2010). ÎLOTS DE CHALEUR, Qu'est-ce qu'un îlot de chaleur urbain? Consulté en juillet 2018 sur le site <http://www.monclimatmasante.qc.ca/îlots-de-chaleur.aspx>

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) (2018). Observatoire multipartite québécois sur les zoonoses et l'adaptation aux changements climatiques. Consulté en mai 2018 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/zoonoses/observatoire>

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), Avenir d'enfants et Québec en forme (2018). Observatoire cartographique des environnements liés aux habitudes de vie et à la petite enfance. Consulté en mars 2018 sur le site <http://atlas.quebecenforme.org/geoclip_v3/index.php?#l=fr;v=map1>

International Organization for Migration (2018). « Migration, Climate Change and the Environment - A complex Nexus ». Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.iom.int/complex-nexus#estimates>

International Organization for Migration - Insights from the Global Migration Data Portal (s.d.). « Global migration indicators 2018. » Consulté en septembre 2020 sur le site <http://publications.iom.int/system/files/pdf/global_migration_indicators_2018.pdf>

Jacques, J. (2015). Kizôbak - Portrait climatique. Consulté en août 2018 sur le site <https://curio.ca/fr/emission/kizobak-portrait-climatique-2245/?page=1&order=date>

Jalliffier-Verne, I., Leconte, R., Huaringa-Alvarez, U., Heniche, M., Madoux-Humery, A.-S., Autixier, L., Galarneau, M., Servais, P., Prevost, M. et Dorner, S. (2017). « Modelling the impacts of global change on concentrations of *Escherichia coli* in an urban river. » *Advances in Water Resources, 108*, 450–460. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2016.10.001>

James, T. S., Henton, J. A., Leonard, L. J., Darlington, A., Forbes, D. L. et Craymer, M. (2014). « Relative sea-level projections in Canada and the adjacent mainland United States. » *Geological Survey of Canada*. Open File (Vol. 7737). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.4095/295574>

Jing, Q., Bélanger, G., Qian, B. et Baron, V. (2014). « Timothy yield and nutritive value with a three-harvest system under the projected future climate in Canada. » *Canadian Journal of Plant Science, 94*(2), 213–222. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.4141/cjps2013-279>

Jing, Q., Huffman, T., Shang, J., Liu, J., Pattey, E., Morrison, M., Jego. G. et Qian, B. (2017). « Modelling soybean yield responses to seeding date under projected climate change scenarios. » *Canadian Journal of Plant Science, 1164*(May), 1152–1164. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1139/CJPS-2017-0065>

Jolivel, M. et Allard, M. (2013). « Thermokarst and export of sediment and organic carbon in the Sheldrake River watershed, Nunavik, Canada ». *Journal of Geophysical Research : Earth Surface, 118*, 1729–1745. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1002/jgrf.20119>

Kaiser, D., Tétreault, L.-F., Goudreau, S. et Perron, S. (2016). La climatisation des ménages et la vulnérabilité à la chaleur extrême à Montréal. Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux du Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal. Consulté en mai 2022 sur le site <http://www.santecom.qc.ca/bibliothequevirtuelle/Montreal/9782550765813.pdf?msclkid=8e580932d16011ecb42b9ef5d5e89b26>

Karvonen, A., Rintamäki, P., Jokela, J. et Valtonen, E. T. (2010). « Increasing water temperature and disease risks in aquatic systems: Climate change increases the risk of some, but not all, diseases. » *International Journal for Parasitology, 40*(13), 1483–1488. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2010.04.015>

Kaye, J. P. et Quemada, M. (2017). « Using cover crops to mitigate and adapt to climate change. A review. » *Agronomy for Sustainable Development, 37*(1). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0410-x>

Kellens, W., Terpstra, T. et De Maeyer, P. (2013). « Perception and Communication of Flood Risks: A Systematic Review of Empirical Research. » *Risk Analysis, 33*(1), 24–49. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01844.x>

Kelly, F. J. et Fussell, J. C. (2015). « Air pollution and public health: emerging hazards and improved understanding of risk. » *Environmental Geochemistry and Health, 37*(4), 631–649. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10653-015-9720-1>

Kelly, J., Makar, P. A. et Plummer, D. A. (2012). « Projections of mid-century summer air-quality for North America: effects of changes in climate and precursor emissions. » *Atmospheric Chemistry and Physics, 12*(12), 5367–5390. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.5194/acp-12-5367-2012>

Kenny, G. P., Yardley, J., Brown, C., Sigal, R. J. et Jay, O. (2010). « Heat stress in older individuals and patients with common chronic diseases. » *Canadian Medical Association Journal, 182*(10), 1053–1060. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1503/cmaj.081050>

Kerkhoff, A., Robert-Angers, M. et Latulippe, L. (2019). Inventaire des mesures écofiscales québécoises. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://cffp.recherche.usherbrooke.ca/wp-content/uploads/2019/07/cr_2019-09_inventaire_mesures_ecofiscales_Re%CC%81vise%CC%81-15-07-19.pdf>

King, S., Laplante, D. P., Brunet, A., Dancause, K. N., Grizenko, N., Joober, R. et Schmitz, N. (2020). Projet verglas. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.mcgill.ca/projetverglas/fr/icestorm>

Klima, K. et Morgan, M. G. (2015). « Ice storm frequencies in a warmer climate. » *Climatic Change, 133*(2), 209–222. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1460-9>

Koerth, J., Vafeidis, A. T. et Hinkel, J. (2017). « Household-Level Coastal Adaptation and Its Drivers: A Systematic Case Study Review. » *Risk Analysis, 37*(4), 629–646. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/risa.12663>

Kosatsky, T., Henderson, S. B. et Pollock, S. L. (2012). « Shifts in mortality during a hot weather event in Vancouver, British Columbia: Rapid assessment with case-only analysis. » *American Journal of Public Health, 102*(12), 2367–2371. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.2105/AJPH.2012.300670>

Krstić, G. (2011). « Apparent Temperature and Air Pollution vs. Elderly Population Mortality in Metro Vancouver. » *PLoS ONE, 6*(9), e25101. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025101>

Kuhnlein, H. V. et Receveur, O. (2007). « Local Cultural Animal Food Contributes High Levels of Nutrients for Arctic Canadian Indigenous Adults and Children. » *The Journal of Nutrition, 137*(4), 1110–1114. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1093/jn/137.4.1110>

Laberge Gaudin, V., Receveur, O., Walz, L., Girard, F. et Potvin, L. (2014). « A mixed methods inquiry into the determinants of traditional food consumption among three Cree communities of Eeyou Istchee from an ecological perspective. » *International Journal of Circumpolar Health*, 73. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.3402/ijch.v73.24918>

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières (LDGIZC). (2017). Résilience côtière. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ldgizc.uqar.ca/Web/projets/projet-resilience-cotiere#description-resilience>

Laboratoire sur l'agriculture urbaine (AU/LAB) (2021). Cultive ta ville. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://cultivetaville.com/fr/>

Labrèche, F., Duguay, P., Ostiguy, C., Boucher, A., Roberge, B., Peters, C. E. et Demers, P. A. (2013). « Estimating occupational exposure to carcinogens in Quebec. » *American Journal of Industrial Medicine, 56*(9), 1040–1050. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1002/ajim.22200>

Lachance-Cloutier, S., Noel, P., Ricard, S. et Turcotte, R. (2015). Atlas hydroclimatique du Québec méridional - Impacts des changements climatiques sur les régimes de crue, d'étiage et d'hydraulicité à l'horizon 2050. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/atlas/atlas_hydroclimatique.pdf>

Lachance-Cloutier, S., Ricard, S., Malenfant, C. et Cyr, J.-F. (2018). Document d'accompagnement de l'Atlas hydroclimatique. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.cehq.gouv.qc.ca/atlas-hydroclimatique/doc-accompagnement.pdf>

Laferriere, K. et Crighton, E. J. (2017). « During pregnancy would have been a good time to get that information": mothers' concerns and information needs regarding environmental health risks to their children. » *International Journal of Health Promotion and Education, 55*(2), 96–105. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/14635240.2016.1242376>

Laflamme, L. (2014). La sécurité alimentaire selon la perspective d'Inuit du Nunavik. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/25078/1/30700.pdf>

Laforest, B. J., Hébert, J. S., Obbard, M. E. et Thiemann, G. W. (2018). « Traditional Ecological Knowledge of Polar Bears in the Northern Eeyou Marine Region, Québec, Canada + Supplementary Appendix 1 (See Article Tools). » *ARCTIC, 71*(1), 40. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.14430/arctic4696>

Lafrance, G., Silva, L. Da et Desjarlais, C. (2016). Impact des changements climatiques sur la demande d'énergie. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.reval.2011.03.006>

Lagadec, A. (2017). Portrait de la problématique - Inondation de la rivière Sainte-Anne à Saint-Raymond. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://drive.google.com/file/d/1ajT1il-B7LnI5X3EOdZ0K_gYh3jrmSTr/view>

Lajoie, G., Houle, D. et Blondlot, A. (2018). Impacts des feux de forêt sur le secteur forestier québécois dans un climat variable et en évolution. Montréal. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/Rapport-Feux-Forêt_2017.pdf>

Lamalice, A., Avard, E., Coxam, V., Herrmann, T. et Desbiens, C. (2016). Soutenir la sécurité alimentaire dans le Grand Nord : projets communautaires d'agriculture sous serre au Nunavik et au Nunavut. *Santé Des Inuit, 40*(1). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.7202/1040149ar>

Lamarre, P. et Galarneau, M. (2011). Évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques des réseaux de types combiné, pseudo-séparatif et pluvial du bassin tributaire de l'ouvrage de surverse BELGRAND à Laval. *Infra 2011*, *17,* 28 p. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ceriu.qc.ca/bibliotheque/etude-cas-reseau-pluvial-ville-laval>

Lamond, J. E., Joseph, R. D. et Proverbs, D. G. (2015). « An exploration of factors affecting the long term psychological impact and deterioration of mental health in flooded households. » *Environmental Research, 140*, 325–334. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.04.008>

Landry, Asselin et Lévesque. (2019). « Link to the Land and Mino-Pimatisiwin (Comprehensive Health) of Indigenous People Living in Urban Areas in Eastern Canada. » *International Journal of Environmental Research and Public Health, 16*(23), 4782. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.3390/ijerph16234782>

Lane, K., Charles-Guzman, K., Wheeler, K., Abid, Z., Graber, N. et Matte, T. (2013). « Health effects of coastal storms and flooding in urban areas: A review and vulnerability assessment. » *Journal of Environmental and Public Health,* 2013. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1155/2013/913064>

Lapointe, D., Sarrasin, B. et Guillemard, A. (2015). Changements climatiques et mise en tourisme du fleuve St-Laurent au Québec. *VertigO, 23*(Hors-série 23). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.4000/vertigo.16575>

Lapointe, M., Boisclair, D., Bergeron, N. E., Curry, R. A., MacQuarrie, K. K., St-Hilaire, A. A., Mc Kenzie, J., et Cunjak, R. R. A. (2013). « Critical thermal refugia for Atlantic salmon and brook trout populations of eastern Canadian rivers ». Extrait du Rapport scientifique final pour Ouranos et le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportLapointe2013_EN.pdf>

Larivière, V. (2011). La vulnérabilité et l'adaptation aux changements climatiques: Une étude de cas à Kuujjuarapik et Whapmagoostui. Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec. Consulté en mai 2022 sur le site <https://archipel.uqam.ca/4345/1/M12163.pdf>

Larrivée, C., Sinclair-Désgagné, N., Da Silva, L., Revéret, J. P. P. et Desjarlais, C. (2015). Évaluation des impacts des changements climatiques et de leurs coûts pour le Québec et l'État québécois. Rapport d'étude préparé pour le Bureau de projet des changements climatiques, Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en mai 2022 sur le site <https:/www.environnement.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/evatuation-impacts-cc-couts-qc-etat.pdf>

Larrivée, C., Desjarlais, C., Roy, R., et Audet, N. (2016). Étude économique régionale des impacts potentiels des bas niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent dus aux changements climatiques et des options d'adaptation. Rapport soumis à la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques de Ressources naturelles Canada et au gouvernement du Québec, Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/ACA-GLSL_Synthese_2016_FR.pdf>

Lavallée, C. (2013). Impact de l'augmentation du couvert ligneux érigé et d'un réchauffement expérimental sur la productivité d'*Empetrum nigrum L.*, *Vaccinium uliginosum L* et *V. Vitis-idea L.*, à Kanigsujuaq et Kangisualujjuaq (Nunavik). Mémoire de maitrîse, Université du Québec à Trois-Rivières. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://depot-e.uqtr.ca/6961/1/030596152.pdf>

Laverdière, É., Généreux, M., Gaudreau, P., Morais, J. A., Shatenstein, B. et Payette, H. (2015). « Prevalence of risk and protective factors associated with heat-related outcomes in Southern Quebec: A secondary analysis of the NuAge study. » *Canadian Journal of Public Health, 106*(5), e315–e321. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.17269/cjph.106.5029>

Laverdière, É., Payette, H., Gaudreau, P., Morais, J. A., Shatenstein, B. et Généreux, M. (2016). « Risk and protective factors for heat-related events among older adults of Southern Quebec (Canada): The NuAge study. » *Canadian Journal of Public Health, 107*(3), 258. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.17269/cjph.107.5599>

Lavoie, C., Jodoin, Y. et de Merlis, A. G. (2007). « How Did Common Ragweed *(Ambrosia Artemisiifolia L.)* Spread in Québec? A Historical Analysis Using Herbarium Records. » *Journal of Biogeography, 34*(10), 1751–1761. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.jstor.org/stable/4640642>

Le Corre, M. (2016). Influence du climat, de la disponibilité des ressources et de la taille des populations sur la phénologie et les patrons de migration du caribou migrateur, *Rangifer tarandus*. Thèse de Doctorat, Université Laval. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.caribou-ungava.ulaval.ca/fileadmin/documents/Documents_pour_diffusion/TheseMael_finale.pdf>

Le Corre, M, Dussault, C. et Côté, S. D. (2016). « Weather conditions and variation in timing of spring and fall migrations of migratory caribou. » *Journal of Mammalogy*, *1*(98). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyw177>

Le Journal de Montréal (2019). Bilan de la Sécurité publique: 7060 résidences inondées et 10 382 personnes évacuées. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.journaldemontreal.com/2019/05/01/bilan-de-la-securite-publique-7053-residences-inondees-au-quebec>

Lease, N., Pichette, A. et Chaumont, D. (2009). Projet d'étude sur l'adaptation aux changements climatiques du secteur de la pomme au Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportLease2009_FR.pdf>

Lebel, G., Busque, D., Therrien, M., Walsh, P., Paradis, J., Brault, M.-P. et Canuel, M. (2012). Bilan de la qualité de l'air au Québec en lien avec la santé, 1975-2009. Institut national de santé publique du Québec. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1432_BilanQualiteAirQcLienSante1975-2009.pdf>

Lebel, G., Dubé, M. et Bustinza, R. (2019). Surveillance des impacts des vagues de chaleur extrême sur la santé au Québec à l'été 2018. Institut national de santé publique du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/bise/surveillance-des-impacts-des-vagues-de-chaleur-extreme-sur-la-sante-au-quebec-l-ete-2018>

Leblond, D. et Couture, M. (2017). Fiche: Living lab en adaptation aux changements climatiques pour les PME touristiques des Laurentides. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/programme/tourisme/>

Leblond, M., St-Laurent, M.-H. et Côté, S. D. (2016). « Caribou, water, and ice – fine-scale movements of a migratory arctic ungulate in the context of climate change. » *Movement Ecology, 4*(1), 14. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1186/s40462-016-0079-4>

Leconte, R., Brissette, F., De, É., Caya, D. et De, É. (2017). Climhydro-2 : stratégies d'adaptation des compagnies d'hydroélectricité canadiennes face aux changements climatiques Rapport final, projet 50003 presenté à Ouranos et le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportLeconte2017-Fr.pdf>

Legault, S., Plouffe-Leboeuf, A., Houle, D., Blondlot, A., Chase, L., Kuehn, D. et Perkins, T. (2018). Production de sirop d'érable face aux changements climatiques: Perceptions des acériculteurs du Canada et des États-Unis. Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportSirop2018.pdf>

Legault, S., Houle, D., Plouffe, A., Ameztegui, A., Kuehn, D., Chase, L., Blondlot, A. et Perkins, T. D. (2019). « Perceptions of U.S. and Canadian maple syrup producers toward climate change, its impacts, and potential adaptation measures. » *PLOS ONE, 14*(4), e0215511. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215511>

Lemay, M.-A. (2017). Modélisation de l'avancée des espèces arbustives dans la région d'Umiujaq, Nunavik. Mémoire de Maîtrise, Université Laval. Consulté en mai 2022 sur le site <https://corpus.ulaval.ca/jspui/handle/20.500.11794/27677>

Lemieux, C., Doré, G. et Bilodeau, P. (2018). Programme Arquluk : Résultats de cinq années de recherche en ingénierie du pergélisol. *Via Bitume*, 13–14. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://arquluk.gci.ulaval.ca/fileadmin/arquluk/documents/Articles/ViaBitume2018-07_Lemieux-etAl_Arquluk.pdf>

Les OBV du Québec. (2017). Mesures d'adaptation individuelles aux inondations : l'exemple de citoyens de Saint-Raymond. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.youtube.com/watch?v=9bch4mf_j_o&feature=youtu.be>

Lever-Tracy, C. (2008). « Global warming and sociology. » *Current Sociology, 56*(3). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1177/0011392107088238>

Levesque, B., Messier, V., Bonnier-Viger, Y., Couillard, M., Cote, S., Ward, B. J., Libman, M. D., Gingras, S., Dick, D. et Dewailly, E. (2007). « Seroprevalence of zoonoses in a Cree community (Canada). » *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease, 59*(3), 283–286. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2007.06.002>

Lévesque, E., Hermanutz, L. et Gérin-Lajoie, J. (s.d.). « Trends in vegetation dynamics and impacts on berry production. In Vegetation Cover and Berry Productivity. » Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.mun.ca/geog/people/faculty/Chapter_8.pdf>

Levesque, K. R., Fortin, M. et Mauffette, Y. (2002). « Temperature and food quality effects on growth, consumption and post-ingestive utilization ef.ciencies of the forest tent caterpillar *Malacosoma disstria* (Lepidoptera: Lasiocampidae). » *Bulletin of Entomological Research, 92*(02), 127–136. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1079/BER2002153>

Levi, M., Kjellstrom, T. et Baldasseroni, A. (2018). « Impact of climate change on occupational health and productivity: a systematic literature review focusing on workplace heat. » *La Medicina Del Lavoro, 109*(3), 163–179. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/https://doi.org/10.23749/mdl.v109i3.6851>

Levison, J., Larocque, M. et Ouellet, M. A. (2014). « Modeling low-flow bedrock springs providing ecological habitats with climate change scenarios. » *Journal of Hydrology, 515*, 16–28. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.04.042>

Leyva, E. W. A., Beaman, A. et Davidson, P. M. (2017). « Health Impact of Climate Change in Older People: An Integrative Review and Implications for Nursing. » *Journal of Nursing Scholarship, 49*(6), 670–678. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/jnu.12346>

L'Hérault, E., Allard, M., Carbonneau, A.-S., Doyon-Robitaille, J., Lachance, M.-P., Ducharme, M.-A., Larrivée, K., Grandmont, K. et Lemieux, C. (2013). Production de cartes prédictives des caractéristiques du pergélisol afin de guider le développement de l'environnement bâti pour huit communautés du Nunavik. Rapport final, Centre d'études nordiques, Université Laval, Québec, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportAllard2013_FR.pdf>

Li, G., Zhang, X., Cannon, A. J., Murdock, T., Sobie, S., Zwiers, F., Anderson, K. et Qian, B. (2018). « Indices of Canada's future climate for general and agricultural adaptation applications. » *Climatic Change, 148*(1–2), 249–263. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2199-x>

Liu, G. T., Dancause, K. N., Elgbeili, G., Laplante, D. P. et King, S. (2016). « Disaster-related prenatal maternal stress explains increasing amounts of variance in body composition through childhood and adolescence: Project Ice Storm. » *Environmental Research, 150*, 1–7. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.04.039>

Living lab Laurentides (2018). Living lab Laurentides, adaptation aux changements climatiques en tourisme. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.livinglablaurentides.com/living-lab>

Loder, J. W., van der Baaren, A. et Yashayaev, I. (2015). « Climate change projections for the Northwest Atlantic from six CMIP5 Earth System Models. » *Atmosphere-Ocean*, 53:5, 529-555, Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/07055900.2015.1087836>

Long, Z., Perrie, W., Chassé, J., Brickman, D., Guo, L., Drozdowski, A. et Hu, H. (2016). « Impacts of Climate Change in the Gulf of St. Lawrence. » *Atmosphere-Ocean, 54*(3), 337–351. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/07055900.2015.1029869>

Longchap, B. et Bell, S. (2018). L'éveil culturel passe aussi par le tannage de peau d'orignal à Waswanipi. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ici.radio-canada.ca/espaces-autochtones/1094073/autochtones-cris-eveil-culture-tannage-peaux-orignal-waswanipi>

Lowe, A.-M., Simon, A. et Ravel, A. (2014). Les zoonoses au Nunavik et leur évolution liée aux changements climatiques. Institut national de santé publique du Québec. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1887_Zoonoses_Nunavik.pdf>

Lowe, D., Ebi, K. L. et Forsberg, B. (2013). « Factors Increasing Vulnerability to Health Effects before, during and after Floods. » *International Journal of Environmental Research and Public Health, 10*(12), 7015–7067. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.3390/ijerph10127015>

Lussier, I. (2017). Impact de l'arbustation récente sur l'abondance et la productivité de vaccinium uglinosum, vaccinium vitis-idea et empetrum nigrum à Umiujaq (Nunavik). Université du Québec à Trois-Rivières. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://depot-e.uqtr.ca/8372/1/031930104.pdf>

Lynn, K., Daigle, J., Hoffman, J., Lake, F., Michelle, N., Ranco, D., Viles, C., Voggesser, G. et Williams, P. (2013). « The impacts of climate change on tribal traditional foods. » *Climatic Change, 120*, 545–556. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0736-1>

Mailhot, A., Beauregard, I., Talbot, G., Caya, D. et Biner, S. (2012). « Future changes in intense precipitation over Canada assessed from multi-model NARCCAP ensemble simulations. » *International Journal of Climatology, 32*(8), 1151–1163. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1002/joc.2343>

Mailhot, A., Bolduc, S., Talbot, G. et Khedhaouiria, D. (2014). Gestion des eaux pluviales et changements climatiques. Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique et Centre eau terre environnement. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportMailhot2014_FR.pdf>

Mailhot, A., Bolduc, S. et Talbot, G. (2018). Révision des critères de conception des ponceaux pour des bassins de drainage de 25km$^2$ et moins dans un contexte de changements climatiques (CC06.1). Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique et Centre eau terre environnement. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1220191.pdf>

Mallory, C. D. et Boyce, M. S. (2017). « Observed and predicted effects of climate change on Arctic caribou and reindeer. » *Environmental Reviews, 26*(13), 13–25. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1139/er-2017-0032>

Maltais, D. (2007). Les personnes âgées de la Montérégie et la tempête de verglas de janvier 1998. *Vie et Vieillissement, 6*(2), 31–37. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=20028668>

Maltais, D. (2016). Personnes âgées ayant des incapacités et désastres naturels : vulnérabilité des aînés et post-trauma. *Développement Humain, Handicap et Changement Social, 22*(1), 119–130. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ripph.qc.ca/wp-content/uploads/2020/02/revue_aines_P-1-130.pdf#page=121>

Maltais, D., Lachance, L., Fortin, M., Lalande, G., Robichaud, S., Fortin, C. et Simard, A. (2000). L'état de santé psychologique et physique des sinistrés des inondations de juillet 1996 : étude comparative entre sinistrés et non sinistrés. *Santé Mentale Au Québec, 25*(1), 116. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.7202/013027ar>

Marie, G., Bernatchez, P., Fraser, C., Touchette, M. Papageorges, S. Coulombe, D., Arsenault, E., Friesinger, S., Sauvés, P. et Lapointe-St-Pierre, M. (2017). L'adaptation aux aléas côtiers dans un contexte de changements climatiques : portrait des besoins exprimés et des outils proposés à l'échelle des MRC de l'Est-du-Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ldgizc.uqar.ca/Web/docs/default-source/default-document-library/portrait_besoins_outils_est_qc.pdf?sfvrsn=e675afb5_0>

Masozera, M., Bailey, M. et Kerchner, C. (2007). « Distribution of impacts of natural disasters across income groups: A case study of New Orleans. » *Ecological Economics, 63*(2–3), 299–306. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.06.013>

Massé, R. et Desbiens, F. (2017). La pauvreté et les inégalités sociales, de graves menaces à la santé des populations - Mémoire des directeurs de santé publique de Montréal et de la Capitale-Nationale. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://santemontreal.qc.ca/fileadmin/user_upload/Uploads/tx_asssmpublications/pdf/publications/Memoire-pauvrete_final-20170630.pdf>

Mavrogianni, A., Wilkinson, P., Davies, M., Biddulph, P. et Oikonomou, E. (2012). « Building characteristics as determinants of propensity to high indoor summer temperatures in London dwellings. » *Building and Environment, 55*, 117–130. Consulté en mai 2022 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.12.003>

Mayer-Jouanjean, I. et Bleau, N. (2018). Historique des sinistres d'inondations et d'étiages et des conditions météorologiques associées. Rapport présenté à Environnement et Changements climatique Canada, au Gouvernement du Québec et à Ouranos. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportMayerJouanjean2018.pdf>

McAvoy, T., Régnière, J., St-Amant, R., Schneeberger, N. et Salom, S. (2017). « Mortality and Recovery of Hemlock Woolly Adelgid (*Adelges tsugae*) in Response to Winter. » *Temperatures and Predictions for the Future. Forests, 8*(12), 497. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.3390/f8120497>

McManus, K. M., Morton, D. C., Masek, J. G., Wang, D., Sexton, J. O., Nagol, J. R., Ropars, P. et Boudreau, S. (2012). « Satellite-based evidence for shrub and graminoid tundra expansion in northern Quebec from 1986 to 2010. » *Global Change Biology, 18*(7), 2313–2323. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02708.x>

Meckbach, G. (2018). « Where Canada sits with overland flood insurance. » *Canadian undewriter*. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.canadianunderwriter.ca/insurance/canada-sits-overland-flood-insurance-1004132703/>

Mehiriz, K. et Gosselin, P. (2016). « Municipalities' preparedness for weather hazards and response to weather warnings. » *PLoS ONE, 11*(9), 1–17. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163390>

Mehiriz, K. et Gosselin, P. (2017). Évaluation du projet pilote d'alertes téléphoniques automatisées pour les personnes vulnérables à la chaleur et au smog. Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre Environnement, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://espace.inrs.ca/6285/>

Mehiriz, K., Gosselin, P., Tardif, I. et Lemieux, M.-A. (2018). « The Effect of an Automated Phone Warning and Health Advisory System on Adaptation to High Heat Episodes and Health Services Use in Vulnerable Groups—Evidence from a Randomized Controlled Study. » *International Journal of Environmental Research and Public Health, 15*(8), 1581. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.3390/ijerph15081581>

Melles, S. J., Chu, C., Alofs, K. M. et Jackson, D. A. (2015). « Potential spread of Great Lakes fishes given climate change and proposed dams: an approach using circuit theory to evaluate invasion risk. » *Landscape Ecology*. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10980-014-0114-z>

Messier, V., Lévesque, B., Proulx, J.-F., Rochette, L., Libman, M. D., Ward, B. J., Serhir, B., Couillard, M., Orgden, N. H., Dewailly, É., Hubert, B., Déry, S., Barthe, C., Murphy, D. et Dixon, B. (2009). « Seroprevalence of Toxoplasma gondii Among Nunavik Inuit (Canada). » *Zoonoses and Public Health, 56*(4), 188–197. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2008.01177.x>

Millien, V. (2013). Effets combinés de la fragmentation de l'habitat et des changements climatiques sur les espèces invasives : micromammifères hôtes et tique vectrice de la bactérie responsable de l'expansion de la maladie de Lyme au Québec. Rapport final présenté à Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportMillien2014_FR.pdf>

Milot, N., Létourneau, A. et Lepage, L. (2015). La gestion de l'eau par bassin versant au Québec : d'une théorie à sa pratique par les acteurs locaux. *Territoire En Mouvement*, 25–26. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.4000/tem.2803>

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (2014). Portrait sommaire de l'industrie laitière québécoise. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/portraitindustrielaitiere.pdf>

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (2018). Politique bioalimentaire 2018-2025. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/PolitiqueBioalimentaire.pdf>

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (2021). Prime-Vert. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/md/programmesliste/agroenvironnement/Pages/Prime-Vert.aspx>

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2017a). Manuel de calcul et de conception des ouvrages municipaux de gestion des eaux pluviales. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/2976705>

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2017b). Détermination des aires de protection des prélèvements d'eau souterraine et des indices de vulnérabilité DRASTIC - Guide technique. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/drastic/guide.pdf>

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2018). Statistiques annuelles des jours de mauvaise qualité de l'air. Consulté en mars 2018 sur le site <http://www.environnement.gouv.qc.ca/air/info-smog/portrait/stats-jours-mauvaise-qualite-air.htm>

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2019). Projet INFO-Crue. Consulté en octobre 2019 sur le site <https://www.cehq.gouv.qc.ca/zones-inond/info-crue/index.htm>

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec (2021a). Eau potable. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/index.htm>

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec (2021b). Lois et règlements – Milieux humides et hydriques. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/lois-reglements.htm>

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec (2021c). Les changements climatiques et l'évaluation environnementale – Guide à l'intention de l'initiateur de projet. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.environnement.gouv.qc.ca/evaluations/directive-etude-impact/guide-intention-initiateur-projet.pdf>

Ministère de la Santé et des Services sociaux (2017). Changements climatiques: Vulnérabilité et adaptation des immeubles. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2017/17-610-03W.pdf>

Ministère de la sécurité publique du Québec (s.d.). Vigilance : Surveillance de la crue des eaux. Consulté en mars 2021 sur le site <https://geoegl.msp.gouv.qc.ca/adnv2/>

Ministère de la sécurité publique du Québec (2014). Politique québécoise de sécurité civile 2014-2024 – Vers une société québécoise plus résiliente aux catastrophes. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/publications/politique_2014-2024/politique_securite_civile_2014-2024.pdf>

Ministère de la sécurité publique du Québec (2017). Inondations du printemps 2017 - Bilan et perspectives. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/3236440>

Ministère de la sécurité publique du Québec (2018a). Carte des îlots de chaleur urbains du sud du Québec. Consulté en juillet 2018 sur le site <https://geoegl.msp.gouv.qc.ca/gouvouvert/?id=1c848b5a22>

Ministère de la sécurité publique du Québec (2018b). Plan d'action en matière de sécurité civile relatif aux inondations. Consulté en août 2021 sur le site <https://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/inondation/Plan_action_inondations.pdf>

Ministère de la sécurité publique du Québec (2021). Aide financière et indemnisation lors d'une inondation ou d'un sinistre. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.quebec.ca/securite-situations-urgence/obtenir-aide-sinistre>

Ministère des affaires municipales et de l'Habitation (2019). Inondations printanières 2019 - Zone d'intervention spéciale. Consulté en janvier 2020 sur le site <https://www.mamh.gouv.qc.ca/ministere/inondations-printanieres-2019-zone-dintervention-speciale/>

Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation du Québec (2019). Rapport annuel de gestion 2018-2019. Consulté en janvier 2020 sur le site <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/affaires-municipales/publications-adm/documents/ministere/RAG-2018-2019.pdf?1575479094>

Ministère des Affaires municipales et Occupation du Territoire (2014). Ouvrages de surverse et stations d'épuration: Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2013. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/ouvrages-municipaux/omaeu-mamot/2013.pdf>

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (2021). Zones de végétation, domaines bioclimatiques et régions écologiques du Québec. Consulté en février 2022 sur le site <https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/inventaire/CA_zones_domaines_regions_ecologiques.pdf>

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (2018a). Inventaire du troupeau de caribous migrateurs de la rivière George. Québec.

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (2018b). Limites de prise, de possession et de longueur. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://mffp.gouv.qc.ca/publications/enligne/faune/reglementation-peche/regles-generales/limites-prises-possession-taille.asp>

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (2018c). Bilan quinquennal de l'aménagement durable des forêts 2013-2018 - Adaptation aux changements climatiques. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/amenagement/reddition-comptes/FT30_AdaptationChangementsClimatiques.pdf>

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (2021). Projet, Stratégie d'adaptation de la gestion et de l'aménagement des forêts aux changements climatiques. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://mffp.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/10-2021-Projet-strategie-adaptation-forets-changements-climatiques.pdf>

Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (2017). Manuel de conception des ponceaux. Direction des structures, Ministère des transports, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www3.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/produits/ouvrage_routier/guides/guide21.en.html>

Ministère des transports du Québec (2021). Avantage Saint-Laurent. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/ministere/role_ministere/avantage-st-laurent/Documents/avantage-st-laurent.pdf>

Ministère du Développement durable de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2018). La qualité de l'eau et les usages récréatifs. Consulté en août 2018 sur le site <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/recreative/causes.htm>

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2002). L'eau, la vie, l'avenir - Politique nationale de l'eau. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/42450?docref=1dneFoo3rKqAM3AlTjrbZg>

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2012). Stratégie de protection et de conservation des sources destinées à l'alimentation en eau potable. Consulté en novembre 2021 sur le site <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/strategie/strategie.pdf>

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2014a). Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rapport-eau/rapport-eau-2014.pdf>

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2014b). Bilan de la qualité de l'eau potable au Québec 2010–2014. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/bilans/bilan-qualite2010-2014.pdf>

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2015). Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables - Guide d'interprétation. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/guide-interpretationPPRLPI.pdf>

Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2017). Rapport d'analyse environnementale de la demande de soustraction à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement du projet de protection et de réhabilitation du littoral de l'Anse du Sud sur le territoire de la Ville de Percé. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/evaluations/decret/2017/699-2017-rae.pdf>

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2018a). Gestion intégrée des ressources en eau par bassins versants. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/gire-bassins-versants.htm>

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2018b). L'eau au Québec: une ressource à protéger. Consulté en août 2018 sur le site <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/inter.htm>

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2018c). Le Saint-Laurent. Consutlé en septembre 2018 sur le site <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/fleuve.htm>

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2018d). Stratégie québécoise de l'eau 2018-2030. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/strategie-quebecoise>

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre leschangements climatiques - Expertise hydrique et barrages (2018a). Atlas hydroclimatique du Québec méridional. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.cehq.gouv.qc.ca/atlas-hydroclimatique/EtiagesEstivaux/Q7min2E.htm>

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques - Expertise hydrique et barrages (2018b). Principales mesures découlant de la Loi et du Règlement sur la sécurité des barrages.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (2012). Stratégie gouvernementale d'adaptation aux changements climatiques 2013-2020. (de l'Environnement et des P. Ministère du Développement durable, Ed.). Québec: Gouvernement du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/plan_action/stategie-adaptation2013-2020.pdf>

Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Solidarité sociale (2021). Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et favorisant une meilleure gouvernance de l'eau et des milieux associés. Consulté en novembre 2021 sur le site <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cs/C-6.2>

Minville, M., Krau, S., Brissette, F. et coll Leconte, R. (2010). « Behaviour and Performance of a Water Resource System in Québec (Canada) Under Adapted Operating Policies in a Climate Change Context. » *Water Resources Management, 24*(7), 1333–1352. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s11269-009-9500-8>

Mitchell, M. G. E., Bennett, E. M. et Gonzalez, A. (2014). « Forest fragments modulate the provision of multiple ecosystem services. » *Journal of Applied Ecology, 51*(4), 909–918. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12241>

Mitchell, M. G. E., Bennett, E. M., Gonzalez, A., Lechowicz, M. J., Rhemtulla, J. M., Cardille, J.A., Vanderheyden, K., Poirier-Ghys, G., Renard, D., Delmotte, S., Albert, C.H., Rayfield, B., Dumitru, M., Huang, H.-H., Larouche, M., Liss, K., Maguire, D.Y., Martins, K.T., Terrado, M., Ziter, C., Taliana, L., and Dancose, K.( (2015). « The Montérégie Connection : linking landscapes, biodiversity, and ecosystem services to improve decision making. » *Ecology and Society, 20*(4). Consulté en mai 2022 sur le site <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07927-200415>

Modarres, R., Ouarda, T. B. M. J., Vanasse, A., Orzanco, M. G. et Gosselin, P. (2014). «Modeling climate effects on hip fracture rate by the multivariate GARCH model in Montreal region, Canada. » *International Journal of Biometeorology, 58*(5), 921–930. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s00484-013-0675-6>

Molico, M. (2019). Étudier les impacts économiques des changements climatiques. Banque du Canada. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.banqueducanada.ca/2019/11/etudier-impacts-economiques-changements-climatiques/?_ga=2.102096641.163620943.1582065464-794710513.1581445819>

Monette, A., Sushama, L., Khaliq, M. N., Laprise, R. et Roy, R. (2012). Projected changes to precipitation extremes for northeast Canadian watersheds using a multi-RCM ensemble. *Journal of Geophysical Research Atmospheres, 117*(13), 1–15. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1029/2012JD017543,2012>

Monticone, K. (2017). Les corridors écologiques: une stratégie d'adaptation aux changements climatiques. Montreal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/FicheMonticone2017_FR.pdf>

Moosa, C. S. et Tuana, N. (2014). « Mapping a Research Agenda Concerning Gender and Climate Change: A Review of the Literature. » *Hypatia, 29*(3), 677–694. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/hypa.12085>

Morency, P., Voyer, C., Burrows, S. et Goudreau, S. (2012). « Outdoor Falls in an Urban Context: Winter Weather Impacts and Geographical Variations. » *Canadian Journal of Public Health / Revue Canadienne de Santé Publique, 103*(3), 218–222. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6973695/pdf/41997_2012_Article_BF03403816.pdf>

Morissette, R. et Jégo, G. (2016). Modélisation appliquée : Évaluation des effets des changements climatiques sur la croissance de la pomme de terre. Dans Centre de recherche et de développement de Québec, AAC Séminaire du 1er décembre 2016.

Morneau, F., Bourque, A., Larrivée, C. et Audet, N. (2014). L'exposition des rives et des zones côtières du Saint-Laurent aux risques hydroclimatiques. Rapport soumis à la Communauté métropolitaine de Québec, Consortium Ouranos, 56p.

Morse, B. et Turcotte, B. (2015). Réduction du risque d'inondations causées par les glaces de la rivière Sainte-Anne à Saint-Raymond Phase II : Suivi hivernal et spécification des mesures possibles. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.capsa-org.com/images/partenaires/cr/rapport_phaseii_finale.pdf>

Morse, B. et Turcotte, B. (2018). Risque d'inondations par embâcles de glaces et estimation des débits hivernaux dans un contexte de changements climatiques (volet A). Université Laval. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportMorse2018.pdf>

Moulton, R. J., et Cuthbert, D. R. (2000). « Cumulative Impacts/Risk Assessment of Water Removal or Loss from the Great Lakes-St. Lawrence River System ». *Canadian Water Resources Journal, 25*(2), 181–208. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://doi.org/10.4296/cwrj2502181>

Mousseau, N. (2012). Le défi des ressources minières. Éditions MultiMondes. Québec.

Muscedere, J. et Heckman, G. (2019). Changements climatiques : des aînés en danger. *La Presse*. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.lapresse.ca/debats/opinions/201907/26/01-5235291-changements-climatiques-des-aines-en-danger.php>

Music, B., Frigon, A., Lofgren, B., Turcotte, R. et Cyr, J.-F. (2015). « Present and future Laurentian Great Lakes hydroclimatic conditions as simulated by regional climate models with an emphasis on Lake Michigan-Huron. » *Climatic Change, 130*(4), 603–618. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1348-8>

Myers-Smith, I. H., Elmendorf, S. C., Beck, P. S. A., Wilmking, M., Hallinger, M., Blok, D., Tape, K. D., Raybeck, S. A., Macias-Fauria, M., Forbes, B. C., Speed, J. D. M., Boulanger-Lapointe, N., Rixen, C., Lévesque, E., Schmidt, N. M., Baittinger, C., Trant, A. J., Hermanutz, L., Collier, L. S., Dawes, M. A., Lantz, T. C., Weijers, S., Jørgensen, R. H., Buchwal, A., Buras, A., Naito, A. T., Ravolainen, V., Schaepman-Strub, G., Wheeler, J. A., Wipf, S., Guay, K. C., Hik, D. S. et Vellend, M. (2015). « Climate sensitivity of shrub growth across the tundra biome. » *Nature Climate Change, 5*(9), 887–891. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1038/nclimate2697>

Nature Québec (s.d.). Milieux de vie en santé. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://milieuxdevieensante.org/>

Neidell, M. (2009). « Information, Avoidance Behavior, and Health. » *Journal of Human Resources, 44*(2), 450–478. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.3368/jhr.44.2.450>

Ngom, R., Gosselin, P. et Blais, C. (2016). « Reduction of disparities in access to green spaces: Their geographic insertion and recreational functions matter. » *Applied Geography, 66*, 35–51. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.11.008>

Nicolle-Mir, L. (2017). « Atmospheric pollution and childhood asthma: vast Quebec study of incidents. » *Environnement Risques & Sante, 16*(2). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1684/ers.2017.0978>

Nieboer, E., Dewailly, E., Johnson-Down, L., Sampasa-Kanyinga, H., Château-Degat, M.-L., Egeland, G. M., Atikessé, L., Robinson, E. et Torrie, J. (2013). « Nituuchischaayihtitaau Aschii Multi-community Environment-and-Health Study in Eeyou Istchee 2005- 2009: Final Technical Report », dans *Public Health Report Series 4 on the Health of the Population,* E. Nieboer, E. Robinson et K. Petrov (éd.), Cree Board of Health and Social Services of James Bay, Chisasibi (Quebec).Consulté en novembre 2021 sur le site <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/2409296?docref=GN7vZlQytxoZH_d2gdsiJg>

Noblet, M. et Brisson, G. (2017). « Adaptation to climate change in Quebec's coastal zone: a difficult transformation of public action. » *International Journal of Climate Change Strategies and Management, 9*(03), 282–298. Consulté en mai 2022 sur le site <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-04-2016-0047>

Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques (2019). Maladie de Lyme, s'adapter pour se protéger. Résumé de l'étude Analyse descriptive de l'adaptation à la maladie de Lyme. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.monclimatmasante.qc.ca/Data/Sites/1/publications/6.6_Bulletin_Maladie-de-Lyme_individuel_mai_2019.pdf>

Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques (s.d.). Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques. Consulté en novembre 2021 sur le site<https://oqacc.ca/>

Olar, M., Lessard, C., Sauvé, C., Pichette, É. et Faucher, C. (2013). Analyse économique des impacts des changements climatiques sur les étiages et leurs conséquences sur divers usages de l'eau dans le bassin versant de la rivière Yamaska. Rapport scientifique final pour Ouranos, ÉcoRessources, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportNolet2013_FR.pdf>

Olivry, F. (2012). Exploration d'une méthode d'évaluation de la vulnérabilité des systèmes essentiels d'une région face aux extrêmes météorologiques dans un contexte de changements climatiques. Polytechnique de Montréal. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.polymtl.ca/centre-risque-performance/publications/memoires-et-theses>

Onyett, H. et Société canadienne de pédiatrie comité des maladies infectieuses et d'immunisation. (2014). La maladie de Lyme au Canada : un regard sur les enfants. *Paediatr Child Health, 19*(7), 384–388. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4173909/>

Organisation des Nations Unies (ONU). (1992). Convention sur la diversité biologique des Nations Unies. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-fr.pdf>

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (2017). « Big Roles, Little Powers: The reality of women in agriculture in ECOWAS region. » Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.fao.org/3/a-i7005e.pdf>

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et CARE (2019). « Good Practices for Integrating Gender Equality and Women's Empowerment in Climate-Smart Agriculture Programmes. Atlanta. » Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.fao.org/3/ca3883en/ca3883en.pdf>

Osseyrane, M. et Kamal, A. (2012). Évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques des réseaux d'évacuation des eaux de surface dans le secteur de Trois-Rivières-Centre, Rapport d'étude 30. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2021/01/Evaluation-de-la-ville-de-Trois-Rivieres-du-reseau-de-collecte-des-eaux-pluviales-Final-Report-French-only.pdf>

Osseyrane, M., Rivard, G., Kouadio, P., Lanoue, M., Rouleau, S., Bédard, J., Bédard, N., Boudreau, D., Brisson, D., Brouillette, D., Charron, A., Couture, M., Cusson, M., Cyr, J.-F., Forget, B., Fuamba, M., Gendron, M., Girard, M., Glorieux, M., Jolicoeur, N., Lamarre, P., Lavigne, S., Lemieux, G., Martel, D., Navarro, A., Plummer, W., Tremblay, R., Bergeron, M.-C., Delagrave, G., Fréchette, F., Gagnon, E., Lavoie, A., Lévesque, S., Martel, N., Osmann, M.-J. (2012). Guide de gestion des eaux pluviales: Stratégies d'aménagement, principes de conception et pratiques de gestion optimales pour les réseaux de drainage en milieu urbain. Gouvernement du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/pluviales/guide-gestion-eaux-pluviales.pdf>

Ouellet, J. (2017). Retour sur 2017: le triste record du Bas-Saint-Laurent. In Journée sur l'irrigation de la pomme de terre. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.agrireseau.net/documents/97099/retour-sur-2017-le-triste-record-du-bas-saint-laurent?r=pomme+de+terre+sécheresse>

Ouranos (2010). *Élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques*. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportLarrivée2010_FR.pdf>

Ouranos (2015a). Crues maximales probables et sécurité des barrages dans le climat du 21e siècle. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportFrigonKoenig2015_FR.pdf>

Ouranos (2015b). Vers l'adaptation - Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec - Édition 2015 - Partie 1 : Évolution climatique du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/SynthesePartie1.pdf>

Ouranos (2015c). Vers l'adaptation - Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec - Édition 2015 - Partie 2 : Vulnérabilités, impacts et adaptation aux changements climatiques. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/SynthesePartie2.pdf>

Ouranos (2016). Projet en cours: Évaluation de l'agriculture urbaine comme infrastructure verte de résilience individuelle et collective face aux changements climatiques et sociaux. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.ouranos.ca/programme/agriculture-peches-aquaculture-commerciale>

Ouranos (2017a). Projet en cours: Impacts des changements climatiques sur le potentiel éolien “wec 2100.” Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ouranos.ca/wp-content/uploads/FicheEolien2018_FR.pdf>

Ouranos (2017b). Milieux humides et changements climatiques. Montreal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/Fiche-MilieuxHumides-20170515.pdf>

Ouranos (2017c). Projet en cours: Performances des infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales (IVGEP). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/FicheDagenaisDorner2017_FR.pdf>

Ouranos (2018a). Actions d’Ouranos dans Info-Crue Cartographie dynamique des zones inondables dans un contexte de changements climatiques. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/Fiche_projet_INFO_Crue.pdf>

Ouranos (2018b). Les inondations dans un contexte de changements climatiques. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/FicheAvisInondation2018-Fr.pdf>

Ouranos (2018c). Portraits climatiques. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://portclim.ouranos.ca/#/>

Ouranos (2019). Quelques messages clé sur l’urgence de l’adaptation aux changements climatiques. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/Messages-cles-Adaptation.pdf>

Özdilek, Ü. et Revéret, J.-P. (2015). Mesure de l’impact économique des bas niveaux d’eau sur les valeurs foncières le long du fleuve Saint-Laurent. Rapport présenté à la Division des impacts et de l’adaptation liés aux changements climatiques de Ressources naturelles Canada, au Gouvernement du Québec et à Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/ACA-GLSL_valeurs-foncieres_VF.pdf>

Pamplamon, R., Hamel, D., Gamache, P. et Simpson, A. (2014). Valider un indice de défavorisation en santé publique. Un exercice complexe, illustré par l’indice québécois. *Maladies chroniques et blessures au Canada, 3*(1), 14–25. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.canada.ca/content/dam/phac-aspc/migration/phac-aspc/publicat/hpcdp-pspmc/34-1/assets/pdf/CDIC_MCC_Vol34_1_3_Pampalon_F.pdf>

Paque G., Bleau S., Lebon C., Germain K. et Vachon, M.-A. (2018). Diagnostic des risques et des opportunités liés aux changements climatiques pour le secteur touristique des régions de Québec et de Charlevoix. Rapport présenté à Ouranos. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportGermain2018.pdf>

Paquette-Comeau, M.-J. (2018). Érosion des berges : Sainte-Flavie aidera au déménagement d’une cinquantaine de résidences. Radio-Canada. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1122112/erosion-berges-cotiere-sainte-flavie-relocalisation-residences>

Paquette, A. et Messier, C. (2016). Pour une plantation qui augmente la résilience des arbres municipaux de Gatineau. Chaire de recherche CRSNG/Hydro-Québec sur le contrôle de la croissance des arbres. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportMessier2016_FR.pdf>

Paquin, D., de Elía, R., Bleau, S., Charron, I., Logan, T. et Biner, S. (2016). « A multiple timescales approach to assess urgency in adaptation to climate change with an application to the tourism industry. » *Environmental Science and Policy, 63*, 143–150. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.05.018>

Paradis, M., Mercier, C. et Boudreau, S. (2014). « Response of Betula glandulosa seedlings to simulated increases in nutrient availability, temperature and precipitation in a lichen woodland at the forest–tundra ecotone. » *Plant Ecology, 215*(3), 305–314. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s11258-014-0299-x>

Parcs Canada (2018). Parc national Forillon: Restauration des écosystèmes côtiers. Consulté en juin 2018 sur le site <https://www.pc.gc.ca/fr/pn-np/qc/forillon/decouvrir-discover/cote-coastal>

Park, A., Puettmann, K., Wilson, E., Messier, C., Kames, S. et Dhar, A. (2014). « Can Boreal and Temperate Forest Management be Adapted to the Uncertainties of 21st Century Climate Change? » *Critical Reviews in Plant Sciences, 33*(4), 251–285. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/07352689.2014.858956>

Participants of the CatIQ’s Canadian Catastrophe Conference (2017). « Perspectives in Flood Risk Assessment and Management », dans *Annual Canadian Catastrophe Conference*, 10 p. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://uwaterloo.ca/partners-for-action/sites/ca.partners-for-action/files/uploads/files/flood_risk_mgmt_report_feb_2017_fnl.pdf>

Pearce, S. C., Sanz-Fernandez, M. V., Hollis, J. H., Baumgard, L. H. et Gabler, N. K. (2014). « Short-term exposure to heat stress attenuates appetite and intestinal integrity in growing pigs1. » *Journal of Animal Science, 92*(12), 5444–5454. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8407>

Pearce, T., Ford, J., Willox, A. C. et Smit, B. (2015). « Inuit Traditional Ecological Knowledge (TEK). » *Subsistence Hunting and Adaptation to Climate Change in the Canadian Arctic, 68*(2), 233–245. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.14430/arctic4475>

Pêches et Océans Canada (MPO) (2015). Protocole d'évaluation préalable des risques pour les espèces aquatiques marines non indigènes. Secrétariat d'évaluation préalable des risques pour les espèces aquatiques marine non indigènes, Région de la capitale nationale. Consulté en mai 2022 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2015/mpo-dfo/Fs70-6-2015-044-fra.pdf>

Pêches et Océans Canada (MPO). (2018). Dates d'ouverture et de fermeture des pêches. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.dfo-mpo.gc.ca/fisheries-peches/oc-of-fra.html>

Pêches et Océans Canada (MPO). (2019). Une Loi sur les pêches pour l'avenir. Consulté en janvier 2019 sur le site <http://www.dfo-mpo.gc.ca/campaign-campagne/fisheries-act-loi-sur-les-peches/index-fra.html>

Pedlar, J. H., McKenney, D. W., Lawrence, K., Papadopol, P., Hutchinson, M. F. et Price, D. (2015). « A Comparison of Two Approaches for Generating Spatial Models of Growing-Season Variables for Canada. » *Journal of Applied Meteorology and Climatology, 54*(2), 506–518. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-14-0045.1>

Pellerin, S. et Poulin, M. (2013). Analyse de la situation des milieux humides au Québec et recommandations à des fins de conservation et de gestion durable. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/analyse-situation-milieux-humides-recommandations.pdf>

Pelletier, J. (2017). Gouvernance territoriale des risques naturels au Québec et événements extrêmes: Le cas de l'inondation à Saint-Jean-sur-Richelieu en 2011. Université du Québec à Montréal (UQAM). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://archipel.uqam.ca/10557/1/M14868.pdf>

Peloquin, C. et Berkes, F. (2009). « Local Knowledge, Subsistence Harvests, and Social–Ecological Complexity in James Bay. » *Human Ecology, 37*(5), 533–545. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10745-009-9255-0>

Peres-Neto, P., Boivin, F., Lee, W.-S., Pandit, S., Samson, J. et Simard, A. (2013). Développement d'un cadre méthodologique et d'échantillonnage pour le suivi de la biodiversité en fonction des changements climatiques. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportPeresNeto2013_FR.pdf>

Périé, C., Blois, S. de, et Lambert, M.-C. (2009). Atlas interactif : Changements climatiques et habitats des arbres [base de données]. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://mffp.gouv.qc.ca/changements-climatiques/outil/carte.html>

Périé, C., de Blois, S. et Lambert, M. C. (2017). Atlas interactif : Changements climatiques et habitats des arbres [base de données]. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://mffp.gouv.qc.ca/changements-climatiques/outil/carte.html>

Périé, C. et de Blois, S. (2016). « Dominant forest tree species are potentially vulnerable to climate change over large portions of their range even at high latitudes. » *PeerJ, 4,* e2218. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.7717/peerj.2218>

Petit, A. (2015). Projet interruptions de service. Rapport de stage présenté à Ouranos.

Petit, S., Rouillé, P. et Dugué, M. (2018). Gestion durable des eaux pluviales - Mettre à profit l'expérience des projets pilotes. Urbanité, (Printemps/Été), 30–31. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ouq.qc.ca/wp-content/uploads/2018/06/urbanite-printemps-ete2018-lowres.pdf>

Pétrin-Desrosiers, C. (2017). Climate change and health impacts in Eeyou Istchee. Rapport interne présenté au Public Health Department of the Cree Board of Health and Social Services of James Bay, 66p.

Pillais, L. (2017). Haïtiens au Canada: un cas concret de réfugiés climatiques. L'Exemplaire. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.exemplaire.com.ulaval.ca/non-classe/haitiens-au-canada-un-cas-concret-de-refugies-climatiques/>

Plan d'action Saint-Laurent (s.d.-a). Tronçon fluvial, estuaire et golfe. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.planstlaurent.qc.ca/fleuve-saint-laurent>

Plan d'action Saint-Laurent (s.d.-b). Plan d'action Saint-Laurent 2011–2026. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.planstlaurent.qc.ca/plan-daction-st-laurent>

Plouffe, D., Bourgeois, G. et Ph, D. (2012). Modèles bioclimatiques pour la prévision des risques associés aux ennemis des cultures dans un contexte de climat variable et en évolution. (CRAAQ) Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.agrometeo.org/help/modeles_bioclimatiques_ennemis_des_cultures.pdf>

Portail données ouvertes de la Ville de Montréal (2018). Réfection de chaussée par remplissage mécanisé de nid-de-poule [portail de données]. Consulté en mars 2019 sur le site <http://donnees.ville.montreal.qc.ca/dataset/refection-de-chaussee-par-remplissage-mecanise-de-nid-de-poule>

Poulin, P., Levasseur, M.-È. et Huppé, V. (2016). Mesures d'adaptation pour une saine qualité de l'air intérieur dans un contexte de changements climatiques: revue de littérature. Institut national de santé publique du Québec. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2194_adaptation_emission_contaminants_interieur.pdf>

Poussin, J. K., Botzen, W. J. W. et Aerts, J. C. J. H. (2014). « Factors of influence on flood damage mitigation behaviour by households. » *Environmental Science & Policy, 40*, 69–77. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.01.013>

Programme de mise en valeur du lac Champlain (2013). Résilience aux inondations dans le bassin du lac Champlain et la rivière Richelieu. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.monroban.org/public/documents/outils/uploaded/gqundkx5.pdf>

Producteurs et productrices acéricoles du Québec (2020). Statistiques acéricoles 2020. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://ppaq.ca/app/uploads/2021/06/Dossier_statistiques_2020.pdf>

Pureswaran, D. S., Roques, A. et Battisti, A. (2018). « Forest Insects and Climate Change. » *Current Forestry Reports*, *4*, 1–16. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s40725-018-0075-6>

Qian, B., Jing, Q., Bélanger, G., Shang, J., Huffman, T., Liu, J. et Hoogenboom, G. (2018). « Simulated canola yield responses to climate change and adaptation in Canada. » *Agronomy Journal, 110*(1), 133–146. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.2134/agronj2017.02.0076>

Québec (2022). Q-2 *Loi sur la qualité de l'environnement*. À jour au 1er février 2022. Consulté en mai 2022 sur le site : <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/Q-2>

Quintin, C., Bernatchez, P. et Jolivet, Y. (2013). Impacts de la tempête du 6 décembre 2010 sur les côtes du Bas-Saint-Laurent et de la baie des Chaleurs (Vol. 1). Rapport remis au ministère de la Sécurité publique du Québec, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières et Chaire de recherche en géosciences côtière, Université du Québec à Rimouski. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ldgizc.uqar.ca/Web/docs/default-source/default-document-library/quintin_bernatchez_jolivet_rapport-temp%C3%AAte-6-d%C3%A9cembre2010-vol-i_2013.pdf?sfvrsn=ec75c43e_0#:~:text=Le%206%20d%C3%A9cembre%202010%2C%20une,de%20la%20baie%20des%20Chaleurs.>

Radio-Canada (2015a). Migration des espèces terrestres [vidéo]. *La semaine verte*. Consulté en août 2021 sur le site <https://ici.radio-canada.ca/info/videos/media-7383961/migration-especes-terrestres>

Radio-Canada (2015b). Chaîne alimentaire bouleversée [vidéo]. *La semaine verte*. Consulté en août 2021 sur le site <https://ici.radio-canada.ca/tele/la-semaine-verte/2015-2016/segments/reportage/4244/changements-climatiques-perdrix-lievre-toundra-yukon>

Radio-Canada (2017a). L'agrile du frêne pourrait menacer une pratique abénakise ancestrale. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1048725/agrile-frene-menace-pratique-abenakise-ancestrale-vannerie-panier>

Radio-Canada (2017b). Le fédéral fait un pas vers une stratégie nationale d'assurance inondation. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1067620/ralph-goodale-bureau-assurance-canada-couvrir-risques-inondations-regina>

Rapinski, M., Liu, R., Saleem, A., Arnason, J. T. et Cuerrier, A. (2014). « Environmental trends in the variation of biologically active phenolic compounds in Labrador tea, *Rhododendron groenlandicum*, from northern Quebec, Canada. » *Botany, 92*(11), 783–794. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1139/cjb-2013-0308>

Raulier, F. et Bernier, P. Y. (2000). « Predicting the date of leaf emergence for sugar maple across its native range. » *Canadian Journal of Forest Research, 30*, 1429–1435. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1139/x00-064>

Régie de l'énergie du Canada (s.d.). Profils énergétiques des provinces et territoires – Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.cer-rec.gc.ca/fr/donnees-analyse/marches-energetiques/profils-energetiques-provinces-territoires/profils-energetiques-provinces-territoires-quebec.html>

Régnière, J., Nealis, V. et Porter, K. (2009). « Climate suitability and management of the gypsy moth invasion into Canada. » *Biological Invasions, 11*(1), 135–148. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10530-008-9325-z>

Régnière, J., St-Amant, R. et Duval, P. (2012). « Predicting insect distributions under climate change from physiological responses: spruce budworm as an example. » *Biological Invasions, 14*(8), 1571–1586. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10530-010-9918-1>

Regroupement des organismes de bassins versants du Québec (2018a). Gestion intégrée des risques d'inondation. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://robvq.qc.ca/wp-content/uploads/2020/11/inondations_47prop.pdf>

Regroupement des Organismes de Bassins Versants du Québec (2018b). ROBVQ - RésAlliance. Consulté en août 2018 sur le site <https://archives.robvq.qc.ca/resalliance/apropos>

Regroupement des Organismes de Bassins Versants du Québec (2016). Autodiagnostic municipal en gestion des eaux pluviales 2e édition. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://robvq.qc.ca/wp-content/uploads/2020/11/Autodiagnostic_municipal_VF.pdf>

Ressources naturelles Canada (s.d.). Conditions météorologiques propices aux feux de forêt. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/changements-climatiques/impacts-adaptation/changements-climatiques/indicateurs-des-changements-forestiers/conditions-meteorologiques-propices-feux-foret/17777>

Revéret, J. (2017). Valeur économique des effets sur la santé de la nature en ville. Institut national de santé publique du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2267_valeur_economique_effets_sante_nature_ville_revisee.pdf>

Rigaud, K. K., Sherbinin, A. De, Jones, B., Bergmann, J., Clement, V., Ober, K., Schewe, J., Adamo, S., McCusker, B., Heuser, S., et Midgley, A. (2018). Groundswell - Se préparer aux migrations climatiques internes - Aperçu général. Groupe de la banque mondiale. Consulté en mai 2022 sur le site <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/29461/GroundswellOVfr.pdf>

Robert, F. (2018). Hydro-Québec négocie avec les Innus pour l'ajout d'une turbine à SM-3. Radio-Canada, ICI Côte-Nord. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1099878/hydro-quebec-innus-uashat-maliotenam-turbine-sm-3-riviere-sainte-marguerite>

Rochette, P., Bélanger, G., Castonguay, Y., Bootsma, A. et Mongrain, D. (2004). « Climate change and winter damage to fruit trees in eastern Canada. » *Canadian Journal of Plant Science, 84*, 1113–1125. Consulté en mai 2022 sur le site <https://doi.org/10.4141/P03-177>

Rodon, T. et Natcher, D. (2014). « An evaluation of Harvest and Hunter support in Nunavik: Final results for Quaqtaq, Inukjuaq and Kangiqsualujjuaq. » Rapport présenté à Makivik, Chaire de recherché sur le développement durable du Nord.

Roger, J., Allard, M., Sarrazin, D., L'Hérault, E., Doré, G. et Guimond, A. (2015). « Evaluating the use of Distributed Temperature Sensing for permafrost monitoring in Salluit, Nunavik. » Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4273.7365>

Rondeau-Genesse, G., Roy, R., Turcotte, R. et Morneau, F. (2016). Bilan hydrologique des rivières Saint-Charles et Montmorency dans un contexte de changements climatiques. Ouranos. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportRondeau2016.pdf>

Roy, G., St-Pierre-Alain, R., Barbeau-Meunier, C.A., Cuellar Castro, D.M., Julien, F., Anh-Nguyen, C.K., Lépine, J., Milot, M.C., Pham, Q.-V.V, Ramburn, G.K. et Souvi, G. (2019) Le climat s'invite dans nos urgences – Les impacts sur la santé des changements climatiques. Rédigé dans le cadre de la Journée d'Action politique 2019, Fédération médicale étudiante du Québec. Consulté en février 2022 sur le site < https://fmeq.ca/wp-content/uploads/2020/11/Memoire_Impacts-changements-climatiques-sante.pdf >

Roy, P., Fournier, É. et Huard, D. (2017a). Guide de normalisation pour les données météorologiques, l'information climatique et les prévisions relatives aux changements climatiques. Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.scc.ca/sites/default/files/file_attach/SCCReport_Standardization_guidance_for_Weather_data_Climate_Change_Infor._.pdf>

Roy, P., Grenier, P., Barriault, E., Logan, T., Blondlot, A., Bourgeois, G. et Chaumont, D. (2017b). « Probabilistic climate change scenarios for viticultural potential in Québec. » *Climatic Change, 143*(1–2), 43–58. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-017-1960-x>

Roy, M., Belliveau, V., Mandrak, N. E., et Gagné, N. (2018). « Development of environmental DNA (eDNA) methods for detecting high-risk freshwater fishes in live trade in Canada. » *Biological Invasions, 20*(2), 299–314. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1532-z>

Royer, M.-J. S. (2016). « Climate, environment and Cree observations. » SpringerBriefs in Climate Studies. Springer.

Saguez, J. (2017). Impact des changements climatiques et mesures d'adaptations pour les ravageurs présents et potentiels en grandes cultures au Québec. Centre de recherché sur les grains (CÉROM) inc. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.agrireseau.net/documents/Document_96147.pdf>

Saint-Arnaud, P., et Lowrie, M. (2018). Les Îles-de-la-Madeleine se relèvent de la tempête. *La Presse*. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.lapresse.ca/actualites/regional/201811/30/01-5206251-les-iles-de-la-madeleine-se-relevent-de-la-tempete.php>

Saint-Laurent, D. et Hähni, M. (2008). Crues et inondations majeures des villes de l'Estrie : variations climatiques et modifications anthropiques (Québec, Canada). *Environnement Urbain, 2*, 50–72. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.7202/019221ar>

Sampasa-Kanyinga, H., Lévesque, B., Anassour-Laouan-Sidi, E., Côté, S., Serhir, B., Ward, B. J., Libman, M.D., Drebot, M.A., Makowski, K., Ndao, M., Dewailly, E. et Dimitrova, K. (2013). « Zoonotic infections in communities of the James Bay Cree territory: An overview of seroprevalence. » *Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology, 24*(2), 79–84. Consulté en mai 2022 sur le site <https://doi.org/10.1155/2013/370321>

Saulnier, D. D., Ribacke, K. B. et von Schreeb, J. (2017). « No calm after the storm: a systematic review of human health following flood and storm disasters. » *Prehospital and Disaster Medicine, 32*(5), 568–579. Consulté en mai 2022 sur le site <https://doi.org/10.1017/S1049023X17006574>

Sauvé, F. (2017). Le parc national des Hautes-Gorges-de-la-rivière-Malbaie ouvert l'hiver, fin 2018. Espaces. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.espaces.ca/articles/destinations/2613-le-parc-national-des-hautes-gorges-de-la-riviere-malbaie-ouvert-lhiver-fin-2018>

Savard, J.-P., Bernatchez, P., Morneau, F., Saucier, F., Gachon, P., Senneville, S., Fraser, C. et Jolivet, Y. (2008). Étude de la sensibilité des côtes et de la vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques: Synthèse des résultats. Rapport scientifique final pour Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en mai 2022 sur le site <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/2052324>

Savard, J., Van Proosdij, D. et O'Carroll, S. (2016). Perspectives relatives à la région de la côte Est du Canada, Chapitre 4, dans *Le littoral maritime du Canada face à l'évolution du climat,* D. S. Lemmen, F. J. Warren, T. S. James et C. S. L. Mercer Clarke (éd.), gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2016/Coastal_Assessment_Chapitre4_RegionEst.pdf>

Schnell, J. L. et Prather, M. J. (2017). « Co-occurrence of extremes in surface ozone, particulate matter, and temperature over eastern North America. » *Proceedings of the National Academy of Sciences, 114*(11), 2854–2859. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1073/pnas.1614453114>

Scott, D., McBoyle, G. et Minogue, A. (2007). « Climate change and Quebec's ski industry. » *Global Environmental Change, 17*(2), 181–190. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.05.004>

Sejian, V., Iqbal Hyder, Malik, P. K., Soren, N. M., Mech, A., Mishra, A. et Ravindra, J. P. (2015). « Strategies for alleviating abiotic stress in livestock », dans *Livestock production and climate change,* P.K. Malik, R., Bhatta, J. Takahashi, R.A. Kohn et C.S. Prasad (éd.). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20153123671>

Senneville, S., St-Onge Drouin, S., Dumont, D., Bihan-Poudec, M.-C., Belemaalem, Z., Corriveau, M., Bernatchez, P., Bélanger, S., Tolszczuk-Leclerc, S. et Villeneuve, R. (2014). Modélisation des glaces dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent dans la perspective des changements climatiques. Rimouski, Québec. Rapport final présenté au ministère des Transports du Québec, ISMER-UQAR. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1147874.pdf>

Sentenac, E. (2016). Potentiels d'adaptation aux changements climatiques de la communauté métropolitaine de Montréal. Le cas de la simulation de scénarios de réduction des îlots de chaleur à l'horizon 2050. Université du Québec à Montréal. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://archipel.uqam.ca/8963/1/M14544.pdf>

Service canadien de la faune (2017). Programme de surveillance écologique des réserves nationales de faune du Québec Volume 1 - Présentation du programme (Vol. 1). Région du Québec.

Services aux Autochtones Canada (2020). Les nations 2020. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2020/sac-isc/R1-26-2020.pdf>

Shackell, N. L., Greenan, B. J. W., Pepin, P., Chabot, D., et Warburton, A. (éd.) (2013). « Climate Change Impacts, Vulnerabilities and Opportunities Analysis of the Marine Atlantic Basin. » Rapport manuscript canadien des sciences halieutiques et aquatiques, 3012, Pêches et Océans Canada, xvi + 366 p. Consulté en mai 2022 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2014/mpo-dfo/Fs97-4-3012-eng.pdf>

Shackell, N. et Loder, J. (2012). « Climate change and its effects on Ecosystems, habitats and biota: State of the Scotian Shelf Report. » Pêches et Océans Canada, Institut océanographique de Bedford, Dartmouth, Nouvelle-Écosse. Consulté en mai 2022 sur le site<https://publications.gc.ca/collections/collection_2014/mpo-dfo/Fs97-4-3012-eng.pdf>

Shah, C. et King, N. (2017). « State of Knowledge and Gap Analysis on Climate Change Adaptation in Nunavik. » Rapport final présenté au Affaires autochtones et du Nort Canada par Ouranos. Consulté en mai 2022 sur le site <https://keac-ccek.org/wp-content/uploads/2018/07/State-of-Knowledge-and-Gap-Analysis-on-Climate-Change-Adaptation-in-Nunavik_Final-Report_July2017.pdf>

Sharma, S., Couturier, S. et Côté, S. D. (2009). « Impacts of climate change on the seasonal distribution of migratory caribou. » *Global Change Biology, 15*(10), 2549–2562. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.01945.x>

Sillmann, J., Kharin, V. V., Zwiers, F. W., Zhang, X. et Bronaugh, D. (2013). « Climate extremes indices in the CMIP5 multimodel ensemble: Part 2. Future climate projections. » *Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 118*(6), 2473–2493. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1002/jgrd.50188>

Simard-Gagnon, L. (2013). « Lived territories: A tale of Inuit women's contemporary subsistence and belonging. » *Inditerra, 5*, 52–62. Consulté en septembre 2020 sur le site <www.reseaudialog.ca>

Simard, M. (2019). L'industrie minière au Québec : situation, tendances et enjeux. Études Canadiennes, *85*(January), 1–23. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.researchgate.net/publication/330182736_L'industrie_miniere_au_Quebec_situation_tendances_et_enjeux>

Simon, A., Bélanger, D., Leighton, P. et Audrey, A. (2014a). La rage dans les populations de renards au nord du 55e parallèle et les effets potentiels des changements climatiques. Institut national de santé publique du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.inspq.qc.ca/publications/1888>

Simon, J. A., Marrotte, R. R., Desrosiers, N., Fiset, J., Gaitan, J., Gonzalez, A., Koffi, J. K., Lapointe, F-J., Leighton, P. A., Lindsay, L. R., Logan, T., Milord, F., Ogden, N. H., Rogic, A., Roy-Dufresne, E., Suter, D., Tessier, N. et Millien, V. (2014b). « Climate change and habitat fragmentation drive the occurrence of *Borrelia burgdorferi*, the agent of Lyme disease, at the northeastern limit of its distribution. » *Evolutionary Applications, 7*(7), 750–764. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/eva.12165>

Simonet, G. (2016). De l'ajustement à la transformation : vers un essor de l'adaptation ? *Développement Durable et Territoires, 7*(2). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.11320>

Simoni, M., Baldacci, S., Maio, S., Cerrai, S., Sarno, G. et Viegi, G. (2015). « Adverse effects of outdoor pollution in the elderly. » *Journal of Thoracic Disease, 7*(1), 34–45. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2014.12.10>

Siron, R. (2014). Biodiversité, services écologiques et changements climatiques – Réduire nos vulnérabilités. *Vecteur Environnement*, Novembre, 30–32. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/ArticleSiron_2014.pdf>

Skinner, C. B., DeGaetano, A. T. et Chabot, B. F. (2010). « Implications of twenty-first century climate change on Northeastern United States maple syrup production: impacts and adaptations. » *Climatic Change, 100*(3–4), 685–702. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9685-0>

Smargiassi, A., Goldberg, M. S., Plante, C., Fournier, M., Baudouin, Y. et Kosatsky, T. (2009). « Variation of daily warm season mortality as a function of micro-urban heat islands. » *Journal of Epidemiology and Community Health, 63*(8), 659–664. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1136/jech.2008.078147>

St-Hilaire, A., Steiger, H., Liu, A., Laplante, D. P., Thaler, L., Magill, T. et King, S. (2015). « A prospective study of effects of prenatal maternal stress on later eating-disorder manifestations in affected offspring: Preliminary indications based on the project ice storm cohort. » *International Journal of Eating Disorders, 48*(5), 512–516. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=pbh&AN=103341780&lang=fr&site=ehost-live>

St-Pierre, J. (2017). Tempête du 30 décembre: Réfugiés climatiques sur la Côte-Nord. *Journal de Montréal*. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.journaldequebec.com/2017/01/05/tempete-du-30-decembre-refugies-climatiques-sur-la-cote-nord>

St. Régis Mohawk tribe (2013). « Climate Change Adaptation Plan for Akwesasne. » Consulté en mai 2022 sur le site <https://dvc479a3doke3.cloudfront.net/_uploads/site_files/ClimateChange.pdf>

Stanberry, L. R., Thomson, M. C. et James, W. (2018). « Prioritizing the needs of children in a changing climate. » *PLOS Medicine, 15*(7). Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002627>

Statistique Canada (2016a). Série « Perspective géographique », Recensement de 2016. Peuples autochtones. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/as-sa/fogs-spg/Facts-pr-fra.cfm?LANG=Fra&GK=PR&GC=24&TOPIC=9Sejian>

Statistique Canada (2016b). Les municipalités les plus peuplées au Canada et présentant les croissances démographiques les plus élevées entre 2011 et 2016. Consulté en août 2018 sur le site <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/as-sa/98-200-x/2016001/98-200-x2016001-fra.cfm>

Statistique Canada (2016c). Produit intérieur brut (PIB) des ressources naturelles, selon la province ou le territoire, 2016. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/180627/cg-f001-fra.htm>

Stinziano, J. R. et Way, D. A. (s.d.). « Combined effects of rising [$CO_2$] and temperature on boreal forests: growth, physiology and limitations. », *Botany, 92*(6), 425–436. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1139/cjb-2013-0314>

Sûreté du Québec (2016). Photo : Route 132 en haute Gaspésie – Des sections de la route 132 emportées par les vagues à La Martre en Gaspésie.

Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (TRNEE) (2012). Face aux éléments : renforcer la résilience des entreprises au changement climatique (études de cas). Prospérité climatique, 5.1, Ottawa, Ontario. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2012/trnee-nrtee/En133-40-5-2012-fra.pdf>

Taillon, J., Brodeur, V. et Rivard, S. (2016). État de la situation biologique du caribou migrateur, troupeau de la rivière aux Feuilles. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Québec. Consulté en mai 2022 sur le site <https://mffp.gouv.qc.ca/documents/faune/etat-situation-caribou-riviere-Feuilles.pdf>

Tam, B., Gough, W. A. et Tsuji, L. (2011). « The impact of warming on the appearance of furunculosis in fish of the James Bay region, Quebec, Canada. » *Regional Environmental Change, 11*(1), 123–132. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10113-010-0122-8>

Tamini, L. D., Clerson, F., Doyon, M. et Debailleul, G. (2014). Changements climatiques et position concurrentielle: le cas de l'agriculture du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.researchgate.net/publication/272247399_Changements_climatiques_et_position_concurrentielle_le_cas_de_l%27agriculture_du_Quebec_Climate_Change_and_Competitiveness_The_Case_of_Quebec%27s_Agriculture_Sector>

Tamini, L. D., Clerson, F., Doyon, M. et Debailleul, G. (2015). Incidences des changements climatiques sur la compétitivité de quelques cultures du Québec. *Cahiers Agricultures, 24*(5), 261–268. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1684/agr.2015.0766>

Tanekou Mangoua, C. (2013). Impacts économiques des changements climatiques et de l'adaptation pour l'industrie forestière québécoise : analyse en équilibre général calculable. Université de Sherbrooke. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/http://hdl.handle.net/11143/6099>

Task Force on Climate-Related Financial Disclosure. (2017). « Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosure - Final Report. » Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.fsb-tcfd.org/wp-content/uploads/2017/12/FINAL-TCFD-Annex-Amended-121517.pdf>

Task Force on Climate-related Financial Disclosures (2018). « Task Force on Climate-related Financial Disclosures. » Consulté en novembre 2018 sur le site <https://www.fsb-tcfd.org/>

Tetreault, L.-F., Doucet, M., Gamache, P., Fournier, M., Brand, A., Kosatsky, T. et Smargiassi, A. (2016). « Childhood Exposure to Ambient Air Pollutants and the Onset of Asthma: An Administrative Cohort Study in Quebec. » *Environmental Health Perspectives, 124*(8), 1276–1282. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1289/ehp.1509838>

Têtu, P.-L. et Lasserre, F. (2017). Projets d'investissements miniers chinois dans l'arctique. *Recherches Sociographiques, 58*(2), 415–446. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/https://doi.org/10.7202/1042169ar>

The Grand Council of the Crees (2019). « Envisioning responses to climate Change in Eeyou Istchee. » Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.cngov.ca/wp-content/uploads/2019/07/eastmain-climate-change-report_pdf3.pdf>

The Institute for Catastrophic Loss Reduction (2018). « Institute for Catastrophic Loss Reduction - Building resilient communities. » Consulté en octobre 2018 sur le site <https://www.iclr.org/>

Therrien, M.-C., Jutras, M., et Usher, S. (2019). « Including quality in Social network analysis to foster dialogue in urban resilience and adaptation policies », *Environmental Science & Policy*, *93*, 1–10. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.11.016>

Thibault, S. et Payette, S. (2009). « Recent permafrost degradation in bogs of the James Bay area, northern Quebec, Canada. » *Permafrost and Periglacial Processes, 20*(4), 383–389. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1002/ppp.660>

Thistlethwaite, J. et Feltmate, B. (2013). Évaluation de la viabilité de l'assurance inondation des terres : Le marché canadien de l'assurance des propriétés domiciliaires. Université de Waterloo.

Thistlethwaite, J., Henstra, D., Peddle, S. et Scott, D. (2017). « Canadian Voices on Changing Flood risks. Findings from a National Survey. » Consulté en septembre 2020 sur le site <https://uwaterloo.ca/climate-centre/sites/ca.climate-centre/files/uploads/files/canadian_voices_on_changing_flood_risk_fnl.pdf>

Thivierge, M. N., Jégo, G., Bélanger, G., Bertrand, A., Tremblay, G. F., Rotz, C. A. et Qian, B. (2016). « Predicted yield and nutritive value of an alfalfa–timothy mixture under climate change and elevated atmospheric carbon dioxide. » *Agronomy Journal, 108*(2), 585–603. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.2134/agronj2015.0484>

Thivierge, M. N., Jégo, G., Bélanger, G., Chantigny, M. H., Rotz, C. A., Charbonneau, É., Baron, V. S. et Qian, B. (2017). « Projected impact of future climate conditions on the agronomic and environmental performance of Canadian dairy farms. » *Agricultural Systems, 157*(June), 241–257. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.07.003>

Thomas, I., Bleau, N., Soto Abasolo, P., Desjardin-Dutil, G., Fuamba, M. et Kadi, S. (2012a). Analyser la vulnérabilité sociétale et territoriale aux inondations en milieu urbain dans le contexte des changements climatiques, en prenant comme cas d'étude la Ville de Montréal. Rapport final pour Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportThomasBleau2012_FR.pdf>

Thomas, I., Bleau, N., Soto Abasolo, P., Desjardin-Dutil, G., Fuamba, M. et Kadi, S. (2012b). Analyser la vulnérabilité sociétale et territoriale aux inondations en milieu urbain dans le contexte des changements climatiques, en prenant comme cas d'étude la Ville de Montréal. Rapport final pour Ouranos, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportThomasBleau2012_FR.pdf>

Thomas, I. (2017). Analyse de la vulnérabilité aux inondations - Rapport public pour la Ville de Saint-Raymond. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.capsa-org.com/images/partenaires/cr/udem_rapport.pdf>

Thomas, I. et Da Cunha, A. (2017). La ville résiliente - Comment la construire? Les Presses de l'Université de Montréal. Montréal, Québec. Consulté en mai 2022 sur le site <https://doi.org/10.4000/books.pum.11789>

Thomas, I., Auboeuf, C., Auble, C., Bunzli, N., Frances, N., Gagnon, A., Larouche-Couture, J., Savy, C. et Wolfart, M. (2018). La caractérisation et l'opérationnalisation de la vulnérabilité face aux risques naturels au Québec : l'exemple de Saint Raymond / MRC de Portneuf. In ROBVQ (Ed.), Congrès provincial sur la gestion des inondations. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://archives.robvq.qc.ca/public/documents/formations/congres_inondations/13h45_I_Thomas.pdf>

Tilmant, A., Lachaut, T., Mercille, A., Marceau, J.-P. et Faucher, X. (2017). Étude visant l'adaptation de la gestion des barrages du système hydrique du Haut-Saint-François à l'impact des changements climatiques dans le cadre du Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques. Université Laval.

Tougas-Tellier, M.-A., Morin, J., Hatin, D. et Lavoie, C. (2013). Impacts des changements climatiques sur l'expansion du roseau envahisseur dans les frayères du fleuve Saint-Laurent, 56. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.ouranos.ca/wp-content/uploads/RapportLavoie2013_FR.pdf>

Tremblay, G.,Pomerleau-Lacasse, F., Richard, A.-M., Séguin, P., Bélanger, G., Lajeunesse, J., Claessens, A., Gervais, R., et Charbonneau, É. (2018). Amélioration des graminées fourragères dans un contexte de changements climatiques. Colloque sur les plantes fourragères, CRAAQ, Drummondville, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.agrireseau.net/documents/97128/amelioration-des-graminees-fourrageres-dans-un-contexte-de-changements-climatiques>

Tremblay, M. et Furgal, C. (2008). Les changements climatiques au Nunavik et au Nord du Québec: L'accès au territoire et aux ressources. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportTremblay2008_FR.pdf>

Trépanier, J.-F. et Haf, R. (2015). Évaluation de la vulnérabilité aux changements climatiques du réseau de drainage unitaire de Montréal. Service de l'eau, Montréal, Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2015/07/Montreal-Jul-2015.pdf>

Turcotte-Tremblay, A.-M., Lim, R., Laplante, D. P., Kobzik, L., Brunet, A. et King, S. (2014). « Prenatal Maternal Stress Predicts Childhood Asthma in Girls: Project Ice Storm. » *Biomed Research International*, volume 2014, article 201717. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1155/2014/201717>

Uashat mak Mani-utenam (2017). Entente historique conclue entre sept nations autochtones sur la préservation et la gestion du caribou de la péninsule d'Ungava. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.newswire.ca/fr/news-releases/entente-historique-conclue-entre-sept-nations-autochtones-sur-la-preservation-et-la-gestion-du-caribou-de-la-peninsule-dungava-651267093.html>

UNEP FI (2019). « Changing Course: A comprehensive investor guide to scenario-based methods for climate risk assessment, in response to the TCFD. » Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2019/05/TCFD-Changing-Course-Oct-19.pdf>

UNESCO (2009). Développement durable de la region arctique face au changement climatique: défis scientifiques, sociaux, culturels et éducatifs. UNESCO. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000187600>

UNESCO. (2017). Savoirs locaux, objectifs globaux. UNESCO, Paris, France. Consulté en mai 2022 sur le site <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259599_fre>

Université du Québec à Montréal (2020). Nouvelle Chaire en macroéconomie et prévisions. *Actualités UQAM.* Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.actualites.uqam.ca/2020/lancement-chaire-macroeconomie-previsions>

Université du Québec à Rimouski (2017). Laboratoire de dynamique et de gestion intégrées des zones côtières - Programmation scientifique.

Unpointcinq (2018). Acclimatées - Les secrets des femmes autochtones. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://podcasts.apple.com/ca/podcast/acclimat%C3%A9es/id1380785744>

Vachon, M.-A. et Germain, K. (2018). Les changements climatiques et l'industrie touristique québécoise : qui est prêt à saisir les opportunités ? Réseau veille tourisme, 86e congrès de l'Association francophone pour le savoir (ACFAS), Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, Québec.. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://veilletourisme.ca/2018/06/18/changements-climatiques-pret/?utm_source=Abonnés+Infolettre&utm_campaign=b5b8b70de0-Bulletin_20_juin_2018_BHebdo_&utm_medium=email&utm_term=0_2e33e694b3-b5b8b70de0-78497735>

Valiquette L'Heureux, A. et Therrien, M. C. (2013). « Interorganizational dynamics and characteristics of critical infrastructure networks: The study of three critical infrastructures in the greater Montreal area. » *Journal of Contingencies and Crisis Management, 21*(4), 211–224. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/1468-5973.12030>

Valois, P., Talbot, D., Renaud, J.-S., Caron, M. et Bouchard, D. (2018). Déterminants de l'adaptation à la chaleur l'été chez les personnes âgées (OQACC-009). Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques. Univeristé Laval, Québec. Consulté en mai 2022 sur le site <http://www.monclimatmasante.qc.ca/Data/Sites/1/publications/OQACC_Rapport_etude_2.1_2018-02-07.pdf>

Valois, P., Jacob, J., Mehiriz, K., Talbot, D. et Caron, M. (2017a). Développement d'indices de la préparation à l'adaptation dans les municipalités du Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.monclimatmasante.qc.ca/Data/Sites/1/publications/Rapport_municipalites_1_7_nov_FINALE.pdf>

Valois, P., Jacob, J., Mehiriz, K., Talbot, D. et Caron, M. (2017b). Développement d'indices de la préparation à l'adaptation dans les municipalités du Québec.Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques. Consulté en mai 2022 sur le site <https://oqacc.ca/wp-content/uploads/2017/11/Rapport_municipalites_1_7_nov_FINALE.pdf>

Valois, P., Jacob, J., Mehiriz, K., Talbot, D., & Caron, M. (2017c). Niveau et déterminants de l'adaptation aux changements climatiques dans les municipalités du Québec. Consulté enfrom <http://www.monclimatmasante.qc.ca/Data/Sites/1/publications/Rapport_municipalites_2_13_nov_FINALE.pdf>

Valois, P., Jacob, J., Mehiriz, K., Talbot, D., Renaud, J.-S. et Caron, M. (2017d). Portrait de l'adaptation aux changements climatiques dans les organisations du secteur de la santé au Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.monclimatmasante.qc.ca/Data/Sites/1/publications/oqacc_rapport_sante_21_nov_final.pdf>

Valois, P., Renaud, J.-S., Talbot, D., Carrier, M.-P. et Caron, M. (2017e). Adaptation des personnes habitant une zone inondable: identification des croyances dominantes (OQACC-004), 64. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.monclimatmasante.qc.ca/Data/Sites/1/publications/rapport_2_2_inondation_version_finale.pdf>

Valois, P., Talbot, D., Caron, M., Renaud, J.-S., Carrier, M.-P. et Gousse-Lessard, A.-S. (2016a). Développement d'indices liés à l'adaptation aux inondations au Québec (OQACC-002). Observatoire québécois d'adaptation aux changements climatiques. Consulté en mai 2022 sur le site <http://www.monclimatmasante.qc.ca/Data/Sites/1/publications/Rapport_final_inondation_13decembre2016.pdf>

Valois, P., Talbot, D., Renaud, J.-S., Caron, M. et Carrier, M.-P. (2016b). Développement d'un indice d'adaptation à la chaleur chez les personnes habitant dans les 10 villes les plus peuplées du Québec.Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques. Consulté en mai 2022 sur le site <https://oqacc.ca/wp-content/uploads/2020/11/10.rapport_chaleur_versionfinale_rev-final.pdf>

Van, B. A. V. et Faure, L. (2016). Découverte: Le coincement côtier. Radio-Canada. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ici.radio-canada.ca/tele/decouverte/2016-2017/segments/reportage/11047/coincement-cotier>

Van Solm, A. I. T., Hirdes, J. P., Eckel, L. A., Heckman, G. A. et Bigelow, P. L. (2017). « Using standard clinical assessments for home care to identify vulnerable populations before, during, and after disasters. » *Journal of Emergency Management, 15*(6), 355. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.5055/jem.2017.0344>

Vanasse, A., Cohen, A., Courteau, J., Bergeron, P., Chebana, F., Gosselin, P., Rochette, L., Blais, C. et Ouarda, T. B. M. J. (2015). Impact des inondations importantes sur la santé cardiovasculaire au Québec: Les cas de Saguenay (1996) et de St-Jean-sur-Richelieu (2011) : Rapport final. Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://espace.inrs.ca/2814/>

Vanasse, A., Talbot, D., Chebana, F., Bélanger, D., Blais, C., Gamache, P., Giroux, J-K., Dault, R. et Gosselin, P. (2017). « Effects of climate and fine particulate matter on hospitalizations and deaths for heart failure in elderly: A population-based cohort study. » *Environment International, 106*, 257–266. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.06.001>

Vergriete, Y. et Labrecque, M. (2007). Rôles des arbres et des plantes grimpantes en milieu urbain : revue de littérature et tentative d'extrapolation au contexte montréalais. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://ruelleverte.files.wordpress.com/2014/01/roledesarbres.pdf>

Vérificateur général du Québec (2019). Rapport du commissaire au développement durable 2019-2020. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.vgq.qc.ca/Fichiers/Publications/rapport-annuel/2019-2020-VGQ-nov2019/fr_Rapport2019-2020-VGQ-nov2019.pdf>

Veru, F., Dancause, K., Laplante, D. P., King, S. et Luheshi, G. (2015). « Prenatal maternal stress predicts reductions in CD4+lymphocytes, increases in innate-derived cytokines, and a Th2 shift in adolescents: Project Ice Storm. » *Physiology & Behavior, 144*, 137–145. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.03.016>

Ville de Drummondville (2016). Débranchement des gouttières. Consulté en janvier 2020 sur le site <https://www.drummondville.ca/citoyens/ma-propriete/debranchement-des-gouttieres/>

Ville de Laval (s.d.). Laval - Adaptation aux changements climatiques. Consulté en septembre 2018 sur le site <https://www.laval.ca/Pages/Fr/Citoyens/adaptation-changements-climatiques.aspx>

Ville de Laval (2017). Ce que peut faire pour vous le Service de l'évaluation en lien avec les inondations printanières de 2017 ! Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.laval.ca/Documents/Pages/Fr/Citoyens/police-securite-civile-et-urgences-sociales/securite-civile/inondations-impact-valeur-propriete.pdf>

Ville de Métis-sur-Mer (2018). L'érosion des berges: nouvelle réglementation. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://www.ville.metis-sur-mer.qc.ca/fr/nouvelles/lerosion-des-berges-nouvelle-reglementation>

Ville de Montréal (2013). Sondage auprès de la population de l'Île de Montréal sur l'agriculture urbaine (Sommaire exécutif). Consulté en mai 2022 sur le site <http://donnees.ville.montreal.qc.ca/dataset/agriculture-urbainesondage/resource/e25c752c-c7d1-4a30-b969-1fb6b896f2ab.>

Ville de Montréal (2015). Plan d'adaptation aux changements climatiques de l'agglomération de Montréal 2015-2020 - Les mesures d'adaptation. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=7237,75085661&_dad=portal&_schema=portal>

Ville de Montréal (2016). Réglementation et outils municipaux sur le bâtiment durable. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/COMMISSIONS_PERM_V2_FR/MEDIA/DOCUMENTS/DOCCONSULT_20161006.PDF>

Ville de Montréal (2017). Évaluation préliminaire de la résilience. Consulté en mai 2022 sur le site <https://resilient.montreal.ca/assets/doc/pra-fr-vf-hr.pdf>

Ville de Montréal (2018a). Colmatage des nids-de-poule : La Ville de Montréal révise ses contrats afin d'améliorer ses pratiques. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=5798,42657625&_dad=portal&_schema=PORTAL&id=30594>

Ville de Montréal. (2018b). Nids-de-poule. Consulté en janvier 2019 sur le site <http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=7317,121455614&_dad=portal&_schema=PORTAL >

Ville de Montréal (2018c). Réseau d'égouts. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=6497,54245574&_dad=portal&_schema=PORTAL>

Ville de Montréal et Direction des grands parcs et du verdissement (2012). Plan d'action canopée 2012–2021. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/PAGE/GRANDS_PARCS_FR/MEDIA/DOCUMENTS/PAC_JUIN_2012_FINAL.PDF>

Ville de Percé (2017). Projet de protection et de réhabilitation du littoral de l'Anse du Sud de Percé. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://ville.perce.qc.ca/projet-de-protection-et-de-rehabilitation-du-littoral-de-lanse-du-sud-de-perce-2/>

Ville de Québec (2016). Place aux arbres: Vision de l'arbre 2015–2025. Consulté en novembre 2021 sur le site <https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/planification-orientations/environnement/milieuxnaturels/protection_milieux_naturels.aspx>

Ville de Québec (2018a). Planification et orientations - Changements climatiques. Consulté en septembre 2018 sur le site <https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/planification-orientations/environnement/changements-climatiques/index.aspx>

Ville de Québec (2018b). Renaturalisation des berges de la rivière Saint-Charles. Consulté en novembre 2018 sur le site <https://www.ville.quebec.qc.ca/citoyens/environnement/eau/protection-cours-deau/bassins-versants-et-sources-deau-potable/renaturalisation-berges-riviere.aspx>

Ville de Saint-Raymond (s.d.). Formulaire d'alerte à la population. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://villesaintraymond.com/formulaire-dalerte-population/>

Ville de Saint-Raymond (2018). Inondations: Agir en amont la recette Saint-Raymond. In ROBVQ (Ed.), Congrès provincial sur la gestion des inondations 29 p. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://archives.robvq.qc.ca/public/documents/formations/congres_inondations/16h05_F_Dumont.pdf>

Ville de Trois-Rivières (s.d.). Lutte aux changements climatiques. Consulté en septembre 2018 sur le site <http://www.v3r.net/services-au-citoyen/environnement/lutte-aux-changements-climatiques#adaptation-aux-changements-climatiques>

Ville de Trois-Rivières (2018). Le grand projet de la rue Saint-Maurice. Consulté en octobre 2018 sur le site <http://www.v3r.net/services-au-citoyen/environnement/lutte-aux-changements-climatiques/le-grand-projet-de-la-rue-saint-maurice#le-chantier-en-chiffres>

Villeneuve, J. P., Mailhot, A. et Salvano, E. (2002). Problématique de l'approvisionnement et de l'utilisation de l'eau potable dans la nouvelle ville de Québec. Rapport final. INRS-Eau, Terre et Environnement. Consulté en novembre 2021 sur le site <http://espace.inrs.ca/id/eprint/1323/1/R000610.pdf>

Vincent, W. F., Lemay, M. et Allard, M. (2017). « Arctic permafrost landscapes in transition: towards an integrated Earth system approach. » *Arctic Science, 3*(2), 39–64. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1139/as-2016-0027>

Vinet-Lanouette, C. et Godin, C. (2016). « Access to a nutritious food basket in Eeyou Istchee- 2016 update. » Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.creehealth.org/sites/default/files/NFB%20Report%202016%20FINAL.pdf>

Visser, M. E. et Both, C. (2005). « Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. » *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 272*(1581), 2561–2569. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3356>

Walder, D. J., Laplante, D. R., Sousa-Pires, A., Veru, F., Brunet, A. et King, S. (2014). « Prenatal maternal stress predicts autism traits in 61/2 year-old children: Project Ice Storm. » *Psychiatry Research, 219*(2), 353–360. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2014.04.034>

Weichenthal, S., Ryswyk, K. Van, Goldstein, A., Bagg, S., Shekkarizfard, M. et Hatzopoulou, M. (2016). « A land use regression model for ambient ultrafine particles in Montreal, Canada: A comparison of linear regression and a machine learning approach. » *Environmental Research, 146*, 65–72. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=113054011&lang=fr&site=ehost-live>

Whitmore, J. et Pineau, P.-O. (2018). État de l'énergie au Québec. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2017/12/EEQ2018_WEB-FINAL.pdf>

Whitmore, J. et Pineau, P.-O. (2020). État de l'énergie au Québec. Chaire de gestion du secteur de l'énergie, HEC Montréal. Consulté en mai 2022 sur le site <https://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2020/03/EEQ2020_WEB.pdf>

Woods, S., Dupras, J., Bergevin, C. et Kermagoret, C. (2019). La valeur économique des écosystèmes naturels et agricoles de la Communauté métropolitaine de Québec et de la Table de concertation régionale pour la gestion intégrée du Saint-Laurent. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2019/09/2019-09_Valeur-économique-ecosystèmes_UQO_Rapport-final.pdf>

Wu, X., Lu, Y., Zhou, S., Chen, L. et Xu, B. (2016). « Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation. » *Environment International, 86*, 14–23. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.09.007>

Xiang, J., Bi, P., Pisaniello, D. et Hansen, H. (2014). « Health Impacts of Workplace Heat Exposure: An Epidemiological Review. » *Industrial Health, 52*(2), 91–101. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1099/jmm.0.05039-0>

Yamasaki, S. H., Hernandez, M., Louvel, J., et Olar, M. (2012). Première étude en vue de développer une méthodologie pour évaluer les vulnérabilités socioéconomiques et la capacité d'adaptation des régions forestières du Québec aux changements climatiques. Rapport final pour Ouranos. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/FicheYamasaki2013_FR.pdf>

Zarnovican, R. (2002). Impact du verglas de 1998 dans une érablière à bouleau jaune en Estrie : Situation après trois ans. *The Forestry Chronicle, 78*(3), 415–421. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.5558/tfc78415-3>

Zhang, M., Duan, H., Shi, X., Yu, Y. et Kong, F. (2012). « Contributions of meteorology to the phenology of cyanobacterial blooms: Implications for future climate change. » *Water Research, 46*(2), 442–452. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.11.013>

Zhang, X., Brown, R., Vincent, L., Skinner, W., Feng, Y et Mekis, E. (2011). Tendances climatiques au Canada, de 1950 à 2007. Biodiversité canadienne: état et tendances des écosystèmes en 2010 – Rapport technique thématique n°5. Conseils canadiens des ministres des ressources, Ottawa, Ontario. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://biodivcanada.chm-cbd.net/sites/ca/files/2018-02/5095No.5_General%20Climate%20July%202011_F.pdf>

Zimova, M., Hackländer, K., Good, J. M., Melo-Ferreira, J., Célio Alves, P. et Mills, L. S. (2018). « Function and underlying mechanisms of seasonal colour moulting in mammals and birds: what keeps them changing in a warming world? » *Biological Reviews, (3)*93, 1478–1498. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/brv.12405>

Zimova, M., Mills, L. S. et Nowak, J. J. (2016). « High fitness costs of climate change-induced camouflage mismatch. » *Ecology Letters, 19*(3), 299–307. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/ele.12568>

ZIP Îles de la Madeleine (2014). Bancs d'essai dans une optique de gestion intégrée face aux enjeux liés à l'érosion côtière. Consulté en septembre 2020 sur le site <http://zipdesiles.org/wp-content/uploads/2017/02/Rapport_final_2014_bancs_essais_erosion_phaseIII.pdf>

Ziter, C. D., Pedersen, E. J., Kucharik, C. J. et Turner, M. G. (2019). « Scale-dependent interactions between tree canopy cover and impervious surfaces reduce daytime urban heat during summer. » *Proceedings of the National Academy of Sciences, 116*(15), 7575–7580. Consulté en septembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1073/pnas.1817561116>


CHAPITRE 3
Ontario
RAPPORT SUR LES PERSPECTIVES RÉGIONALES
Gouvernement du Canada
Government of Canada
Canada

## Auteurs coordonnateurs principaux

Allan G. Douglas, Climate Risk Institute

David Pearson, Université Laurentienne

## Collaborateurs

Neil Comer, Dillon Consulting Ltd.

Christopher Lemieux, Wilfrid Laurier University

Cindy Chu, Pêches et Océans Canada (précédemment avec le ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario)

Dak de Kerckhove, ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario

Kerry Ann Charles, Cambium Aboriginal

Steve Hounsell, Conseil de la biodiversité de l'Ontario

Jacqueline Richard, Climate Risk Institute

Annette Morand, Ressources naturelles Canada (précédemment avec le Climate Risk Institute)

Allison Myles, Climate Risk Institute

## Remerciements

À travers l'élaboration de ce chapitre, les auteurs principaux ont sollicité l'aide et les conseils de nombreuses personnes qui ont fourni des informations précieuses qui ont été utilisées pour informer les sections du chapitre. Nous remercions tout particulièrement :

Arthur R. Rodgers, ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario

Jenny Gleeson, ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario

Paul Gray, ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario

Tom Beechey, indépendant

Scott Parker, Parcs Canada

Dan Kraus, Wildlife Conservation Society Canada

Karen Hartley, ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario

Louis Chora, ministère de l'Environnement, de la Conservation et des Parcs de l'Ontario

Paul Sampson, ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario

Katie Hayes, Santé Canada

Rebekka Schnitter, Santé Canada

Nick Ogden, Agence de la santé publique du Canada

Yann Pelcat, Agence de la santé publique du Canada

Suzanne Seiling, Climate Risk Institute

Kirsten MacMillan, Climate Risk Institute

Anna Zaytseva, Climate Risk Institute

## Citation recommandée

Douglas, A.G. et Pearson, D. (2022). Chapitre sur l'Ontario dans *Le Canada dans un climat en changement : Le rapport sur les perspectives régionales*, (éd.) F.J. Warren, N. Lulham, D.L. Dupuis et D.S. Lemmen. Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario).

# Table des matières

Messages clés 233

3.1 Introduction 235

3.1.1 Géographie 236

3.1.2 Profil social et démographique 237

3.1.3 Profil économique 238

3.1.4 Approche du chapitre 238

3.2 L'infrastructure de l'Ontario est sensible aux impacts des changements climatiques 239

3.2.1 Introduction 239

3.2.2 Inondations 240

3.2.3 Le transport dans le nord de l'Ontario 242

3.2.4 Évaluation des risques liés aux changements climatiques 244

Étude de cas 3.1 : La stratégie d'adaptation de Metrolinx 246

3.2.5 Gestion des actifs 247

3.2.6 Interdépendances 248

3.3 Les approches fondées sur la nature permettent de faire face aux impacts des changements climatiques sur la biodiversité et les services écosystémiques 251

3.3.1 Introduction 251

3.3.2 Impacts et vulnérabilités 252

3.3.3 Résilience et adaptation 254

Étude de cas 3.2 : L'aire naturelle de la plaine sablonneuse de Norfolk 261

3.4 La gestion adaptative est essentielle pour contrer les impacts sur le bassin des Grands Lacs 263

3.4.1 Introduction 263

3.4.2 Impacts et vulnérabilités 264

3.4.3 Résilience et adaptation 269

Étude de cas 3.3 : Adaptation locale dans le bassin des Grands Lacs 272

3.5 L'adaptation améliore la santé des forêts, le stockage du carbone et la biodiversité 274

3.5.1 Introduction 274

3.5.2 Impacts et vulnérabilités 276

3.5.3 Résilience et adaptation 279

3.6 Les changements climatiques sont une source de menaces et de possibilités pour les systèmes agricoles et alimentaires de l'Ontario 284

3.6.1 Introduction 285

3.6.2 Impacts et vulnérabilités 285

3.6.3 Résilience et adaptation 289

Étude de cas 3.4 : Comprendre et traiter les risques et les possibilités agroclimatiques 290

3.7 Les inégalités relatives à la santé humaine existantes seront aggravées par les changements climatiques 293

3.7.1 Introduction 293

3.7.2 Impacts et vulnérabilités 297

3.7.3 Résilience et adaptation 302

Étude de cas 3.5 : Mesures locales pour lutter contre la chaleur extrême 303

3.8 Les progrès en matière d'adaptation restent limités en Ontario 305

3.8.1 Introduction 305

Étude de cas 3.6 : Adaptation aux changements climatiques par la Première Nation de Georgina Island 306

3.8.2 Planification de l'adaptation 308

3.8.3 Mise en œuvre, suivi et évaluation 309

3.9 Aller de l'avant 310

3.9.1 Gouvernance 311

3.9.2 Accessibilité, format et interprétation des données sur les changements climatiques 311

3.9.3 Incertitude liée aux impacts des changements climatiques sur l'équilibre hydrique des lacs 312

3.9.4 Transfert des risques régionaux découlant des changements climatiques au bassin des Grands Lacs 312

3.9.5 Impacts des changements climatiques sur la culture et la santé mentale des Autochtones 312

3.9.6 Mécanismes financiers novateurs 313

3.10 Conclusion 313

3.11 Références 315

# Messages clés

## L'infrastructure de l'Ontario est sensible aux impacts des changements climatiques (voir la section 3.2)

En raison des interdépendances entre plusieurs types d'infrastructures, les changements climatiques, et notamment les phénomènes climatiques extrêmes, peuvent avoir des impacts économiques et sociaux en cascade. Les inondations dans la sous-région du Sud, très peuplée, et les impacts sur les routes d'hiver dans la sous-région du Nord de la province illustrent l'éventail des risques. Des approches ciblées visant à mieux comprendre les menaces et à réduire la vulnérabilité des infrastructures sont utilisées à travers la province.

## Les approches fondées sur la nature permettent de faire face aux impacts des changements climatiques sur la biodiversité et les services écosystémiques (voir la section 3.3)

Le réchauffement climatique a entrainé et continuera à entrainer des changements qui affectent des espèces et à créer des possibilités pour les espèces envahissantes. Les impacts cumulatifs des changements climatiques, de la perte d'habitat, de l'urbanisation, de la pollution et d'autres menaces amplifient les répercussions sur la biodiversité. Les mesures visant à intégrer des solutions axées sur la nature, notamment la création d'aires protégées, telles que les aires protégées et de conservation autochtones, peuvent contribuer à maintenir les services écosystémiques et à réduire les risques liés aux changements climatiques, ainsi qu'à atténuer ce dernier.

## La gestion adaptative est essentielle pour contrer les impacts sur le bassin des Grands Lacs (voir la section 3.4)

Les impacts combinés des changements climatiques, des changements d'affectation des terres et d'autres facteurs de stress ont un impact négatif sur le bassin des Grands Lacs. Malgré la mise en place de mécanismes visant à relever les défis complexes de gouvernance, les efforts d'adaptation dans le bassin demeurent relativement fragmentés. De nombreuses collectivités ont adopté des pratiques de gestion adaptative pour faire face aux impacts en raison des incertitudes concernant les changements futurs.

## L'adaptation améliore la santé des forêts, le stockage du carbone et la biodiversité (voir la section 3.5)

Les changements climatiques ont des impacts sur la composition, les régimes de perturbation et l'enchainement des événements du cycle de vie dans les forêts et les paysages forestiers de l'Ontario. Les changements en ce qui concerne la sécheresse, les ravageurs et les régimes d'incendie et de vent sont particulièrement préoccupants au vu des impacts cumulatifs qui en résultent.

## Les changements climatiques sont une source de menaces et de possibilités pour les systèmes agricoles et alimentaires de l'Ontario (voir la section 3.6)

Des saisons de croissance plus longues et des températures moyennes plus élevées seront bénéfiques pour le secteur agricole dans certaines régions de l'Ontario. Toutefois, la réduction prévue des précipitations estivales, l'aggravation des vagues de chaleur, la fréquence accrue des précipitations extrêmes et l'augmentation des risques liés aux ravageurs et aux maladies constituent une menace pour les exploitations agricoles, ainsi que les activités de soutien comme la transformation et la distribution des aliments. Le renforcement des capacités et l'adaptation dans l'ensemble du secteur permettraient de saisir les possibilités et de gérer les risques liés aux changements climatiques.

## Les inégalités relatives à la santé humaine existantes seront aggravées par les changements climatiques (voir la section 3.7)

De nombreux facteurs non climatiques, dont le revenu, la qualité du logement et l'emploi jouent un rôle clé dans la détermination de la vulnérabilité des collectivités et des individus aux risques sanitaires que pose les changements climatiques. Les populations marginalisées et à faible niveau socio-économique subiront des impacts disproportionnés sur la santé et éprouveront de plus en plus de difficultés à y faire face et à s'adapter. Les évaluations régionales et locales de la vulnérabilité aux changements climatiques qui tiennent compte de l'équité en matière de santé constituent une base pour une action d'adaptation plus solide et plus élargie.

## Les progrès en matière d'adaptation restent limités en Ontario (voir la section 3.8)

Les niveaux de planification et de mise en œuvre de l'adaptation aux changements climatiques varient considérablement en Ontario, l'accent étant toujours mis sur l'évaluation des risques et de la vulnérabilité. Bien qu'il existe des exemples de mise en œuvre, il y a peu de preuves que l'adaptation est intégrée de façon générale dans la prise de décisions. Les systèmes de suivi et d'évaluation des mesures d'adaptation et de leur efficacité demeurent insuffisants dans la plupart des administrations.

# 3.1 Introduction

Le climat du Canada se réchauffe à un rythme environ deux fois supérieur à la moyenne mondiale (Bush et Lemmen, 2019). Entre 1948 et 2016, la température annuelle moyenne de l'Ontario a augmenté de 1,3 °C, et les précipitations annuelles moyennes ont augmenté de 9,7 % au cours de la même période (Bush et Lemmen, 2019). Les projections des modèles climatiques indiquent que ces changements se poursuivront, ce qui met en évidence le fait que les risques que pose actuellement les changements climatiques s'accentueront à l'avenir (voir la figure 3.1).

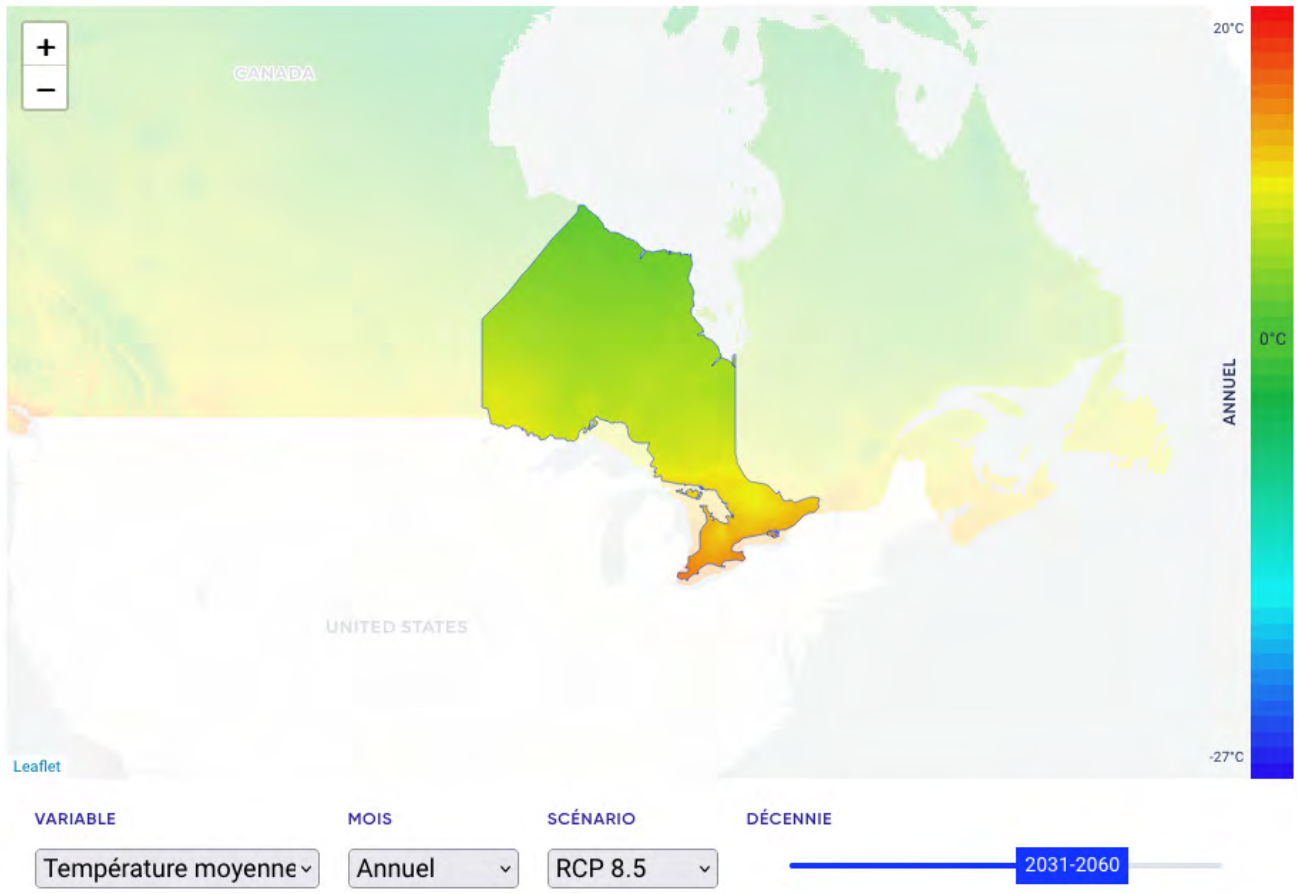



Figure 3.1 : Carte régionale interactive de l'Ontario qui s'inspire de donneesclimatiques.ca et représente diverses variables climatiques de 1980 à 2100 à l'aide d'un scénario d'émissions élevées RCP 8.5.
Source : donneesclimatiques.ca.

Les changements progressifs des conditions climatiques moyennes combinés aux changements de la fréquence et de l'ampleur des phénomènes météorologiques extrêmes entrainent des impacts qui ont, et continueront d'avoir, des effets négatifs prédominants (Cohen et coll., 2019; Zhang et coll., 2019). Les

impacts des changements climatiques sont devenus plus évidents dans la vie quotidienne, ce qui augmente les risques pour les systèmes sociaux, économiques et écologiques (Gouvernement de l'Ontario, 2015a; 2011a). Même si la capacité de l'Ontario à prendre des mesures d'adaptation pour faire face à ces risques est relativement élevée en matière de ressources institutionnelles, techniques, humaines et financières, cette capacité n'a pas encore été largement mobilisée, et ce, malgré la reconnaissance de la nécessité de gérer de manière proactive les risques liés aux changements climatiques par une adaptation efficace (Commissaire à l'environnement de l'Ontario, 2018a).

## 3.1.1 Géographie

Les paysages, la topographie et les ressources naturelles variés de l'Ontario contribuent à façonner les caractéristiques sociales, économiques et culturelles de la province (voir la figure 3.2). Le climat varie du subarctique dans une grande partie du nord au continental humide en été chaud à l'extrémité sud de la province, près de Windsor. Les impacts des changements climatiques et la capacité d'adaptation varieront selon les paysages de l'Ontario et dans le contexte de la diversité sociale, économique, culturelle et environnementale régionale.

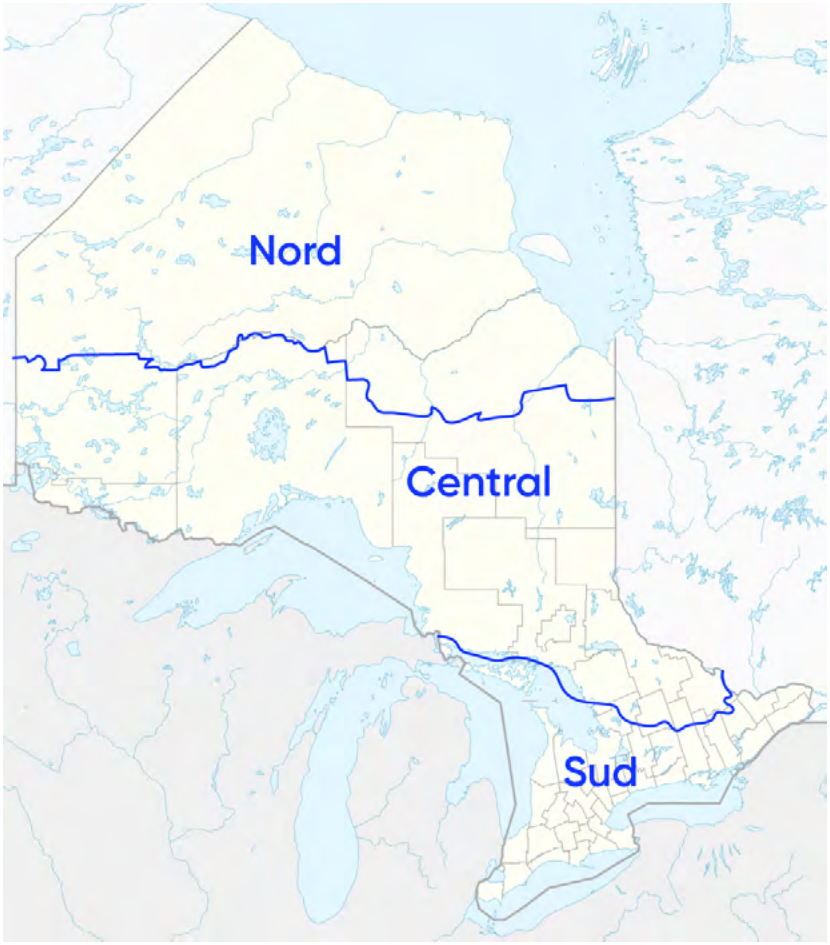



Figure 3.2 : Carte des sous-régions de l'Ontario. Source : Chiotti et Lavender, 2008.

Dans le présent rapport, on suppose que la province de l'Ontario est divisée en trois sous-régions. La sous-région du Sud s'étend de l'île de la Pointe-Pelée au sud à la frontière du Québec à l'est. Elle contient la moitié des centres métropolitains les plus peuplés du Canada, notamment la région élargie du Golden Horseshoe (qui comprend la région du Grand Toronto et de Hamilton [RGTH] et la région de Kitchener-Waterloo), ainsi que les villes d'Ottawa et de London. La majeure partie de la croissance démographique prévue en Ontario continuera de se produire dans les zones urbaines, en particulier dans la région du Grand Toronto et principalement par la migration (Ministère des Finances de l'Ontario, 2021a). La région comprend les parties canadiennes du lac Huron, du lac Érié et du lac Ontario, qui sont essentielles pour la navigation, l'industrie, le tourisme et l'agriculture de la région (Woudsma et Towns, 2017).

La sous-région Centre quant à elle comprend les villes de Sudbury, de Thunder Bay, de Timmins, de Sault Ste. Marie et de North Bay. La densité de la population est beaucoup plus faible que celle des régions du sud de la province. Les collectivités de cette sous-région dépendent largement des industries des ressources naturelles, ainsi que de secteurs émergents plus petits, comme les services financiers et les services aux entreprises, la recherche et l'innovation, la construction et le tourisme (Conteh, 2017). La région contient plus des deux tiers des lignes d'autoroute de la province, qui, avec le réseau ferroviaire, établissent d'importants liens économiques et sociaux entre les collectivités (Woudsma et Towns, 2017).

La sous-région du Nord, dont les frontières correspondent à celles du Grand Nord telles que définies dans la Loi sur le Grand Nord (Gouvernement de l'Ontario, 2010), est très peu peuplée. Bien qu'elle couvre 42 % de la superficie de l'Ontario, cette sous-région ne contient que 0,17 % de la population de la province (Ministère des Relations autochtones et de la Réconciliation, 2017). Elle est principalement peuplée de petites collectivités des Premières Nations qui dépendent des pratiques de subsistance et de l'accès aux routes d'hiver pour acquérir les ressources dont elles ont besoin (Ministère des Relations autochtones et de la Réconciliation, 2017). La sous-région du Nord s'étend jusqu'aux côtes de la baie d'Hudson et de la baie James et comprend des zones de pergélisol continu et de pergélisol discontinu et des tourbières qui séquestrent de grandes quantités de dioxyde de carbone (McLaughlin et Webster, 2014). Si elles sont perturbées, les tourbières peuvent libérer dans l'atmosphère le carbone stocké, ce qui inverse le processus de séquestration du carbone et accentue le réchauffement climatique. Il existe relativement peu de similitudes sociales, économiques ou écosystémiques entre la sous-région du Nord et les sous-régions du Centre et du Sud de la province.

## 3.1.2 Profil social et démographique

L'Ontario compte 14,7 millions d'habitants et sa population était celle qui augmentait le plus rapidement parmi les provinces canadiennes en juillet 2020, avec une croissance de 1,3 % par rapport à l'année précédente (Ministère des Finances de l'Ontario, 2021b). Le taux de croissance de la population varie dans la province, les populations des centres urbains de la sous-région du Sud augmentant plus rapidement que celles des sous-régions du Centre et du Nord, qui restent stables ou diminuent dans certaines régions. Ces tendances devraient se poursuivre jusqu'au milieu du siècle selon un scénario de croissance moyenne, la population provinciale devant augmenter de 35,8 % (5,3 millions de personnes) au cours des 25 prochaines années, en grande partie en raison d'une migration nette accrue (Ministère des Finances de l'Ontario, 2021c). Les changements climatiques amplifieront les facteurs de stress sociaux et économiques existants dans les centres urbains à forte population (Wuebbles et coll., 2019).

Plus de 374 000 personnes en Ontario sont des Autochtones inscrits, y compris les Premières Nations, les Métis et les Inuits. Environ 116 000 d'entre elles parlent des langues autochtones (Statistique Canada, 2017). La population autochtone est répartie dans toute la province, avec environ un tiers vivant dans les grandes agglomérations, telles que Thunder Bay, Sudbury, Sault Ste. Marie, Ottawa et Toronto (AANC, 2018; Statistique Canada, 2017). Plus d'un quart des membres des Premières Nations de l'Ontario vivent dans des collectivités éloignées de la sous-région du Nord qui ne sont accessibles que par avion ou par des routes d'hiver, deux modes de déplacement qui dépendent fortement des conditions météorologiques et climatiques (Ministère des Relations avec les Autochtones et de la Réconciliation de l'Ontario, 2017).

## 3.1.3 Profil économique

La diversité de l'activité économique dans les sous-régions de la province contribue grandement à la force de l'économie globale de l'Ontario (Chambre de commerce de l'Ontario, 2020). L'économie de la province repose principalement sur les secteurs de la production de biens et des services, les grandes régions métropolitaines de la sous-région du Sud affichant le taux de croissance de l'emploi le plus élevé (Gouvernement de l'Ontario, 2021a). Les efforts visant à diversifier les économies dépendantes des ressources et à renforcer la résilience globale comprennent l'expansion des secteurs des services et de la fabrication et l'amélioration de la résilience des écosystèmes (Gouvernement de l'Ontario, 2011b). Pour certaines parties de la sous-région du Nord, en particulier dans la zone du « Cercle de feu » riche en chrome, les gisements de diamants et de métaux nouvellement découverts présentent des occasions de développement économique sans précédent, avec des préoccupations associées concernant les impacts sur les pratiques culturelles et les écosystèmes (Chong, 2014).

## 3.1.4 Approche du chapitre

S'appuyant sur les conclusions d'évaluations antérieures, le présent chapitre définit les impacts et les risques liés aux changements climatiques propres à l'Ontario, évalue les progrès réalisés en matière d'adaptation dans la province et fait état des lacunes dans les connaissances et des nouveaux enjeux. Le chapitre évalue la base de connaissances sur les impacts et l'adaptation en Ontario, qui s'est considérablement enrichie depuis la publication du rapport d'évaluation nationale de 2008 (Chiotti et Lavender, 2008). Les recherches en cours continuent de renforcer la base de données probantes et, bien que la documentation sur les risques et les impacts domine toujours, les recherches axées sur l'adaptation et la résilience ont considérablement augmenté au cours de la dernière décennie (Brinker et coll., 2018; Zeuli et coll., 2018; AECOM, 2015; Chu, 2015; Lemieux et coll., 2013).

Les sources documentaires universitaires et autres ont été complétées par les commentaires reçus lors des séances de mobilisation tenues avec les principaux intervenants et praticiens de la province. Les messages clés reflètent la diversité sociale, économique et écologique de l'Ontario, ainsi que l'ampleur des impacts des changements climatiques.

# 3.2 L'infrastructure de l'Ontario est sensible aux impacts des changements climatiques

**En raison des interdépendances entre plusieurs types d'infrastructures, les changements climatiques, et notamment les phénomènes climatiques extrêmes, peuvent avoir des impacts économiques et sociaux en cascade. Les inondations dans la sous-région du Sud, très peuplée, et les impacts sur les routes d'hiver dans la sous-région du Nord de la province illustrent l'éventail des risques. Des approches ciblées visant à mieux comprendre les menaces et à réduire la vulnérabilité des infrastructures sont utilisées à travers la province.**

*Les économies et la société dépendent du bon fonctionnement et de la résilience des infrastructures pour continuer à fournir des services essentiels. Des exemples récents de défaillances d'infrastructures en Ontario, surtout liées à des pluies et inondations extrêmes, mettent en évidence les impacts économiques et sociaux. Dans les régions du nord de la province, les infrastructures de transport, notamment les routes d'hiver, sont menacées. Les administrations locales et régionales de l'Ontario commencent à s'attaquer aux risques connexes par le biais d'évaluations des risques, de pratiques de gestion et de conception des biens, de la planification des interventions en cas d'urgence et de la planification stratégique, y compris le développement à faible impact, qui tiennent explicitement compte des conditions climatiques futures. La prise en compte des interdépendances entre les différents types d'infrastructures comme l'eau, les transports, l'énergie et les télécommunications, est de plus en plus reconnue comme importante pour une adaptation réussie.*

## 3.2.1 Introduction

Les collectivités de l'Ontario varient en taille, en population, en géographie et en tissu social (voir les sections 3.1.1 et 3.1.2). Les infrastructures qui soutiennent ces populations et ces économies varient en termes d'âge et de performance et nécessiteront des investissements conséquents au cours des prochaines décennies (Bulletin de rendement des infrastructures canadiennes, 2019). Ces investissements, qui englobent l'entretien, la réparation, la reconstruction et de nouvelles constructions, offrent des possibilités d'adaptation aux changements climatiques. La prise en compte des risques liés aux changements climatiques lors du renouvellement et de la modernisation des infrastructures comporte des avantages sociaux, environnementaux et économiques importants et à long terme (Adaptation to Climate Change Team, 2021; Institut climatique du Canada, 2021).

Les dommages considérables causés par les phénomènes extrêmes en Ontario (voir la section 3.2.2), notamment en matière de santé et de sécurité humaines, ont mis en évidence les vulnérabilités des infrastructures aux changements climatiques. Cette section est consacrée aux inondations dans le sud de l'Ontario et aux impacts des changements climatiques sur les routes d'hiver dans le nord. Elle examinera ensuite la progression de l'adaptation dans la province, avec notamment la mise en œuvre d'évaluations des risques liés aux infrastructures et l'intégration des changements climatiques dans la gestion des infrastructures. La section se terminera par une discussion sur l'importance de prendre en compte les interdépendances entre les différents types d'infrastructures lors de la planification de l'adaptation.

## 3.2.2 Inondations

Parmi les impacts climatiques dont les coûts et la fréquence sont les plus élevés en Ontario figurent les inondations liées aux pluies extrêmes, les pluies sur un sol gelé, la fonte rapide des neiges et les embâcles (Moudrak et Feltmate, 2019; Farghaly et coll., 2015; Boyle et coll., 2013). L'intensité des pluies extrêmes augmente en Ontario (Coulibaly et coll., 2016; Soulis et coll., 2016; Mekis et coll., 2015; Shephard et coll., 2014; Cheng et coll., 2012; Paixao et coll., 2011), tout comme dans les régions adjacentes des États-Unis (Easterling et coll., 2017; Walsh et coll., 2014). Les facteurs de stress non climatiques, comme la croissance urbaine et les changements d'affectation des terres, favorisent également l'augmentation des risques associés aux inondations en Ontario (Henstra et coll., 2020; Oleson et coll., 2015).

Les dommages causés aux infrastructures par les inondations ont été l'un des principaux facteurs de l'augmentation des pertes assurées et non assurées en Ontario ainsi que dans de nombreuses autres régions du Canada (Moudrak et Feltmate, 2019; Feltmate et coll., 2017; Moghal et Peddle, 2016; BAC, 2015). Les inondations dans les villes ont interrompu l'activité commerciale et occasionné des difficultés pour les résidents en plus de provoquer chez eux de l'anxiété (Decent et Feltmate, 2018; Manning et Clayton, 2018; Moudrak et Feltmate, 2017). On estime que l'augmentation des coûts engendrés par les inondations au Canada s'accompagne d'importantes pertes de productivité (Bureau d'assurance du Canada et Fédération canadienne des municipalités, 2020; Davies, 2016). Si les rapports sur les pertes assurées font état de coûts élevés des inondations urbaines (voir le tableau 3.1; Robinson et Sandink, 2021), les dommages supplémentaires non assurés augmentent l'ampleur des pertes totales et sont souvent inconnus. Cependant, d'après les estimations du Bureau d'assurance du Canada, pour chaque dollar de perte assurée, il y a trois à quatre dollars de pertes non assurées, qui sont supportées par les propriétaires de maisons, les propriétaires d'entreprises et les gouvernements (Moudrak et coll., 2018).

## Tableau 3.1 : Exemples de villes ontariennes qui ont connu des phénomènes météorologiques extrêmes au cours de la dernière décennie ayant entrainé des pertes assurées importantes

| VILLE | DATE | PERTE ASSURÉE |
|---|---|---|
| Toronto | 8 juillet 2013 | 1 024 milliards de dollars |
| Windsor/Tecumseh/Essex | Du 28 au 29 août 2017 | 177 millions de dollars |
| Windsor/Tecumseh | 28 septembre 2016 | 165 millions de dollars |
| Hamilton, Ottawa | Juillet 2012 | 104 millions de dollars |
| Région du Grand Toronto | Août 2014 | 84 millions de dollars |

Source : Adapté de Robinson et Sandink, 2021.

En raison de la vulnérabilité des infrastructures de l'Ontario aux pluies extrêmes et aux inondations, les approches d'adaptation impliquent fréquemment l'utilisation de courbes intensité-durée-fréquence (IDF) de précipitations mises à jour qui déterminent la probabilité qu'un épisode de pluie donné se produise (Simonovic et coll., 2017; IBI Group, 2016; Soulis et coll., 2015; Shephard et coll., 2014). Les méthodes d'ajustement des courbes IDF afin de prendre en compte les changements climatiques varient (Schardong et coll., 2020; Soulis et coll., 2016) et peuvent donner des résultats sensiblement différents. Des interfaces Web conviviales (Schardong et coll., 2020; Ministère des Transports de l'Ontario, 2016) et d'autres directives techniques (Association canadienne de normalisation, 2019) sont mises à disposition pour permettre aux ingénieurs et à d'autres personnes d'accéder à des données IDF mises à jour, ce qui contribue à faciliter la prise en compte des changements climatiques dans les décisions relatives aux infrastructures (Switzman et coll., 2017; Sehgal, 2016; Soulis et Sarhadi, 2016; Solaiman et Simonovic, 2011).

Dans le but de faire face aux précipitations extrêmes et aux risques d'inondation, les municipalités ont traditionnellement utilisé des solutions en aval pour traiter les eaux pluviales. Toutefois, au cours des dernières années, on a constaté une augmentation de l'utilisation des surfaces perméables et des infrastructures naturelles pour contrôler de plus grandes quantités d'eau (quantité) et pour filtrer l'eau qui recharge les aquifères souterrains (qualité) (voir le chapitre Services écosystémiques du Rapport sur les enjeux nationaux; Eckart et coll., 2017; Commissaire à l'environnement de l'Ontario, 2017, 2016). Hamilton, Toronto, Thunder Bay, London, Newmarket et de nombreuses autres municipalités et offices de protection de la nature de l'Ontario ont fait une promotion active de l'adaptation aux changements climatiques par l'entremise de stratégies d'aménagement à faible impact écologique (AFIE), de planification et d'adaptation des bassins hydrographiques (Henstra et coll., 2020). Les projets d'AFIE pilotes réussis comprennent

l'utilisation de revêtements perméables, de rigoles de drainage biologique, de jardins de pluie, de toits verts, de tranchées d'infiltration et d'autres formes de gestion des eaux pluviales qui peuvent s'avérer particulièrement utiles pour limiter les impacts des orages moins violents (voir le chapitre Villes et milieux urbains du Rapport sur les enjeux nationaux). Les zones naturelles comme les étangs, les milieux humides et les zones de végétation sont de plus en plus considérées comme des outils de prévention des inondations et présentent de nombreux avantages environnementaux et sociaux (p. ex. pour la biodiversité et la qualité de l'eau), dont la valeur est mise en évidence dans des évaluations rigoureuses de la valeur économique totale (Moudrak et coll., 2018).

Quarante-quatre municipalités ontariennes disposent de systèmes de débordement d'égouts unitaires qui rejettent des eaux usées non traitées ou partiellement traitées dans les rivières et les lacs récepteurs, et qui présentent un risque plus élevé de surcharge lors d'inondations en raison de normes de conception inappropriées au moment de la construction, de l'augmentation des surfaces imperméables et de la croissance urbaine (Commissaire à l'environnement de l'Ontario, 2018b). Alors que les municipalités cherchent à remplacer les systèmes de débordement d'égouts unitaires obsolètes et à améliorer les infrastructures d'eaux pluviales, la prise en compte des augmentations prévues de la fréquence et de l'ampleur des inondations permettra de réduire considérablement le risque de refoulement des égouts et de dommages causés aux résidences, ainsi que les risques pour la santé humaine qui en découlent (Kovacs et coll., 2014).

## 3.2.3 Le transport dans le nord de l'Ontario

Par rapport aux régions de l'Ontario situées plus au sud et plus densément peuplées, les infrastructures de la sous-région du Nord desservent des collectivités plus petites, plus dispersées et moins peuplées, qui sont pour la plupart constituées d'autochtones. Les infrastructures de transport, qui comprennent les routes d'hiver et les pistes d'atterrissage, sont particulièrement cruciales pour la circulation des biens et des services dans les communautés isolées. Les hivers plus chauds et la variabilité des températures rendent difficiles la construction et l'entretien des routes d'hiver, ce qui affecte la stabilité et la sécurité des routes et, au bout du compte, a un impact sur l'approvisionnement en carburant, en nourriture et autres produits de base (Hori et coll., 2018a; 2018 b).

Les routes d'hiver du nord de l'Ontario assurent la liaison terrestre avec les autoroutes et les réseaux ferroviaires provinciaux (voir la figure 3.3). Par ailleurs, par rapport à d'autres solutions, elles réduisent les coûts de transport des marchandises, offrent un accès plus abordable aux services (comme les soins de santé), favorisent l'autonomie et le bien-être des personnes qui se déplacent pour des événements culturels et communautaires, et améliorent l'accès aux collectivités éloignées et aux ressources minérales. Les routes sont en partie des routes de glace, dans la mesure où des tronçons de ces routes traversent des rivières et des lacs, tandis que d'autres sections traversent des terres. Un mètre de glace de bonne qualité peut supporter des charges de 50 000 kg (T.N.-O., 2015). Ces dernières années, les saisons d'activité ont été raccourcies par le dégel précoce au printemps et des périodes de chaleur à la mi-saison, mais aussi par des interruptions de service plus fréquentes dues à des phénomènes météorologiques variables. Ces phénomènes ont entrainé un ramollissement de la surface des routes et une détérioration des conditions de conduite, exigeant des vitesses plus lentes et des charges plus petites. Ils ont également provoqué

une augmentation des coûts d'exploitation et d'entretien, ainsi que des risques pour la santé et la sécurité (Barrette, 2018; IBI Group, 2016).




Figure 3.3 : Méthodes et routes d'accès aux communautés du nord de l'Ontario, y compris l'accès par avion, par bateau, par train et par de nombreux types de routes. Les routes d'hiver sont représentées par des lignes discontinues rouges. Source : Ministère du Développement du Nord, des Mines, des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, 2019

Même si les conditions dans les régions plus au nord pourraient demeurer propices à la construction de routes de glace jusqu'au milieu du siècle, et ce même dans le cadre de scénarios d'émissions élevées, le réchauffement saisonnier et la variabilité des conditions météorologiques affecteront les régions plus au sud et pourraient empêcher une saison de routes de glace de glace viable (Hori et coll., 2018b). Les périodes de chaleur, comme celles signalées par les exploitants de routes d'hiver (Barrette, 2018; Kimesskenemenow Corporation, Ontario National Assessment Engagement Sessions, 2018), et la tendance à la baisse du nombre de jours de froid extrême (p. ex. le nombre moyen de jours de -25°C ou moins est passé de 79 jours au milieu des années 1950 à 57 jours au milieu des années 2010; IBI, 2015) représente un grand défi pour la construction et l'entretien.

Diverses solutions sont proposées pour aider à la gestion des risques liés aux routes d'hiver ou de glace dans le Grand Nord, entre autres : 1) l'utilisation d'un radar pouvant pénétrer la glace pour déterminer l'épaisseur adéquate de la glace; 2) l'établissement de traversées permanentes de ruisseaux et de petites rivières à des endroits clés; 3) la réorientation de certains tronçons de route vers des terrains moins susceptibles d'être inondés pendant les dégels ou les pluies d'hiver; 4) la réorientation de certains tronçons de route vers des couloirs plus appropriés pour une transformation ultérieure en des routes utilisables en toute saison; et 5) l'utilisation systématique des meilleurs protocoles de construction et d'entretien possibles (Barrette, 2018). La possibilité de passer de l'utilisation de la route à l'utilisation des dirigeables ou des aéroglisseurs pour le transport de charges lourdes continue d'être évoquée (IBI Group, 2016). Outre les solutions techniques, les collectivités ont envisagé d'autres options, notamment la possibilité d'avoir des routes praticables par tous les temps et d'accroître l'autosuffisance en matière de consommables (Reid, 2015). Les mesures d'adaptation sont en fin de compte à la discrétion des collectivités et dictées par les circonstances et les capacités régionales.

## 3.2.4 Évaluation des risques liés aux changements climatiques

Les évaluations des risques liés aux changements climatiques sont des outils essentiels pour comprendre la vulnérabilité des infrastructures et les possibilités de renforcer la résilience. Depuis 2007, plus de 20 évaluations des risques liés aux changements climatiques axées sur l'ingénierie ont été réalisées en Ontario dans le cadre d'un effort national visant à former les ingénieurs sur le moyen d'intégrer les changements climatiques dans les décisions relatives aux infrastructures (voir le tableau 3.2). La plupart de ces évaluations ont été réalisées conformément au protocole du Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques (CVIIP), qui est une approche systématique fondée sur les risques pour examiner comment différents facteurs météorologiques et climatiques influent sur la performance et l'espérance de vie des infrastructures (Ingénieurs Canada, 2016). Le protocole a également été adapté pour une application dans les collectivités des Premières Nations (Trousse d'outils sur la résilience des infrastructures des Premières Nations; Félio et Lickers, 2019) et sa publication est prévue pour l'été 2022. Les évaluations qui en découlent révèlent les seuils auxquels les différents systèmes d'infrastructure seront compromis en cas d'exposition à des conditions météorologiques extrêmes et à la variabilité du climat, et confirment les interdépendances entre les systèmes d'infrastructure. Par ailleurs, elles recensent et classent par ordre de priorité les lieux et les populations les plus vulnérables aux impacts des changements climatiques sur les infrastructures et aux perturbations des services connexes (Zeuli et coll., 2018). En outre, ces évaluations permettent de sensibiliser les cadres supérieurs aux risques climatiques (AECOM, 2015) et de façon plus générale (Chiotti et coll.,

2017), de signaler la nécessité d'une collaboration et d'une coordination au sujet des mesures d'adaptation, et servent de catalyseur pour l'élaboration et la mise en œuvre de mesures d'adaptation (Comptables professionnels agréés du Canada, 2015a; 2015b). Généralement, les évaluations des risques constituent la première étape de l'élaboration d'une stratégie globale d'adaptation aux changements climatiques (voir l'étude de cas 3.1).

## Tableau 3.2 : Évaluations de la vulnérabilité des infrastructures du CVIIP réalisées en Ontario

| TYPE D'INFRASTRUCTURE | LIEU DE L'ÉVALUATION | RÉFÉRENCE |
|---|---|---|
| Énergie | Toronto | AECOM (2012) |
| | Toronto | AECOM (2015) |
| | Ottawa | Stantec (2019) |
| | Dans toute la province | Office de protection de la nature de Toronto et de la région (2015) |
| Transport | Grand Sudbury | R.V. Anderson Associates Limited (2008) |
| | Toronto | GENIVAR Inc. (2011a) |
| | Toronto | AECOM, TRCA, et RSI (2016) |
| Eau et eaux usées | Toronto | GENIVAR Inc. (2010) |
| | Prescott | GENIVAR Inc. (2011 b) |
| | Welland | AMEC (2012) |
| | Leamington/Kingsville/Essex | GENIVAR Inc. (2013) |
| | GTA/Mississauga | Greater Toronto Airport Authority (2014) |
| | Première Nation d'Akwesasne | Stantec (2017) |
| | Ottawa | R.V. Anderson Associates Limited (2017) |
| | Windsor | Landmark Engineers Inc. (2019) |
| | Moose Factory/Première Nation crie de Moose | Stantec (2018a) |
| Services alimentaires | RGT | Zeuli et coll. (2018) |

| TYPE D'INFRASTRUCTURE | LIEU DE L'ÉVALUATION | RÉFÉRENCE |
|---|---|---|
| Bâtiments | Ottawa<br>Sud-ouest de l'Ontario<br>Oneida Nation of the Thames<br>Premières Nations de Kasabonika Lake | HOK Canada (2008)<br>Golder Associates (2012)<br>Stantec (2018 b)<br>Stantec (2020) |
| Infrastructures naturelles | RGT | Risk Sciences International (2018) |
| Ports | Toronto | AECOM (2019) |

## Étude de cas 3.1 : La stratégie d'adaptation de Metrolinx

Metrolinx est une société d'État responsable du système de transport multimodal dans la région du Grand Toronto et de Hamilton (RTGA). Chef de file en matière d'adaptation dans le secteur des transports, la société a conçu la stratégie d'adaptation Metrolinx 2018 qui s'appuie sur l'évaluation de la vulnérabilité réalisée par une équipe interdisciplinaire à l'aide du protocole du Comité sur la vulnérabilité de l'ingénierie des infrastructures publiques (CVIIP) (AECOM et coll., 2016) et sur un rapport intitulé « Planning for Resilience » (Chiotti et coll., 2017). La stratégie énonce sept mesures d'adaptation clés pour améliorer la résilience du transport ferroviaire aux conditions météorologiques extrêmes et aux changements climatiques (Metrolinx, 2018). Ces mesures sont les suivantes :

1. L'amélioration des infrastructures, notamment en renforçant et en surveillant les digues, en intégrant l'aménagement à faible impact écologique (AFIE) et en augmentant la dimension des ponceaux et la capacité des eaux de ruissellement afin de réduire les risques d'inondation et de lessivage.
2. L'utilisation d'une température idéale de pose plus élevée (37,8 °C) comme norme de construction révisée pour préchauffer les voies, réduisant ainsi le risque de gauchissement et de flambage des voies pendant les vagues de chaleur.
3. L'amélioration de la surveillance, notamment les prévisions météorologiques, les capteurs d'intégrité du ballast (pour détecter le lavage du granulat drainant qui soutient la voie ferrée), ainsi que le contrôle des niveaux des cours d'eau et des conditions d'inondation en temps réel au niveau de la voie, afin de réduire la vulnérabilité aux épisodes de précipitations extrêmes.

4. L'élaboration d'un plan hivernal à l'échelle de l'organisation pour se préparer à de fortes chutes de neige, à des pluies verglaçantes et à des températures hivernales extrêmes afin de permettre le maintien des opérations.
5. L'amélioration des procédures d'intervention et d'exploitation d'urgence pendant et après des phénomènes météorologiques extrêmes.
6. La mise à jour des protocoles opérationnels pour les trains en cas de crue des eaux causée par des épisodes de précipitations extrêmes et des inondations.
7. La mise à niveau des normes relatives à la génération d'énergie de secours dans les gares et les installations afin de garantir l'alimentation en énergie lors de pannes prolongées causées par des phénomènes météorologiques extrêmes.

La stratégie d'adaptation de Metrolinx était l'une des premières du genre en ce qui concerne les infrastructures ferroviaires. Le processus d'élaboration du plan comprenait des éléments de gestion des biens, de pratiques de conception, de planification et de préparation à des interventions en cas d'urgence, de planification régionale et stratégique, ainsi que des activités de mobilisation et d'éducation. Le processus et le plan qui en résultent peuvent être considérés comme une pratique exemplaire pour d'autres régions métropolitaines de l'Ontario et du Canada.

## 3.2.5 Gestion des actifs

Les municipalités et d'autres propriétaires et gestionnaires d'infrastructures ont commencé à intégrer l'adaptation dans leurs pratiques de gestion des actifs (voir le chapitre Villes et milieux urbains du Rapport sur les enjeux nationaux; Kenny et coll., 2019; Kenny et coll., 2018; Metrolinx, 2018; Chambre de commerce de l'Ontario, 2017; FCM, 2017; Félio, 2017; Ernst and Young, 2016; Félio, 2016). Les nouvelles exigences légales et réglementaires ont constitué un moteur important de cette activité. Plus particulièrement la Loi de 2015 sur l'infrastructure au service de l'emploi et de la prospérité, dont le règlement 588/17 exige que les municipalités élaborent et mettent en œuvre un plan de gestion des biens et des politiques d'appui pour les infrastructures municipales (Lois-en-ligne de l'Ontario, 2018). Le règlement exige également que les municipalités tiennent compte des « mesures qui pourraient être nécessaires pour contrer les vulnérabilités touchant les biens d'infrastructure de la municipalité qui peuvent découler des changements climatiques [...] » (Lois-en-ligne de l'Ontario, 2018). Le Programme de gestion des actifs municipaux de la Fédération canadienne des municipalités a été un autre facteur clé. En effet, depuis 2016, ce programme a financé 157 projets en Ontario axés sur l'amélioration des pratiques de gestion des actifs (FCM, 2020). L'intégration des changements climatiques dans le cycle de planification, d'entretien, de renouvellement et de réhabilitation des actifs d'infrastructure garantit leur longévité et contribue à préserver les niveaux de service pour les collectivités (voir la figure 3.4; Bulletin de rendement des infrastructures canadiennes, 2019; 2016).

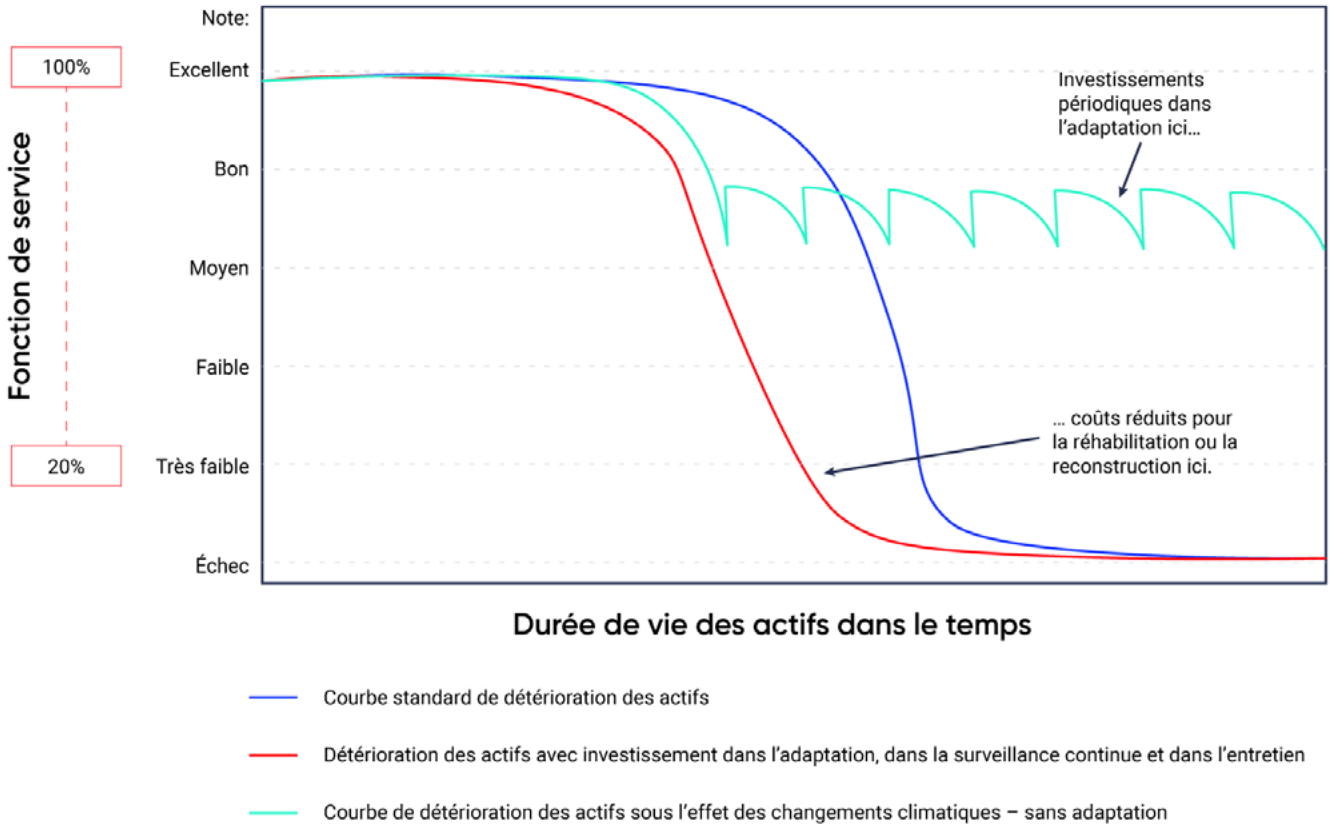



Figure 3.4 : Exemple de courbe de détérioration des actifs pour les routes montrant comment des investissements récurrents et prévus dans l'adaptation et la préservation des actifs pendant la phase initiale de dégradation (p. ex. de l'état « excellent » à « bon ») sont nettement plus rentables qu'une gestion réactive par la réhabilitation ou la reconstruction pour un état allant de « moyen » à « très mauvais ». Source : Bulletin de rendement des infrastructures canadiennes, 2019; 2016.

En vertu de la Loi sur l'évaluation environnementale, le ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs (MEPP) de l'Ontario a publié des directives sur la meilleure façon de prendre en compte les changements climatiques dans le processus d'évaluation environnementale. De plus, la Déclaration de principes provinciale de l'Ontario de 2014 stipule que les offices d'aménagement devraient promouvoir les infrastructures vertes (Ministère des Affaires municipales et du Logement de l'Ontario, 2020) qui offrent des avantages supplémentaires en matière de santé humaine et de la réduction des gaz à effet de serre.

## 3.2.6 Interdépendances

Les infrastructures d'eau et d'eaux usées, de transport, d'énergie et de télécommunications, les bâtiments et les autres formes d'infrastructure de l'Ontario sont hautement interconnectés. Dans de nombreux cas, il existe des interdépendances. En d'autres termes, le fonctionnement sûr et cohérent d'un actif contribue à un fonctionnement tout aussi sûr et cohérent d'un autre actif. Par conséquent, les perturbations, causées

par des phénomènes météorologiques ou d'autres facteurs, peuvent provoquer des pannes d'infrastructures multiples et aggravées et affecter la prestation de services essentiels et les activités commerciales courantes (voir le chapitre Impacts sur les secteurs et mesures d'adaptation du Rapport sur les enjeux nationaux). Les interdépendances entre les infrastructures ne sont pas seulement matérielles; elles concernent également la propriété, les responsabilités et les obligations. Les entreprises partagent souvent l'utilisation et la propriété d'infrastructures et, même si elles peuvent prendre des mesures de manière indépendante pour être plus résilientes aux changements climatiques (en élaborant des plans de continuité des opérations, en souscrivant une assurance appropriée, etc.), elles demeurent dépendantes de la résilience aux changements climatiques des services connexes. La prise de décisions dans de telles situations nécessite des outils et des processus de planification qui intègrent des interdépendances complexes (Bondank et Chester, 2020; Farhad et coll., 2019; Zeuli et coll., 2018; AECOM, 2017).

La ville de Toronto a réalisé une évaluation générale des risques dans le but de déterminer les interdépendances et les mesures d'adaptation qui s'étend à plusieurs secteurs (hydroélectricité, transport, eau et eaux usées, alimentation et agriculture, etc.) (AECOM, 2017). Citons le cas d'un fournisseur de gaz naturel et d'un fournisseur d'énergie de quartier qui dépendent de Toronto Hydro pour l'électricité, et Toronto Hydro dépend à son tour d'infrastructures telles que le réseau routier et le réseau de ruissellement de la ville, et par conséquent, les inondations liées à des précipitations extrêmes pourraient se répercuter sur tous les actifs électriques et causer une panne (voir la figure 3.5; AECOM, 2017).

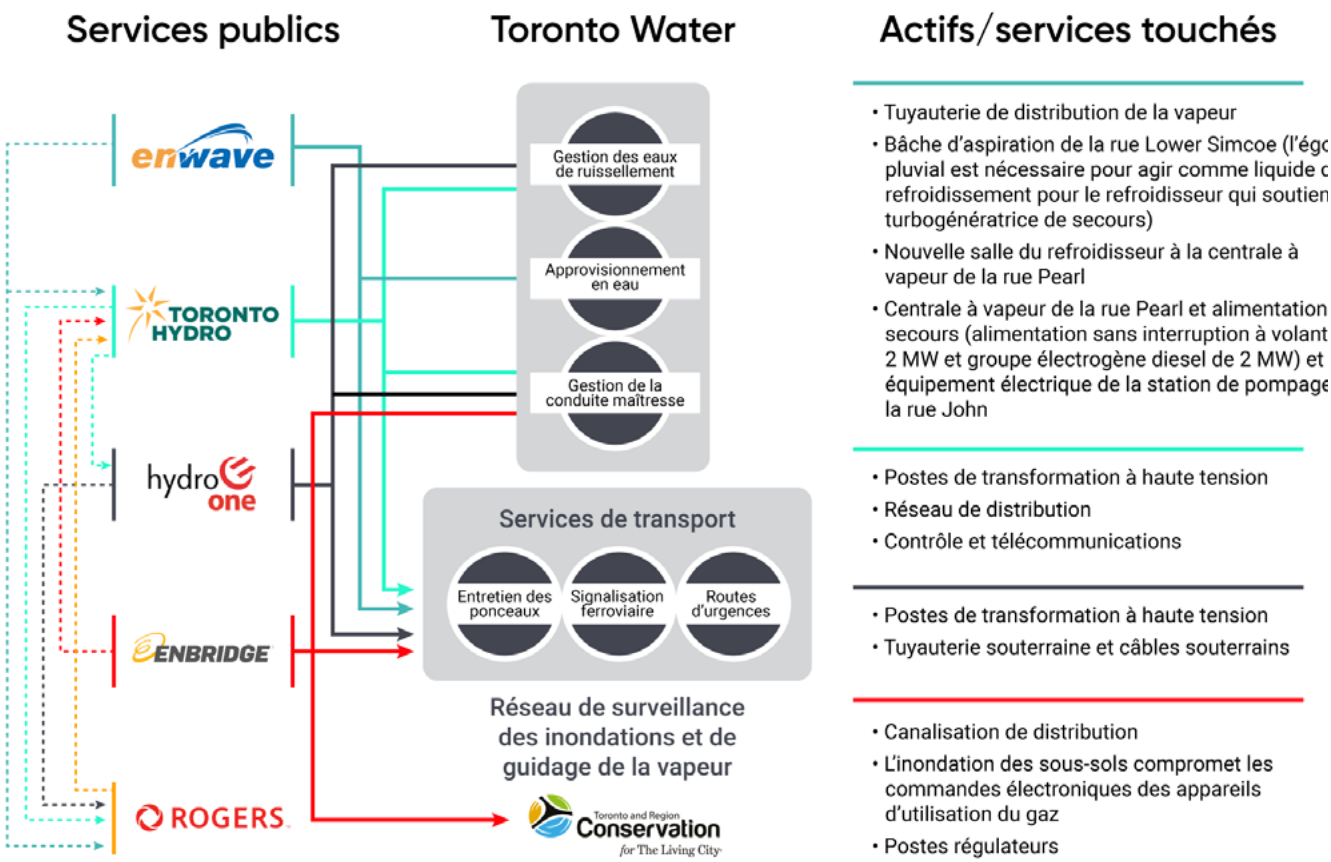



Figure 3.5 : Interdépendances des services publics dans la région du Grand Toronto. Source : AECOM, 2017.

L'évaluation des risques réalisée par la ville de Toronto illustre bien la nécessité d'une collaboration pour mobiliser l'adaptation. Elle met en lumière les répercussions en cascade des changements climatiques, ainsi que les gains d'efficacité en matière de planification qui peuvent rendre l'adaptation plus rentable. L'évaluation a également souligné la nécessité de protocoles relatifs au partage d'information, d'études détaillées en matière d'ingénierie, d'une augmentation du financement et d'une planification des infrastructures ainsi qu'un développement de politiques plus proactifs (AECOM, 2017).

# 3.3 Les approches fondées sur la nature permettent de faire face aux impacts des changements climatiques sur la biodiversité et les services écosystémiques

**Le réchauffement climatique a entrainé et continuera à entrainer des changements qui affectent des espèces et à créer des possibilités pour les espèces envahissantes. Les impacts cumulatifs des changements climatiques, de la perte d'habitat, de l'urbanisation, de la pollution et d'autres menaces amplifient les répercussions sur la biodiversité. Les mesures visant à intégrer des solutions axées sur la nature, notamment la création d'aires protégées, telles que les aires protégées et de conservation autochtones, peuvent contribuer à maintenir les services écosystémiques et à réduire les risques liés aux changements climatiques, ainsi qu'à atténuer ce dernier.**

*L'Ontario abrite une grande variété d'écosystèmes, allant des forêts, des zones humides et des prairies dans le sud à la toundra, aux milieux humides étendus, aux tourbières et aux marais côtiers dans le Grand Nord. Ces écosystèmes fournissent des services importants aux Ontariens, notamment des services d'approvisionnement comme la nourriture et l'eau, et des services de régulation comme le contrôle des inondations et des maladies. Les changements climatiques exercent une pression accrue sur les écosystèmes, en modifiant leur composition, leur structure et leur fonction, en modifiant la répartition géographique des espèces, en perturbant l'enchainement des étapes de vie et, dans certains cas, en altérant la diversité génétique. En l'absence de mesures de protection et de restauration efficaces, les régions fortement peuplées de la province et les zones destinées au développement économique pourraient voir la biodiversité et les services écosystémiques décliner davantage. Des interventions rapides et à grande échelle qui ciblent la résilience écologique et favorisent l'adaptation naturelle permettront de gérer les risques liés aux changements climatiques et de protéger les services écosystémiques dont dépendent les collectivités.*

## 3.3.1 Introduction

La biodiversité est définie comme « la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie : cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes » (Convention des Nations unies sur la diversité biologique, 1992). La biodiversité comprend les biens et services fournis par les écosystèmes, y compris ceux dont les humains dépendent pour leur survie, leur santé, leur sécurité et/ou leur prospérité (Conseil de la biodiversité de l'Ontario, 2015; 2011). Le temps et le climat, combinés aux conditions physiques du site, déterminent en bonne partie les espèces qui peuvent survivre et celles qui ne le peuvent pas (Nituch et Bowman, 2013). Compte tenu de la stabilité relative du climat au cours des derniers millénaires, des écosystèmes entiers et les espèces qui leur sont associées ont évolué pour faire face aux conditions climatiques et de sol dominantes (Brinker et coll., 2018).

La Stratégie de la biodiversité de l'Ontario reconnait que les changements climatiques sont l'une des plus grandes menaces qui pèsent sur la biodiversité (Conseil de la biodiversité de l'Ontario, 2015, 2011). Les stress existants sur les écosystèmes terrestres et aquatiques peuvent être exacerbés par les impacts des changements climatiques, notamment les changements dans la fréquence et l'ampleur des phénomènes météorologiques extrêmes, l'étendue et la durée de la couverture de glace d'eau douce, la phénologie végétative, l'activité de reproduction et l'émergence des insectes, avec des répercussions en cascade sur les réseaux trophiques. Plusieurs autres stratégies et programmes provinciaux traitent des impacts sur la biodiversité et les écosystèmes, notamment la Stratégie d'adaptation aux changements climatiques du ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario (MRNF) (Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, 2017b), la Stratégie de conservation des terres humides (Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, 2017c) et le Programme 50 millions d'arbres (Forêts Ontario, 2016).

## 3.3.2 Impacts et vulnérabilités

### 3.3.2.1 Écosystèmes terrestres

Les pressions de sélection naturelle sous l'effet des changements climatiques et d'autres facteurs de stress d'origine humaine altèrent la structure et la composition de nombreux écosystèmes de l'Ontario, ainsi que les services et fonctions socioéconomiques qu'ils assurent (Brinker et coll., 2018; Ministère des Richesses naturelles et de la Foresterie de l'Ontario, 2017b). Parmi les espèces qui affichent déjà un changement de répartition, nous pouvons citer l'opossum commun, le cerf de Virginie, le petit polatouche et la spiranthe penchée (Kennedy-Slaney et coll., 2018; Nituch et Bowman, 2013). Les tourbières de la sous-région du Nord stockent d'immenses quantités de carbone, ce qui leur permet d'assurer un service écosystémique de régulation (voir le chapitre Services écosystémiques du Rapport sur les enjeux nationaux). La fonte du pergélisol, l'intensification de l'action microbienne et la décomposition de la tourbe dans les sols causés par l'augmentation des températures en hiver entraineront d'autres rejets du carbone dans l'atmosphère (Turetsky et coll., 2020; Natali et coll., 2019; McLaughlin et coll., 2018). Par ailleurs, les conditions plus sèches dans les tourbières augmentent le risque d'incendie avec des combustions lentes prolongées et la libération de carbone qui s'en suit (McLaughlin et coll., 2018; Turetsky et coll., 2014).

Le réchauffement le plus important sera observé dans certaines parties de la sous-région du Nord (voir la figure 3.1), où la migration potentielle des espèces terrestres vers le nord est limitée par la baie d'Hudson et la baie James. Les écosystèmes situés plus au sud, plus particulièrement dans l'écozone des plaines à forêts mixtes (sud-ouest de l'Ontario et certaines parties du centre et du nord-est de l'Ontario) subiront un réchauffement moins marqué, mais les impacts seront exacerbés par la fragmentation des habitats due à l'augmentation des pressions exercées par l'utilisation des terres et de la pollution dans les paysages dominés par les humains du sud de l'Ontario (Brinker et coll., 2018; McLaughlin et coll., 2018; Ministère des Richesses naturelles et de la Foresterie de l'Ontario, 2017b; 2017c; McLaughlin et Webster, 2014; Varrin et coll., 2007). Les espèces généralistes en matière d'habitat (p. ex. les ratons laveurs, les coyotes et les cerfs) et qui sont dotées de plus grandes capacités de dispersion, sont capables de coloniser de nouvelles zones, de diversifier leurs sources de nourriture et de prospérer dans des seuils thermiques plus larges,

et parviendront à s'adapter aux conditions changeantes. Cela inclut également les espèces terrestres et aquatiques envahissantes qui pourront prospérer et étendre leurs aires de répartition, contribuant ainsi à la modification et, éventuellement, à la simplification de la structure de l'écosystème (McDermid et coll., 2015a; Gouvernement de l'Ontario, 2012). En revanche, les espèces aux capacités de dispersion limitées, ou dont les exigences en matière d'habitat sont spécialisées et strictes, seront les plus sensibles aux conditions changeantes (Ministère des Richesses naturelles et de la Foresterie de l'Ontario, 2017b; Nituch et Bowman, 2013; Gouvernement de l'Ontario, 2012). D'autres espèces, comme un certain nombre de poissons, d'insectes et de plantes, verront leur population diminuer lorsque les conditions de température ou d'humidité approcheront ou dépasseront leurs seuils de tolérance (Brinker et coll., 2018).

Les changements climatiques influenceront l'évolution des interactions entre les espèces, notamment la compétition et la prédation, ainsi que les effets des maladies, des parasites et des espèces envahissantes. Des problèmes surviennent lorsque les changements climatiques ont des impacts différents sur les espèces prédatrices et les espèces proies, ce qui produit un décalage de temps entre les événements du cycle de vie qui limitent la disponibilité de la nourriture, et finit par affecter la réussite de la reproduction de nombreuses espèces (voir le chapitre Services écosystémiques du Rapport sur les enjeux nationaux; Guzzo et Blanchfield, 2016; Nantel et coll., 2014; Joyce et Rehfeldt, 2013; Klaus et Lougheed, 2013). Dans les sous-régions du Nord et du Centre, on prévoit un changement considérable de la répartition des cerfs, des orignaux et des caribous au cours du siècle actuel, en partie à cause des changements de température et de précipitations. Le cerf de Virginie se retrouve à la limite nord de son aire de répartition à cause de la sévérité du climat hivernal. Cependant, des études suggèrent que l'augmentation des températures hivernales et la diminution de l'épaisseur de la neige élimineront cette limitation et contribueront à étendre la répartition septentrionale du cerf de Virginie en Ontario d'ici 2100 (Kennedy-Slaney et coll., 2018). Des changements même mineurs de l'abondance d'espèces communes peuvent avoir des répercussions en cascade sur la composition et la structure des écosystèmes, ainsi que sur les services que ces écosystèmes fournissent (Brinker et coll., 2018; McDermid et coll., 2015b; Gouvernement de l'Ontario, 2012).

Les impacts cumulatifs des changements climatiques, de la perte et de la fragmentation de l'habitat et d'autres facteurs perdureront, ce qui entrainera une baisse de la viabilité de certaines espèces en Ontario (Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, 2017 b). Lorsque la connectivité du paysage est limitée, les populations vulnérables courent un risque accru de s'éteindre au niveau local ou régional (Nituch et Bowman, 2013). Par exemple, les Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent constituent des barrières importantes pour la faune et la flore. Ainsi, avec l'augmentation de la fragmentation de l'habitat due au développement urbain et agricole, la connectivité pour de nombreuses espèces terrestres diminuera. Même les espèces indigènes généralistes, comme le lynx roux, connaissent des perturbations de leurs flux génétiques lorsque la connectivité du paysage est faible (Marrotte et coll., 2020). La capacité des espèces à traverser les routes de la région des Grands Lacs sera importante pour la biodiversité future des zones situées au nord des Grands Lacs. Les espèces vivant dans des habitats plus chauds au sud de la frontière entre l'Ontario et les États-Unis continueront de suivre le déplacement des zones de température vers l'Ontario, ce qui entrainera finalement l'émergence de nouveaux écosystèmes (Nituch et Bowman, 2013). Les impacts sur la biodiversité peuvent inclure la réorganisation des espèces, le remplacement des espèces dominantes ou clés, et des répercussions sur les niveaux trophiques supérieurs (Nituch et Bowman, 2013).

### 3.3.2.2 Écosystèmes aquatiques et bassins hydrographiques

Les espèces aquatiques se sont adaptées à des températures qui optimisent leurs processus physiologiques (Brinker et coll., 2018; Alofs et coll., 2014). Les variations dans les régimes de précipitations modifient la quantité d'habitats disponibles pour plusieurs espèces, et l'augmentation des températures de l'eau modifie les régimes thermiques des lacs, des rivières et des milieux humides (Chu, 2015; Minns et coll., 2014). Par ailleurs, l'augmentation de la température de l'eau peut avoir des répercussions en cascade qui altèrent la croissance, la reproduction et la survie des organismes aquatiques. À mesure que les températures continueront à monter, les espèces de poissons migreront vers le nord pour suivre leur climat de prédilection, ce qui entrainera une augmentation de la croissance, de la survie et de l'abondance des espèces d'eau chaude comme l'achigan à petite bouche et l'achigan à grande bouche, mais une diminution des espèces d'eau froide comme le touladi (Edwards et coll., 2016; Guzzo et Blanchfield, 2016; Sharma et coll., 2009). La tendance au réchauffement en Ontario a déjà facilité l'agrandissement de l'aire de répartition et l'établissement d'espèces de poissons d'eau chaude dans les régions du nord de l'Ontario (Alofs et coll., 2014), et a provoqué des changements dans l'abondance des différentes espèces au sein des assemblages (Staudinger et coll., 2021).

Les changements du climat en Ontario ont une incidence sur le moment où se produisent les événements importants du cycle vital, comme le frai ou les migrations lac-rivière, et sélectionnent certains traits évolutifs (Myers et coll., 2017; Lynch et coll., 2016). Ces changements phénologiques ont été relevés chez plusieurs espèces de poissons, notamment l'achigan à petite bouche du parc Algonquin, dont le frai avance et survient nettement plus tôt au printemps (Ridgway et coll., 2017). Ces changements modifient les relations de compétition et les relations prédateur/proie entre les animaux sauvages et augmentent la probabilité d'établissement d'espèces envahissantes (Brinker et coll., 2018; Chu et coll., 2018 b; Sharma et coll., 2009).

Les niveaux d'eau extrêmement élevés et bas des lacs affectent la quantité d'habitats adaptés aux espèces végétales et animales indigènes, notamment dans les milieux humides. Les terres humides côtières du sud de l'Ontario sont particulièrement vulnérables aux changements climatiques, qui ont des effets négatifs sur la disponibilité des habitats fauniques, les schémas migratoires des oiseaux et la santé de l'écosystème dans son ensemble (Chu et coll., 2018 b; ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, 2017c; Chu, 2015; McDermid et coll., 2015b)

Du fait de leur plasticité génétique et comportementale, les espèces aquatiques ont une capacité inhérente à s'adapter à un certain nombre de changements écologiques (Kelly et coll., 2014; Stitt et coll., 2014). Toutefois, le rythme des changements écologiques liés aux changements climatiques dépasse le seuil de tolérance de nombreuses espèces (Moritz et Agudo, 2013; Quintero et Wiens, 2013). Une meilleure compréhension de la variation naturelle des écosystèmes aquatiques et de leur capacité à surmonter les perturbations (p. ex. Gutowsky et coll., 2019; van Zuiden et coll., 2016; Stitt et coll., 2014; Gronewold et coll., 2013 et Sharma et coll., 2007) permet d'orienter l'élaboration de mesures d'adaptation efficaces et de les hiérarchiser.

## 3.3.3 Résilience et adaptation

Des 15 800 espèces végétales et animales de l'Ontario évaluées par des scientifiques, plus de 14 % sont considérées comme vulnérables, rares ou en déclin rapide, et leur survie future est incertaine (Conseil

canadien pour la conservation des espèces en péril, 2016). Les possibilités de renforcer la résilience des espèces aux changements climatiques varient en fonction des habitats disponibles, de la vulnérabilité des espèces et des outils de gestion disponibles (voir l'encadré 3.1). L'intégration des évaluations de la vulnérabilité des espèces dans la gestion des habitats et des espèces, la restauration et la planification du rétablissement des espèces peut aider à renforcer la résilience, tout comme la mise en application judicieuse de la migration assistée (voir la section 3.5.3) dans les activités de restauration des forêts et d'autres habitats (Brinker et coll., 2018; Douglas et coll., 2014; Lemieux et coll., 2014; Chu et Fischer, 2012; Gleeson et coll., 2011; Ste-Marie et coll., 2011).

## Encadré 3.1 : Évaluation de la vulnérabilité des espèces

L'indice de vulnérabilité aux changements climatiques de NatureServe (Young et Hammerson, 2015) a été utilisé pour évaluer la vulnérabilité de 280 espèces du bassin des Grands Lacs de l'Ontario aux changements climatiques (Brinker et coll., 2018; Young et Hammerson, 2015). L'indice évalue l'exposition des espèces aux changements climatiques ainsi que leur sensibilité et leur capacité d'adaptation, afin d'obtenir un score de vulnérabilité (voir la figure 3.6). Les catégories des scores des indices vont de « Preuves insuffisantes » et « Moins vulnérable » à « Extrêmement vulnérable », et elles sont accompagnées de niveaux de confiance fondées sur des statistiques (voir la figure 3.7).

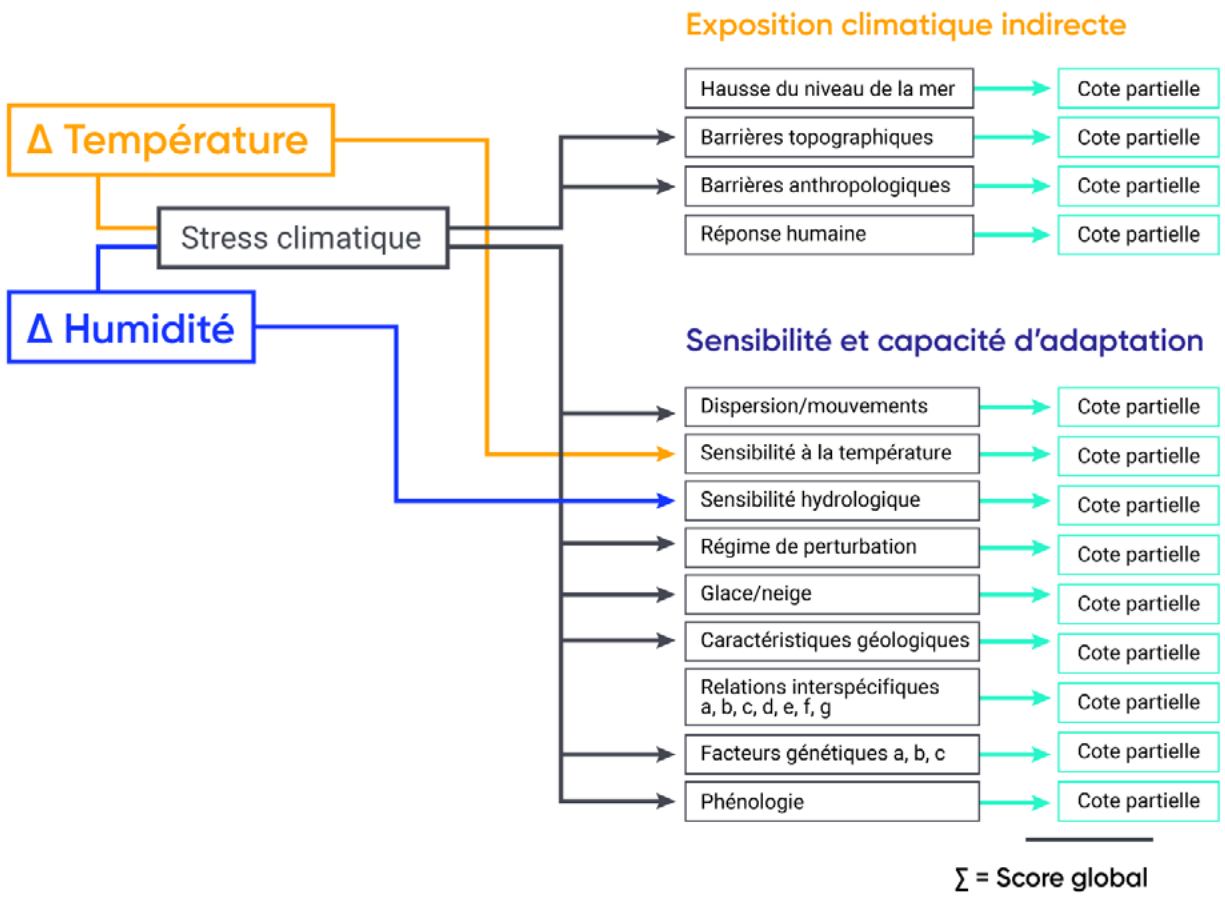



Figure 3.6 : Facteurs déterminants de l'indice de vulnérabilité aux changements climatiques. Source : Young et Hammerson, 2015.

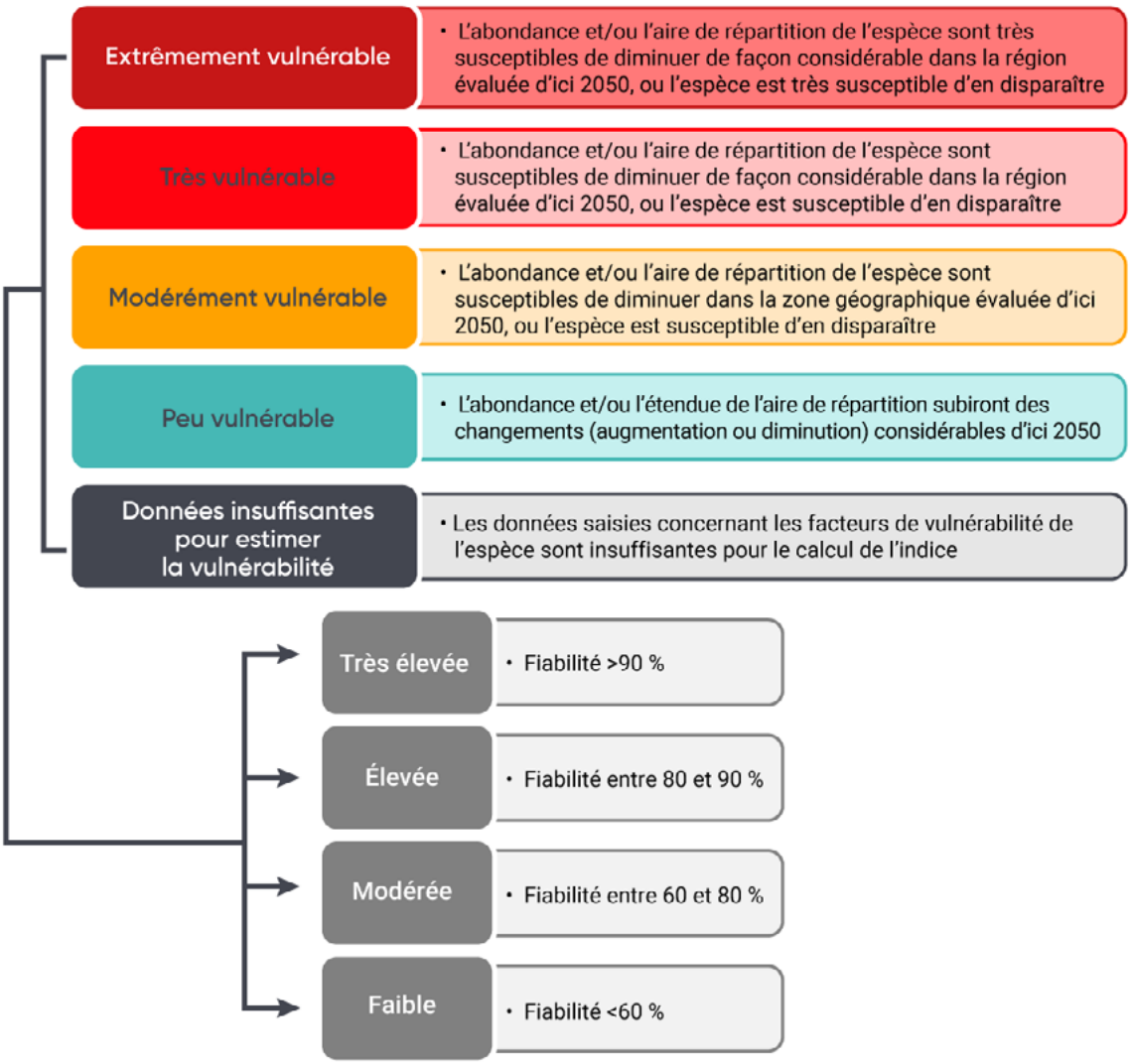



Figure 3.7 : Scores et niveaux de confiance de l'indice de vulnérabilité aux changements climatiques.
Sources : Brinker et coll., 2018; Young et Hammerson, 2015.

D'après les résultats obtenus, 175 des 280 espèces évaluées sont vulnérables aux changements climatiques, dont 11 sont extrêmement vulnérables, 49 très vulnérables et 115 modérément vulnérables. Les mollusques, les poissons, les amphibiens et les lichens étaient les plus vulnérables. La vulnérabilité des plantes vasculaires et des mammifères varie considérablement, tandis que les oiseaux, les insectes et les araignées, ainsi que les reptiles, sont les moins vulnérables. Le facteur de risque commun à tous les groupes était l'exposition passée des espèces aux variations des précipitations dans leur habitat et, en fin de compte, leur capacité à s'adapter aux futurs changements hydrologiques au sein de leur niche. La tolérance des espèces à la température, la capacité des graines à migrer, les obstacles aux déplacements et la spécificité de l'habitat sont au nombre des autres facteurs importants (Brinker et coll., 2018).

Un certain nombre de documents d'orientation sont mis à la disposition des gestionnaires et praticiens des écosystèmes afin de les aider à inclure les changements climatiques dans les pratiques de planification et de gestion (p. ex. Environnement Canada, 2013; Gleeson et coll., 2011). Parmi les principales approches visant à renforcer la résilience des écosystèmes, citons : la protection des écosystèmes intacts, l'augmentation de la connectivité par la protection et la mise en œuvre de corridors écologiques (voir l'encadré 3.2) et de stratégies régionales ou urbaines en matière de biodiversité, et l'utilisation de façon stratégique des espèces indigènes adaptées aux nouveaux sites et aux conditions climatiques prévues dans les efforts de restauration des habitats. Les mesures permettant de renforcer la résilience des écosystèmes et des organismes aquatiques sont les suivantes (Myers et coll., 2017; Chu, 2015; Gleeson et coll., 2011) :

1. La limitation des prélèvements d'eaux de surface et souterraines dans les lacs, rivières et milieux humides vulnérables;
2. L'installation de nichoirs ou la réhabilitation des habitats de nidification pour les oiseaux vulnérables des milieux humides;
3. Le maintien des niveaux d'eau naturels dans les lacs et les milieux humides, et des débits dans les rivières;
4. La restauration ou l'amélioration de la végétation riveraine le long des cours d'eau;
5. Le recensement et la protection des refuges;
6. La limitation du développement humain et des activités industrielles.

## Encadré 3.2 : Appuyer la migration des espèces sauvages

Les mesures qui permettent de protéger les espèces sauvages des routes, comme les clôtures et les tunnels et ponts réservés aux espèces sauvages, sont des éléments d'infrastructure essentiels qui aident à atteindre les objectifs de connectivité des habitats en Ontario (voir la figure 3.8). L'Ontario continue d'élaborer des politiques qui demandent aux municipalités de recenser, de conserver et de relier les caractéristiques naturelles permettant le déplacement des plantes et des animaux indigènes dans le paysage afin d'assurer la protection à long terme de la biodiversité dans un contexte de changements climatiques rapides.






Figure 3.8 : La première photo montre un passage supérieur pour les espèces sauvages sur la route 69. La deuxième photo montre une clôture de dérivation dans le parc national de la Péninsule-Bruce. La clôture permet de diriger les espèces sauvages vers un écopassage, tandis que la grille montrée dans la troisième photo maximise la quantité de lumière naturelle à l'intérieur, créant ainsi un passage attrayant pour les espèces en péril. Source : La première photo est gracieusement offerte par Timbercraft Consultation Inc. et les deux dernières photos, par Christopher Lemieux.

### 3.3.3.1 Parcs et zones protégées

L'Ontario dispose d'un réseau d'environ 700 parcs et d'autres types de zones protégées qui comprennent des parcs nationaux et provinciaux, des réserves de conservation, des sites de Conservation de la nature Canada (CNC) et au moins 40 autres désignations (Environnement et Changement climatique Canada, 2021; Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, 2012; Gray et coll., 2009). Ces parcs et zones protégées représentent environ 10,7 % de l'aire totale du territoire terrestre de la province et constituent un habitat important pour la biodiversité, ainsi qu'un espace pour les loisirs, la recherche, la surveillance et l'éducation

La résilience des écosystèmes aux changements climatiques peut être renforcée par l'atteinte d'objectifs de performance en matière de conservation, notamment ceux qui figurent dans les Buts et objectifs canadiens pour la biodiversité d'ici 2020 (biodivcanada, 2020). La stratégie fixe des objectifs pour la conservation des zones terrestres et eaux intérieures, ainsi que des zones côtières et marines. En Ontario, la Stratégie de la biodiversité de l'Ontario définit également des objectifs dans des domaines tels que la mobilisation de la population, la réduction des menaces, l'accroissement de la résilience et l'amélioration des connaissances (Conseil de la biodiversité de l'Ontario, 2021; 2015; 2011). La réaffirmation par le gouvernement fédéral de son engagement à protéger 30 % des terres et des océans d'ici 2030 et à veiller à ce que les mesures et les investissements en faveur de la nature et des changements climatiques soient au cœur de la planification de la reprise après la COVID-19 (Cabinet du Premier Ministre, 2019) entraîne des répercussions sur les efforts de conservation de l'Ontario.

Une somme importante de connaissances met l'accent sur les impacts des changements climatiques sur la répartition des espèces et sur la structure et la fonction des écosystèmes (p. ex. Chu et coll., 2018a; Parker, 2017; Dove-Thompson et coll., 2011; McKinney et coll., 2010), mais également sur les conséquences sur la gestion des zones protégées (Barr et coll., 2020; Gutowsky et Chu, 2019; Parker, 2018; 2017; Lemieux et coll., 2014; Conseil canadien des parcs, 2013; Lemieux et coll., 2011). La littérature souligne que la gestion des impacts des changements climatiques sur la biodiversité et la fonction des écosystèmes nécessitera une approche adaptative, flexible, prospective et collective (Gross et coll., 2016; Lemieux et coll., 2010). Il s'agit notamment de créer et de maintenir des relations et des réseaux de communication entre les différents ordres de gouvernement, les scientifiques et les autres partenaires, et d'accroître la participation des collectivités autochtones à tous les aspects de la planification et de la gestion de la conservation (Lemieux et coll., 2011).

Les zones protégées ont des limites fixes qui ne peuvent pas facilement changer à mesure que les écosystèmes et les espèces qu'elles avaient pour but de conserver migrent sous l'effet des changements climatiques. Par conséquent, l'amélioration de la connectivité entre les zones naturelles et protégées existantes constitue un objectif d'adaptation primordial (Lemieux et coll., 2011). La connectivité peut être améliorée par la protection ou la restauration des réseaux de voies vertes et de voies d'eau comme les corridors naturels, les zones riveraines (zones entre l'habitat aquatique et l'habitat sec), les rivières et les lacs, ou d'autres habitats qui relient les zones naturelles (Andrew et coll., 2014). La cartographie de la connectivité des écosystèmes terrestres a été réalisée dans tout l'Ontario et appliquée à de multiples espèces afin d'évaluer la connectivité génétique pour orienter la planification du paysage et les efforts visant à renforcer la résilience des écosystèmes (Marrotte et coll., 2017). Ces réseaux permettent à certaines espèces de changer d'aire de répartition, d'échanger du matériel génétique et d'améliorer leur résilience aux perturbations importantes (p. ex. les grands feux de forêt et les invasions de ravageurs) et aux perturbations dues à l'activité humaine (voir l'étude de cas 3.2).

## Étude de cas 3.2 : L'aire naturelle de la plaine sablonneuse de Norfolk

L'aire naturelle de la plaine sablonneuse de Norfolk, dans le sud-ouest de l'Ontario (voir la figure 3.9), abrite plus de 45 plantes et animaux rares à l'échelle provinciale, nationale ou mondiale, soit l'une des plus fortes densités d'espèces sauvages rares et menacées au Canada (Conservation de la nature Canada, 2019). Le parc provincial Long Point est un milieu humide d'importance provinciale, un milieu humide reconnu à l'échelle internationale par la Convention de Ramsar, une réserve de biosphère de l'UNESCO et une zone importante pour la conservation des oiseaux d'importance nationale.

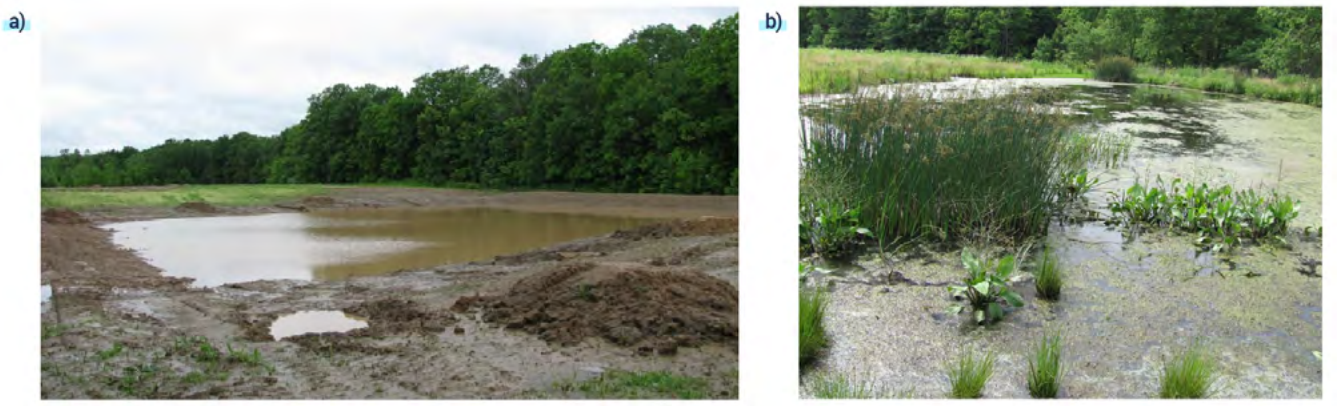



Figure 3.9 : Photos avant (à gauche) et après (à droite) du projet de restauration du milieu humide Williams de Conservation de la nature Canada dans l'aire de la plaine sablonneuse de Norfolk. Source : Conservation de la nature Canada, 2019.

Depuis 2006, Conservation de la nature Canada restaure des champs agricoles dans la région, améliorant ainsi la connectivité entre les zones centrales existantes. La restauration des milieux humides a permis de créer un habitat supplémentaire pour les espèces en péril, notamment la tortue mouchetée (Emydoidea blandingii). Les milieux humides servent également de halte migratoire pour les oiseaux de rivage et les oiseaux aquatiques migrateurs. En plus de renforcer la résilience climatique de l'aire naturelle de la plaine sablonneuse de Norfolk, les milieux humides restaurés jouent un rôle précieux dans la protection des services écologiques de la région. Elles permettent notamment le maintien et l'amélioration de la qualité de l'eau en filtrant les éléments nutritifs et les sédiments qui proviennent du ruissellement, en rechargeant les eaux souterraines, en retenant les eaux de crue et en réduisant l'érosion. L'aire naturelle est devenue essentielle à la conservation des espèces et des habitats uniques à la zone de vie carolinienne du Canada et à la réalisation de la conservation à l'échelle du paysage (Conservation de la nature Canada, 2019).

Dans le Grand Nord de l'Ontario, le gouvernement provincial et les Premières Nations locales sont engagés dans un processus visant à préparer conjointement des plans d'aménagement du territoire axé sur les collectivités qui désigneront des zones à protéger ainsi que des zones à utiliser de façon durable (Gouvernement de l'Ontario, 2010). De nombreuses grandes zones à haute valeur pour la conservation à l'échelle régionale et continentale en Amérique du Nord ne bénéficient pas d'une protection officielle. Les basses terres de la baie

d'Hudson et les forêts du nord de l'Ontario figurent sur une liste de biomes affichant les plus faibles taux de protection pour les refuges et les corridors climatiques de grande valeur (Stralberg et coll., 2020).

Les approches fondées sur la nature qui encouragent la protection, la gestion durable et la restauration des écosystèmes naturels ou modifiés et qui procurent simultanément des avantages en termes de bien-être humain et de biodiversité améliorent considérablement les chances de faire face aux changements climatiques et de s'y adapter (Smith, 2020). La protection des écosystèmes les plus denses en carbone et à forte biodiversité du Canada a aussi été reconnue comme l'approche fondée sur la nature la plus efficace pour obtenir des résultats à court terme concernant la réduction immédiate (d'ici 2030) des émissions annuelles de gaz à effet de serre par le maintien des puits pour le stockage du carbone (Smith, 2020). Outre la protection ciblée, d'autres approches permettraient d'obtenir des avantages importants pour la biodiversité, ainsi que des co-bénéfices pour le stockage du carbone, notamment : cultiver jusqu'à maturité écologique et protéger 30 % des forêts gérées qui sont actuellement vieilles de plus de 60 ans, planter davantage d'arbres et augmenter la durée entre les récoltes.

L'application d'approches fondées sur la nature nécessitera une collaboration entre la province, les offices de protection de la nature, les municipalités, les collectivités autochtones et le grand public. La création d'aires protégées et de conservation autochtones en Ontario offre une occasion pour les gouvernements autochtones de jouer un rôle primordial dans la protection et la conservation des écosystèmes par le biais de lois, de droits, de la gouvernance et des systèmes de savoir autochtone, et ces aires peuvent soutenir et encourager la poursuite des recherches et le renforcement des capacités (Cercle autochtone d'experts, 2018). Le Conseil de Mushkegowuk et le gouvernement du Canada ont signé un protocole d'entente pour lancer une évaluation de la faisabilité d'une aire marine nationale de conservation (AMNC) dans l'ouest de la baie James et le sud-ouest de la baie d'Hudson (Parcs Canada, 2021).

La compréhension combinée des impacts des changements climatiques et des solutions d'adaptation issues de la prise en compte des connaissances locales, du savoir autochtone et de la science occidentale peut contribuer à réduire les risques climatiques pour la sécurité, les biens et les infrastructures, tout en favorisant la résilience des écosystèmes et des collectivités de l'Ontario. La mise en place de réseaux d'information pour faciliter la mise en commun continue de connaissances au sein de la communauté de la conservation représente l'une des pratiques les plus importantes que les organisations peuvent employer dans un contexte de changements climatiques rapides (Gross et coll., 2016). En Ontario, la capacité organisationnelle globale de conserver la biodiversité et de favoriser les partenariats nécessaires à la mise en œuvre des options d'adaptation est considérée comme faible (Barr et coll. 2020; Bureau de la vérificatrice générale de l'Ontario, 2020; Lemieux et Scott, 2011; Lemieux et coll., 2010).

# 3.4 La gestion adaptative est essentielle pour contrer les impacts sur le bassin des Grands Lacs

**Les impacts combinés des changements climatiques, des changements d'affectation des terres et d'autres facteurs de stress ont un impact négatif sur le bassin des Grands Lacs. Malgré la mise en place de mécanismes visant à relever les défis complexes de gouvernance, les efforts d'adaptation dans le bassin demeurent relativement fragmentés. De nombreuses collectivités ont adopté des pratiques de gestion adaptative pour faire face aux impacts en raison des incertitudes concernant les changements futurs.**

*Le bassin des Grands Lacs est une région d'une grande importance environnementale, sociale et économique pour l'Ontario. Les changements climatiques ont eu un ensemble d'impacts physiques, chimiques et écologiques sur les lacs à proprement parler, qui sont accentués par les effets de l'urbanisation, des pratiques agricoles et d'autres activités humaines. La couverture de glace saisonnière des lacs et les niveaux d'eau indiquent une grande variabilité d'une année à l'autre, d'où la nécessité de mesures d'adaptation pour un éventail de conditions futures. Par ailleurs, le contexte international du bassin nécessite l'implication des gouvernements nationaux canadien et américain, ainsi que celle des gouvernements provinciaux, étatiques et locaux, afin de trouver des solutions régionales aux changements climatiques. S'il est vrai qu'un certain nombre de mécanismes de gouvernance fonctionnels sont en place, la mise en œuvre des mesures d'adaptation reste fragmentée. Plusieurs municipalités font preuve de leadership en employant des pratiques de gestion adaptative qui implique un suivi, une évaluation et une amélioration continus des plans de gestion. Des efforts d'adaptation considérables et coordonnés dans l'ensemble du bassin peuvent contribuer à la protection des collectivités, ainsi qu'au maintien des ressources et des services fournis par la région.*

## 3.4.1 Introduction

Le bassin des Grands Lacs joue un rôle essentiel dans le façonnement du paysage environnemental, social, culturel et économique de l'Ontario. En tant que région qui se situe à la fois au Canada et aux États-Unis, le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent s'étend sur plus de 765 000 kilomètres carrés, renferme 21 % des réserves d'eau douce du monde, et abrite plus de 8,5 millions de Canadiens, soit 22 % de la population (Council of Great Lakes Region, 2017). Les collectivités environnantes dépendent de la ressource en eau douce pour l'eau potable, les loisirs et le tourisme, les industries manufacturières, la pêche, l'agriculture et le transport maritime.

Les changements climatiques sont considérés comme l'une des plus grandes menaces auxquelles est confronté le bassin des Grands Lacs, ce qui aggrave les risques liés aux changements d'affectation des terres et à d'autres activités humaines, entraine des modifications des caractéristiques physiques, chimiques et écologiques des lacs, et présente des risques sociaux et économiques pour les collectivités environnantes (Brinker et coll., 2018; Gouvernement de l'Ontario, 2016a; McDermid et coll., 2015b). Les impacts généralisés des changements climatiques ont été bien présentés, comme il est indiqué à la section 3.4.2 (Great Lakes Integrated Sciences and Assessments [GLISA] et Environnement et Changement climatique Canada [ECCC], 2018; Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs de la Commission mixte internationale, 2017; McDermid

et coll., 2015b) et devraient s'aggraver au cours des prochaines décennies (Bonsal et coll., 2019; Derksen et coll., 2019; Angel et coll., 2018; GLISA et Environnement et Changement climatique Canada, 2018; McDermid et coll., 2015b). Les risques liés aux changements climatiques sont présentés dans les annexes de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (Gouvernement du Canada et gouvernement des États-Unis, 2012) et de l'Accord Canada-Ontario sur la qualité de l'eau et la santé des écosystèmes dans les Grands Lacs (ACO) (Gouvernement du Canada et Gouvernement de l'Ontario, 2014). Les solutions résident dans une planification et une gestion coordonnées et collaboratives de l'adaptation dans l'ensemble du bassin.

## 3.4.2 Impacts et vulnérabilités

### 3.4.2.1 Impacts environnementaux

Les Grands Lacs influencent et régulent directement les conditions météorologiques régionales en modérant les températures saisonnières et en générant des précipitations locales grâce aux effets du lac (Mortsch, 2016; McDermid et coll., 2015b; Gula et Peltier, 2012). Ces dernières années, les impacts des changements climatiques se sont manifestés par des modifications de la couverture de glace et des températures de l'eau (Zuzek, 2020; Bonsal et coll., 2019; Derksen et coll., 2019; Byun et Hamlet, 2018; Di Liberto, 2018). Les modifications de la couverture de glace et des niveaux d'eau ont été examinées dans le cadre de cette évaluation (voir le chapitre Évolution de la neige, de la glace et du pergélisol à l'échelle du Canada et le chapitre Évolution de la disponibilité de l'eau douce à l'échelle du Canada du Rapport sur le climat changeant du Canada).

Au cours de la période allant de 1973 à 2010, le réchauffement de la température de l'air a contribué à un déclin de 71 % de la couverture de glace moyenne annuelle dans l'ensemble des Grands Lacs, les plus grands déclins se produisant sur lac Ontario, le lac Supérieur et le lac Michigan (Derksen et coll., 2019; Mason et coll., 2016; Wang et coll., 2012). Les années de glace dense de 2014, 2015 et 2018 ont masqué toute tendance apparente, de sorte que l'enregistrement est marqué par grande variation d'une année à l'autre sans aucune tendance à long terme (voir la figure 3.10; Derksen et coll., 2019). Les projections de la couverture de glace future pour le lac Ontario et le lac Érié indiquent des conditions presque sans glace d'ici le milieu ou la fin du 21e siècle selon le scénario RCP 8.5 (Zuzek, 2020; Hewer et Gough, 2019). La couverture de glace saisonnière est un facteur important qui a une incidence sur la formation des vagues, l'érosion des berges, l'évaporation et le niveau des lacs (Zuzek, 2020; Zuzek, 2019; Lenters et coll., 2013).

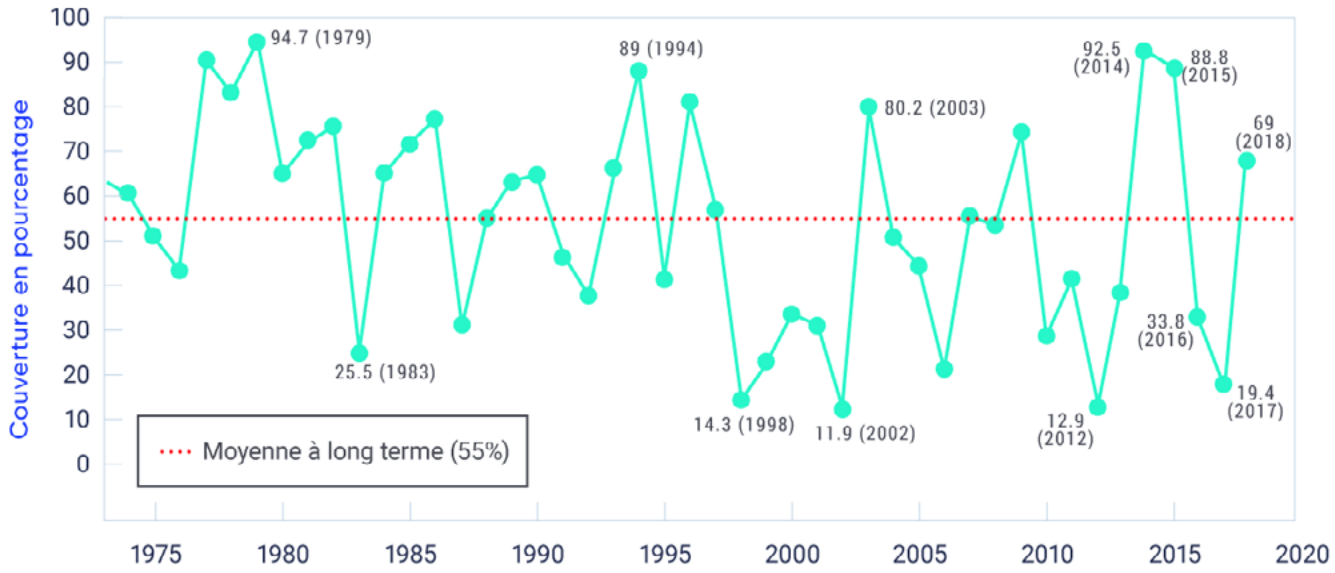



Figure 3.10 : Couverture de glace maximale annuelle observée dans les Grands Lacs (%) de 1973 à 2018. La ligne pointillée rouge indique la moyenne à long terme. Source : NOAA —Laboratoire de recherche environnementale des Grands Lacs, 2019.

Au cours du siècle dernier, les niveaux d'eau des Grands Lacs ont fluctué sous l'effet de la variabilité naturelle, des interventions humaines (p. ex. les dérivations de retenue) et des changements climatiques. Dans les dernières années, on a enregistré des niveaux record, tant bas que hauts. De 1998 à 2013, des niveaux d'eau inférieurs à la moyenne ont été enregistrés dans tous les lacs, avec des baisses notables dans les lacs Michigan et Huron au cours de l'hiver 2012–2013. Ces baisses ont été suivies d'une augmentation rapide des niveaux d'eau à partir de 2014, en grande partie attribuée à la diminution des taux d'évaporation et à l'augmentation des précipitations régionales (Derksen et coll., 2019; Gronewold et coll., 2016). En juillet 2019, chaque lac était proche ou au-dessus des niveaux d'eau record, les lacs Supérieur, Érié et Ontario ayant atteint des valeurs record (voir le tableau 3.3). Les niveaux d'eau élevés ont accéléré l'érosion des berges et provoqué des inondations tout au long de l'été 2019 (Seglenieks et Caldwell, 2019). La variabilité annuelle et pluriannuelle des niveaux des lacs devrait demeurer importante, avec un risque d'augmentation des fourchettes (Bonsal et coll., 2019; McDermid et coll., 2015b; Gronewold et coll., 2013; MacKay et Seglenieks, 2013). Comme les niveaux d'eau extrêmes et imprévisibles impliquent des coûts économiques importants (p. ex. Shlozberg et coll., 2014), une gestion des niveaux d'eau extrêmes, tant élevés que bas, le long des berges de l'Ontario sera nécessaire à l'avenir.

## Tableau 3.3 : Niveaux d'eau des Grands Lacs en juillet 2019 par rapport à la moyenne mensuelle à long terme (1918–2019)

| | NIVEAU D'EAU MOYEN MENSUEL EN JUILLET 2019 | |
|---|---|---|
| Lac | Par rapport à la moyenne mensuelle (1918–2019) | Par rapport à 2018 |
| Supérieur | 35 cm au-dessus | 21 cm au-dessus |
| Michigan-Huron | 79 cm au-dessus | 39 cm au-dessus |
| Érié | 80 cm au-dessus | 31 cm au-dessus |
| Ontario | 79 cm au-dessus | 74 cm au-dessus |

Source : Adapté de Seglenieks et Caldwell, 2019.

Depuis 1980, les températures annuelles des eaux de surface des Grands Lacs ont connu une augmentation de 0,02 °C à 0,06 °C par an (United States Environmental Protection Agency et Environnement et Changement climatique Canada, 2021). La tendance est graduelle, mais régulière, les augmentations récentes étant dues au réchauffement pendant les mois de printemps et d'été (NOAA, 2021; United States Environmental Protection Agency et Environnement et Changement climatique Canada, 2021). La température des eaux de surface est influencée par de nombreux facteurs, notamment les températures régionales de l'air, le rayonnement solaire et la couverture de glace de l'hiver précédent (United States Environmental Protection Agency et Environnement et Changement climatique Canada, 2021; Zhong et coll., 2016). Même si les projections de la température de l'eau sont plus complexes que celles de la température de l'air, les modèles indiquent que les températures de l'eau de surface dans l'ensemble des Grands Lacs continueront d'augmenter dans le contexte des changements climatiques (Wuebbles et coll., 2019; Xiao et coll., 2018; McDermid et coll., 2015b).

La prolongation de la saison sans gel et l'augmentation des températures des eaux de surface ont entrainé une stratification au printemps plus précoce et une stratification automnale plus tardive des lacs, ce qui prolonge la période entre les renouvellements (Wuebbles et coll., 2019; Angel et coll., 2018; McDermid et coll., 2015b). Le processus physique de renouvellement permet à l'oxygène dissous et aux éléments nutritifs de circuler et de se mélanger verticalement. Lorsque la durée entre les épisodes de renversement s'allonge, le mélange vertical d'oxygène dissous et d'éléments nutritifs est moindre, ce qui a un impact sur la qualité de l'eau et la fonction biologique (Anderson et coll., 2021; Xiao et coll., 2018; McDermid et coll., 2015b). Pendant les hivers chauds de 2012 et 2017, les températures des eaux de surface dans certaines parties du lac Ontario ne sont pas descendues en dessous de 4 °C (la densité maximale de l'eau). Par conséquent,

le processus de renversement n'a pas été initié, ce qui a entrainé un mélange insuffisant d'oxygène et d'éléments nutritifs (Wuebbles et coll., 2019; Angel et coll., 2018; McDermid et coll., 2015b). Lorsque les périodes entre les stratifications sont plus longues, cela peut s'avérer préjudiciable aux espèces d'eaux froides qui sont poussées plus près de la surface pour obtenir une quantité adéquate d'oxygène, mais par la suite confrontées à des conditions thermiques inadéquates (Collingsworth et coll., 2017; Lynch et coll., 2016; Dove-Thompson et coll., 2011; Minns et coll., 2011).

Le réchauffement des températures des eaux de surface, associé à l'augmentation du ruissellement des éléments nutritifs et des sédiments résultant des changements d'affectation des terres (développement urbain, perte ou conversion des milieux humides, etc.), offre des conditions optimales pour la croissance des algues, ce qui augmente la probabilité et l'ampleur des épisodes de prolifération d'algues (Wuebbles et coll., 2019; McDermid et coll., 2015b; d'Orgeville et coll., 2014). Les cyanotoxines présentes dans les proliférations d'algues peuvent avoir des répercussions importantes sur la santé humaine. En l'absence de systèmes appropriés de filtration de l'eau potable, ou en cas d'exposition accidentelle, ces toxines peuvent provoquer divers symptômes, comme des douleurs abdominales, des nausées, des vomissements, des diarrhées, des maux de gorge et une toux sèche (Chorus et Bartram, 1999). Le lac Érié, qui est le lac le moins profond des Grands Lacs laurentiens, a été particulièrement vulnérable aux proliférations d'algues et a connu une baisse de la qualité de l'eau ces dernières années en raison de l'augmentation des températures de l'eau de surface et de la charge en éléments nutritifs (Wuebbles et coll., 2019; d'Orgeville et coll., 2014). Le réchauffement continu de l'eau et l'apport d'éléments nutritifs provenant des exploitations agricoles laissent penser que la prévalence des proliférations d'algues pourrait encore augmenter. Pour faire face à ce risque, le Plan d'action Canada-Ontario pour le lac Érié de 2018 a cerné plus de 120 mesures pour aider à atteindre l'objectif de réduire de 40 % le phosphore entrant dans le lac Érié d'ici 2025 (Environnement et Changement climatique Canada et le ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario, 2018).

Le bassin des Grands Lacs fournit un habitat à plus de 3 500 espèces végétales et animales, y compris les trois guildes thermiques d'espèces de poissons (espèces d'eau froide, d'eau tempérée et d'eau chaude), car elles coexistent dans des eaux à stratification thermique (Wuebbles et coll., 2019; Milner et coll., 2018a). Les impacts des changements climatiques exacerbent les menaces écologiques non climatiques, notamment la perte d'habitat, la pollution et les espèces envahissantes résultant de l'activité humaine (Mortsch, 2016; McDermid et coll., 2015b). Ces impacts augmenteront les risques pour les poissons, les oiseaux migrateurs et d'autres espèces indigènes qui dépendent d'écosystèmes aquatiques et côtiers sains et résilients (Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs de la Commission mixte internationale, 2017; Chu, 2015; McDermid et coll., 2015b).

Les impacts physiques sur les Grands Lacs devraient avoir des répercussions sur la fonction de l'écosystème aquatique, notamment sur une série de processus, y compris les cycles et l'absorption des éléments nutritifs, les indices phénologiques, la productivité des lacs et la turbidité et les conditions du substrat (Collingsworth et coll., 2017; Alofs et coll., 2014). Les recherches indiquent que la composition des communautés de poissons dans les Grands Lacs changera à mesure que l'habitat d'eau froide deviendra limité pour les espèces indigènes d'eau froide et que les espèces d'eau chaude étendront leurs aires de répartition vers le nord (Collingsworth et coll., 2017; Alofs et coll., 2014; Sharma et coll., 2008; 2007). Plusieurs facteurs pourraient aggraver ces impacts, notamment l'inadéquation prédateur-proie, le métabolisme et le taux de croissance des espèces de poissons, l'altération de la disponibilité de l'oxygène dissous et l'incidence accrue

des maladies, des agents pathogènes et des espèces envahissantes (voir la section 3.3; Collingsworth et coll., 2017; Chu, 2015; McDermid et coll., 2015b).

La modification de la dynamique des lacs et le réchauffement des températures augmenteront le risque d'introduction de nouvelles espèces et d'expansion des espèces envahissantes existantes (p. ex. la lamproie de mer, les moules zébrées et quagga, et les phragmites), des agents pathogènes et des maladies, à mesure que les aires de répartition se déplacent vers le nord (Pagnucco et coll. 2015; Chu et coll., 2015; Wuebbles et coll., 2019; McDermid et coll., 2015b). Les milieux humides côtiers du bassin ont été désignées comme faisant partie des écosystèmes les plus vulnérables aux changements climatiques dans le sud de l'Ontario (voir la section 3.3; Chu, 2015; McDermid et coll., 2015b; Environnement et Changement climatique Canada, 2021).

### 3.4.2.2 Impacts sociaux et économiques

Les changements climatiques ont des répercussions en cascade sur les systèmes sociaux et économiques du bassin des Grands Lacs. Elles comprennent les impacts sur les services écosystémiques (p. ex. réduction du contrôle de l'érosion des sols, purification de l'eau); les activités commerciales et industrielles (p. ex. foresterie, exploitation minière, transport maritime); la productivité agricole; le tourisme et les loisirs; les infrastructures et les biens, et les perturbations de la demande et de la livraison des ressources naturelles (p. ex. pêche, production d'énergie) (Brinker et coll., 2018; Gouvernement de l'Ontario, 2016a; Bartolai et coll., 2015; Chu, 2015; Abdel-Fattah et Krantzberg, 2014a, 2014b). L'augmentation de la variabilité des niveaux d'eau devrait entraîner des conséquences économiques importantes pour l'industrie, le transport maritime et la navigation, la production hydroélectrique, ainsi que l'agriculture et le tourisme (Wuebbles et coll., 2019; Angel et coll., 2018; Zamuda et coll., 2018; Shlozberg et coll., 2014).

La pression exercée par la variation des niveaux d'eau et la baisse de la qualité de l'eau sur les infrastructures de traitement des eaux. Certains systèmes locaux de traitement de l'eau en Ontario ont atteint leur capacité lors de précipitations extrêmes et d'inondations, obligeant le système à rejeter de l'eau non traitée ou insuffisamment traitée dans le bassin hydrographique (Wuebbles et coll., 2019). Ces phénomènes ont de nombreuses répercussions sociales, sanitaires et économiques sur les collectivités et les écosystèmes. Les dommages causés par les conditions météorologiques extrêmes, notamment les dommages liés aux inondations (p. ex. les dégâts des eaux, l'érosion) peuvent avoir des impacts physiques et psychologiques, affectant la santé et le bien-être des personnes (Conseil des académies canadiennes, 2019; Hayes et coll., 2019; Gough et coll., 2016).

Les niveaux d'eau élevés et la prolongation des périodes sans glace dans le bassin des Grands Lacs provoquent des inondations et une érosion qui ont entrainé des dommages matériels et des coûts économiques importants (voir la figure 3.11; Comité de gestion adaptative des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent de la Commission mixte internationale, 2020; Zuzek, 2020; Moudrak et coll., 2018).



Figure 3.11 : À gauche : Érosion d'une falaise le long du lac Érié dans le parc provincial Wheatley en 2018. À droite : Inondations du 27 août 2019 à la promenade Erie Shore Drive. L'augmentation de l'érosion des berges et du risque d'inondation est imputable aux changements du niveau des lacs, de la couverture de glace et de l'exposition à l'énergie des vagues. Source : Zuzek, 2020.

La compréhension des impacts cumulatifs et en cascade des changements climatiques et d'autres facteurs de stress environnementaux est limitée (Wuebbles et coll., 2019; Milner et coll., 2018a). Les évaluations des impacts cumulatifs, qui comprennent des composantes sociales et économiques, sont efficaces pour examiner les interactions entre les décisions liées à la gestion et à la planification de l'affectation des terres dans le bassin des Grands Lacs et les changements climatiques (Milner et coll., 2018a).

## 3.4.3 Résilience et adaptation

Les changements climatiques posent de nouvelles menaces au bassin des Grands Lacs. Cependant, avec la mise en œuvre efficace de mesures d'adaptation, des possibilités de développement durable et de croissance apparaissent. La planification et la mise en œuvre de l'adaptation ont évolué dans les collectivités ontariennes du bassin au cours de la dernière décennie, avec la participation de nombreux organismes, groupes et partenariats différents (voir l'encadré 3.3). La gouvernance des Grands Lacs est très complexe en raison de sa nature transfrontalière et intergouvernementale. Au fil des ans, plusieurs institutions et organismes binationaux (p. ex. la Commission mixte internationale), nationaux, provinciaux et étatiques ont mis en place un certain nombre d'initiatives et d'ententes afin de mieux protéger et préserver les Grands Lacs (p. ex. l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs; l'Alliance des villes des Grands Lacs et du Saint-Laurent; l'Entente sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent). Malgré cela, les efforts d'adaptation dans l'ensemble du bassin restent relativement fragmentés, ce qui souligne le besoin clairement établi d'approches d'adaptation plus coordonnées et collaboratives entre les organismes gouvernementaux (voir la figure 3.12; Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs de la Commission mixte internationale, 2017; McDermid et coll., 2015b).

## Encadré 3.3 : Mobilisation en faveur de l'adaptation dans le bassin des Grands Lacs

L'adaptation aux changements climatiques dans le bassin des Grands Lacs nécessite une coordination et un leadership transfrontaliers entre tous les ordres de gouvernements, des organisations et des organismes (Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs de la Commission mixte internationale, 2017).

L'importance de l'adaptation est soulignée dans la Loi de 2015 sur la protection des Grands Lacs de l'Ontario, qui stipule que le bassin est « est particulièrement sensible aux effets des changements climatiques. En raison de l'intensification des pressions conjuguées qu'ils subissent — développement, croissance démographique, perte et dégradation d'éléments clés du patrimoine naturel, pollution et espèces envahissantes — l'état de trois des quatre Grands Lacs de l'Ontario se détériore » (Gouvernement de l'Ontario, 2015b). La Loi prévoit une mesure, un suivi et des rapports coordonnés dans tout le bassin afin de déterminer les impacts et d'améliorer la capacité de la province à réagir et à accroître la résilience. La Loi prévoit également la mise à jour de la Stratégie ontarienne pour les Grands Lacs (Gouvernement de l'Ontario, 2016a) tous les six ans afin de mesurer les progrès réalisés et de déterminer les lacunes en matière de connaissances.

L'Alliance des villes des Grands Lacs et du Saint-Laurent est un exemple de la façon dont les municipalités locales de l'Ontario, du Québec et de plusieurs États américains collaborent dans le cadre de projets pilotes pour faire progresser les efforts d'adaptation locaux et offrir des possibilités de renforcement des capacités techniques (Alliance des villes des Grands Lacs et du Saint-Laurent, 2017). Cette alliance binationale offre une plateforme pour mettre en commun des données climatiques et des ressources en matière d'adaptation (Alliance des villes des Grands Lacs et du Saint-Laurent, 2017).

En Ontario, les offices de protection de la nature (OPN) jouent un rôle important dans la mise en œuvre des mesures d'adaptation, ainsi que dans la surveillance et le compte rendu des conditions locales sur leurs territoires. Les OPN dont le mandat est d'appuyer les responsabilités provinciales et municipales en matière de gestion des ressources sont des participants clés dans la prévision des inondations au niveau provincial et dans la communication des avertissements d'inondation aux autorités locales et aux intervenants d'urgence. Les OPN aident également les municipalités à délimiter les risques naturels (p. ex. cartographie des plaines inondables) dans l'aménagement du territoire. Plusieurs OPN font progresser l'élaboration, la mise à jour et la mise en œuvre de plans d'infrastructure naturelle, de stratégies de lutte contre l'érosion des berges et de stratégies de gestion des eaux pluviales qui s'attaquent aux impacts des changements climatiques pour les municipalités et d'autres instances (Conservation Ontario, 2018). Comme les OPN de l'Ontario varient en taille et en capacité, ils ne fournissent pas tous le même niveau de services à leurs municipalités et à la province.



**Vision partagée**

- Vision commune
- Appel clair à une action immédiate
- Une participation locale et autochtone est essentielle
- Une déclaration ouverte doit être signée
- Les communications doivent être positives et inclusives



**Mesures coordonnées**

- Un réseau binational coordonné et doté de personnel
- Recueillir, rassembler et transmettre les pratiques exemplaires et scientifiques
- Encadrer la documentation pour établir les priorités
- Financement et capacité



**Responsabilité**

- Évaluation de la vulnérabilité
- Données de référence
- La responsabilité dépendra du modèle utilisé
- Gestion adaptative



**Science/Information /Connaissances**

- Rassembler et faire part des recherches
- Intégrer le savoir écologique traditionnel
- Élargir l'annexe 9 de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs pour inclure l'adaptation
- Des dispositifs juridiques sont nécessaires
- Il existe des lacunes en matière de connaissance importantes au sujet des espèces et des habitats en péril



**Considérations relatives à la mise en œuvre**

- Une vision partagée est essentielle à la mise en œuvre
- Une mise en œuvre adaptée à certains secteurs est nécessaire
- Les outils incluent la reconnaissance, la certification et les mesures incitatives
- Les défis comprennent l'adaptation des leçons apprises des deux côtés de la frontière et la coordination dans l'ensemble des secteurs et des nations

Figure 3.12 : Éléments clés d'une approche binationale pour l'adaptation et la résilience aux changements climatiques, mise en place par le Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs. Source : Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs de la Commission mixte internationale, 2017.

Plusieurs offices de protection de la nature, collectivités autochtones, propriétaires fonciers, fournisseurs de services et certaines administrations régionales et municipales de l'Ontario ont adopté des principes de gestion adaptative pour faire face aux impacts des changements climatiques dans le bassin des Grands Lacs (Conservation Ontario, 2018; Abdel-Fattah et Krantzberg, 2014a, 2014 b; Andrey et coll., 2014). La gestion adaptative implique le suivi, l'évaluation et l'amélioration continus des plans, des stratégies et des programmes de gestion, et vise à renforcer la résilience de façon continue (voir le chapitre Ressources en eau du Rapport sur les enjeux nationaux; Leger et Read, 2012; Gleeson et coll., 2011). Voici quelques exemples de mesures d'adaptation mises en œuvre dans les collectivités de l'Ontario : réglementation souple de la pêche (p. ex. limites de la taille légale, limites de prises, durée des saisons) pour les espèces sensibles aux impacts des changements climatiques ou qui en bénéficient; restauration des berges et des rivages pour réduire l'érosion et les risques d'inondation; modification du zonage municipal et des codes du bâtiment afin de tenir compte de l'augmentation des inondations côtières (Myers et coll, 2017; Lenarduzzi, 2016; Moghal et Peddle, 2016; Abdel-Fattah et Krantzberg, 2014a; Huff et Thomas, 2014; Lemieux et coll., 2014).

De nombreuses évaluations régionales et sectorielles de la vulnérabilité et des risques ont été réalisées, et le sont encore, dans l'ensemble du bassin afin de déterminer les impacts prioritaires et de commencer la planification et la mise en œuvre de mesures adaptatives (Perdeaux et coll., 2018). Bien qu'une partie de ces travaux soit motivée par des exigences légales et réglementaires (voir la section 3.2.3), le nombre de plans et de stratégies d'adaptation aux changements climatiques élaborés par les collectivités locales augmentera à mesure que de plus en plus de collectivités seront touchées par les impacts directs des changements climatiques (voir l'étude de cas 3.3). Malgré ces efforts de planification de l'adaptation, les exemples de mise en œuvre et d'évaluation de l'adaptation restent limités (Séances de mobilisation pour l'évaluation nationales, 2019).

## Étude de cas 3.3 : Adaptation locale dans le bassin des Grands Lacs

Les collectivités ontariennes du bassin des Grands Lacs sont de plus en plus confrontées aux impacts des changements climatiques et aux risques associés. En effet, les inondations côtières, l'érosion des berges et la baisse de la qualité de l'eau ont endommagé des infrastructures et des biens publics et privés, suscité des préoccupations en matière de santé et de sécurité publiques, réduit les possibilités de tourisme et de loisirs, et provoqué des pertes de productivité dans les industries locales (p. ex. transport maritime, agriculture, pêche) (McDermid et coll., 2015b; Ville de Thunder Bay, 2015; Ville de Kingston, 2014a; Ville de Windsor, 2012). De nombreuses municipalités ont évalué les risques et les vulnérabilités locales associés aux changements climatiques et ont trouvé des solutions adaptatives pour réduire les impacts au minimum (voir la figure 3.13) (Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs de la Commission mixte internationale, 2017).

Les villes de Thunder Bay, de Windsor et de Kingston (toutes membres de l'Alliance des villes des Grands Lacs et du Saint-Laurent) ont consacré une grande partie de leurs efforts d'adaptation à la planification et à la mise en œuvre de projets de développement à faible impact, à la conservation et à la restauration d'environnements naturels, et à la détermination des zones de grande vulnérabilité (voir la figure 3.13; Ville de Thunder Bay, 2015; Ville de Kingston, 2014a; Ville de Windsor, 2012).




Figure 3.13 : Trois exemples de projets de développement à faible impact. a) Aménagement à faible impact de la biofiltration sur l'avenue Memorial à Thunder Bay. b) Aménagement d'un toit vert à faible impact sur l'usine de récupération d'eau de Lou Romano à Windsor. c) Projet de rigole biologique de l'avenue Alwington à Kingston. Sources : a) Ville de Thunder Bay, 2015; b) Photo offerte par la ville de Windsor, 2014b; c) Photo offerte par la ville de Kingston.

La stratégie novatrice d'adaptation au climat de la ville de Thunder Bay (Ville de Thunder Bay, 2015) et le portail Web associé ont permis d'accroître la communication et l'éducation à l'échelle locale sur les changements climatiques. En effet, grâce à divers projets d'aménagement à faible impact, notamment une installation de biofiltration, la ville a progressé dans la mise en œuvre de mesures visant à réduire les risques d'inondation locaux et à améliorer la qualité des eaux de ruissellement. La ville de Windsor, un des premiers champions de l'adaptation, a quant à elle fait la promotion des toits verts comme moyen de réduire les risques associés au ruissellement des eaux de pluie et aux inondations, ainsi qu'aux épisodes de chaleur (Ville de Windsor, 2020). Depuis la publication de son plan d'adaptation aux changements climatiques, des toits verts ont été installés dans toute la ville, sur des bâtiments privés comme sur des bâtiments municipaux. Le plan d'action climatique de la ville de Kingston (Ville de Kingston, 2014b) a été classé comme le meilleur plan au Canada par une étude pour avoir géré avec efficacité à la fois la réduction des émissions de gaz à effet de serre et l'adaptation aux changements climatiques (Guyadeen et coll., 2019). Kingston a également commencé à investir dans des projets d'aménagement à faible impact pour réduire les risques climatiques. Ces projets comprennent l'augmentation de l'utilisation des revêtements perméables, la mise en place de jardins avec rigoles de drainage biologique et l'augmentation du stockage souterrain des eaux pluviales (Ville de Kingston, 2014a). Les trois municipalités reconnaissent l'importance de la gestion adaptative dans leurs projets et ont investi dans le suivi des performances au fil du temps (Ville de Thunder Bay, 2015; Ville de Kingston, 2014a; Ville de Windsor, 2012).

Alors que les municipalités du bassin des Grands Lacs continuent de mettre en œuvre des mesures d'adaptation et de les surveiller, les organismes gouvernementaux ont quant à eux souligné l'importance de mettre en commun les leçons apprises entre les administrations et d'accroître la coordination entre les secteurs et tous les ordres de gouvernement (Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs de la Commission mixte internationale, 2017).

# 3.5 L'adaptation améliore la santé des forêts, le stockage du carbone et la biodiversité

**Les changements climatiques ont des impacts sur la composition, les régimes de perturbation et l'enchainement des événements du cycle de vie dans les forêts et les paysages forestiers de l'Ontario. Les changements en ce qui concerne la sécheresse, les ravageurs et les régimes d'incendie et de vent sont particulièrement préoccupants au vu des impacts cumulatifs qui en résultent.**

*Les impacts des changements climatiques sur les forêts de l'Ontario comprennent la propagation vers le nord des ravageurs et des maladies, ainsi que les dommages causés par des phénomènes météorologiques extrêmes, comme la sécheresse et le vent. Une floraison ou un débourrement précoce, une prolongation de la saison de croissance et une modification de la composition des forêts ont tous été observés dans les paysages forestiers de l'Ontario à la suite de l'augmentation des températures. Globalement, les changements climatiques peuvent causer des dommages directs et indirects (par la prolifération accrue de ravageurs et de maladies) aux forêts de l'Ontario. L'élaboration et la mise en œuvre de stratégies d'adaptation, associées à des politiques et des pratiques de gestion forestière favorables, contribuent à réduire la sensibilité des arbres de l'Ontario aux impacts des changements climatiques, tout en créant un paysage forestier plus résilient. Le maintien d'un paysage forestier résilient entraine également des avantages pour la séquestration et le stockage du carbone, fournit des services écosystémiques à une variété de plantes et d'animaux, et maintient la connectivité des habitats qui leur permet de s'adapter aux déplacements des espèces.*

## 3.5.1 Introduction

Le paysage de l'Ontario est forestier à 66 % et représente un cinquième de la superficie forestière du Canada (Gouvernement de l'Ontario, 2021b). La province comprend quatre grandes régions forestières : les basses terres de la baie d'Hudson dans la sous-région du Nord, la forêt boréale dans les sous-régions du Nord et du Centre, la forêt des Grands Lacs et du Saint-Laurent dans les sous-régions du Centre et du Sud, et la forêt décidue dans la sous-région du Sud (voir la figure 3.14) (Gouvernement de l'Ontario, 2019a).

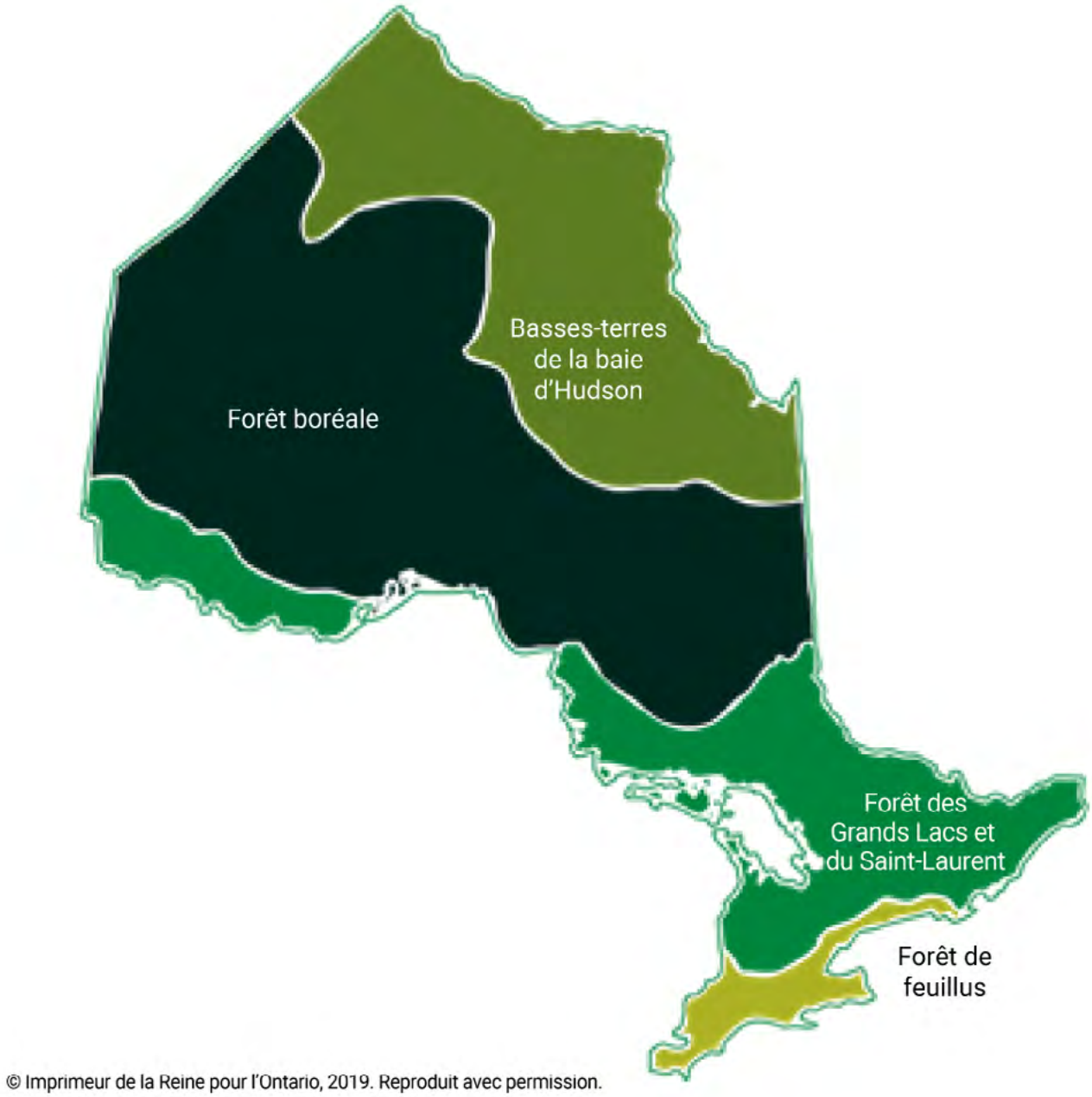



Figure 3.14 : Régions forestières de l'Ontario. Source : Gouvernement de l'Ontario, 2016b.

Les forêts de l'Ontario soutiennent plus de 147 000 emplois directs et indirects (Gouvernement de l'Ontario, 2020) et ont généré plus de 18,0 milliards de dollars de revenus totaux en 2019 (Gouvernement de l'Ontario, 2020). Les avantages sociaux et culturels sont plus difficiles à quantifier, mais les forêts de l'Ontario constituent une source d'importance culturelle, esthétique et spirituelle considérable pour les Ontariens en général et pour les peuples autochtones en particulier (Ressources naturelles Canada, 2018). Les activités

récréatives comme le camping, la randonnée, la cueillette de baies et la chasse sont également soutenues par les forêts (Gouvernement de l'Ontario, 2020).

Les forêts non gérées de la sous-région du Nord séquestrent d'importantes quantités de carbone. Le stockage total de carbone dans cette région devrait augmenter de 16,7 % à 20,7 % d'ici la fin du siècle selon tous les scénarios des Trajectoires communes d'évolution socio-économique (voir la section 2.22 dans Bush et coll. [2022] pour une explication de ces scénarios), mais sera fortement influencé par les feux de forêt (Ter-Mikaela et coll., 2021). Le potentiel de stockage du carbone dans les forêts gérées de la province dépasse celui des forêts non gérées, mais les deux sont considérablement touchés par les incendies et d'autres facteurs de stress (Ter-Mikaelian et coll., 2021; Chen et coll., 2018).

## 3.5.2 Impacts et vulnérabilités

Les températures hivernales plus élevées ont réduit le nombre de jours de froid extrême en Ontario, augmentant ainsi le taux de survie des ravageurs forestiers, comme l'agrile du frêne, la livrée des forêts, la tordeuse des bourgeons de l'épinette et la spongieuse (Ressources naturelles Canada, 2019; Price et coll., 2013; Candau et Fleming, 2011; Regniere et coll., 2009). Les hivers plus chauds ont également réduit la résistance au froid et favorisé un débourrement printanier précoce des conifères boréaux, ce qui les rend vulnérables aux gelées printanières tardives. À titre d'exemple, dans le nord-ouest de l'Ontario, au printemps 2012, les températures élevées du mois de mars ont provoqué la décroissance de la résistance au gel. Ces températures élevées ont été suivies de températures glaciales en avril, ce qui a entrainé un brunissement massif des aiguilles sur plus de 250 000 hectares de forêt (voir la figure 3.15) (Rossi, 2015; Man et coll., 2013). La régénération après le brunissement peut prendre plusieurs années, pendant lesquelles l'arbre peut être plus sensible à d'autres facteurs de stress tels que les insectes et les maladies (Man et coll., 2013).



Figure 3.15 : Vues aériennes (à gauche) et au sol (à droite) de plantations de pins gris endommagées près d'Upsala, en Ontario, prises en mai et en juin 2012. Source : Man et coll., 2013.

D'après les prévisions, la hausse des températures estivales accompagnée d'une augmentation minime des précipitations entrainera des conditions plus sèches, des sécheresses plus fréquentes et des charges de combustible plus importantes (p. ex. matières organiques combustibles) dans l'ensemble de la province, ce qui provoquera une augmentation de la fréquence, de l'intensité, de l'étendue, ainsi que des périodes et de la durée des feux de forêt (Wotton et coll., 2017; Flannigan et coll., 2016; Boulanger et coll., 2014; Gauthier et coll., 2014). La superficie annuelle brûlée par les feux de forêt pourrait doubler d'ici les années 2040 et être multipliée par huit d'ici 2100, selon un scénario d'émissions élevées (Podur et Wotton, 2010). D'ici la fin du siècle, la superficie brûlée par de grands feux (voir la figure 3.16), le nombre de jours où des incendies sont susceptibles de se produire et le nombre de jours où l'intensité des incendies dépasse les ressources de lutte contre les incendies disponibles devraient tous augmenter de manière significative, posant ainsi des défis pour la gestion des feux de forêt (Wotton et coll., 2017; Gauthier et coll., 2015). Les feux de forêt ont des répercussions en cascade qui affectent la santé et le bien-être des personnes et entrainent des perturbations et des pertes économiques (voir le chapitre Impacts sur les secteurs et mesures d'adaptation du Rapport sur les enjeux nationaux et le chapitre Aléas naturels du document intitulé La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement). Les incendies peuvent nuire aux activités forestières et à l'approvisionnement en bois, tandis que la fumée des incendies peut altérer le goût des cultures agricoles comme le raisin et les baies, perturber les transports et provoquer l'évacuation forcée des résidents des collectivités voisines, notamment les collectivités autochtones dans le nord de la province (voir la figure 3.17). Les évacuations forcées par voie aérienne des collectivités autochtones qui n'ont pas d'accès routier, comme celles qui ont eu lieu à Pikangikum, Deer Lake et Poplar Hill en 2021, sont particulièrement préjudiciables aux membres des collectivités. En effet, les résidents de Pikangikum ont été dispersés entre des collectivités aussi éloignées que Cornwall, à une distance de 1 600 km, pendant près d'un mois (CBC News, 2021).

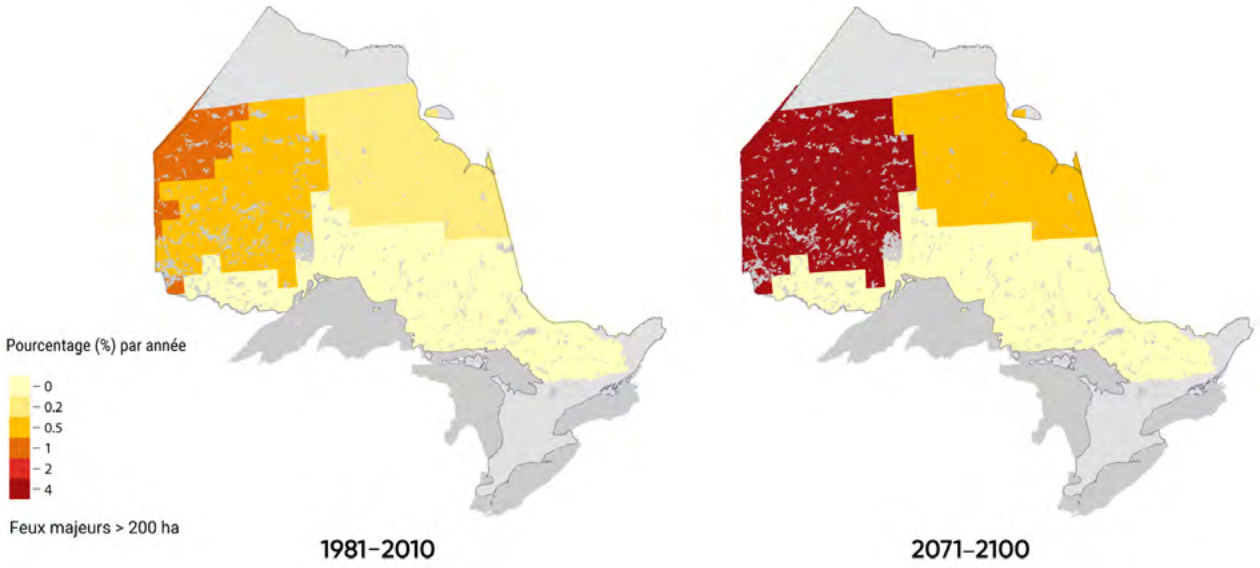



Figure 3.16 : Superficie annuelle moyenne brûlée par de grands incendies (incendies de plus de 200 ha) en Ontario de 1981 à 2010 (gauche) et projection de la superficie annuelle moyenne brûlée par de grands incendies en Ontario vers la fin du siècle (2071–2100) selon un scénario d'émissions élevées (RCP 8.5) (droite).
Source : Boulanger et coll., 2014.



Figure 3.17 : Le rougeoiement et la brume du feu de forêt pendant l'évacuation de Pikangikum, le 10 juillet 2021. Photo fournie par Mandi Chan-Peters.

On s'attend à des apparitions plus fréquentes, plus graves et plus étendues de ravageurs et de maladies en raison des températures hivernales plus douces, ainsi qu'à une augmentation des dommages causés par les ravageurs, notamment dans les sous-régions du Nord et du Centre de la province (Gouvernement de l'Ontario, 2019b; Candau et coll., 2018; James et coll., 2017; Pureswaran et coll., 2015; Huff et Thomas, 2014; Regniere et coll., 2009; Williamson et coll., 2009). Les dommages causés à l'épinette de l'Est par la tordeuse des bourgeons augmentent les risques d'incendie après la défoliation. En effet, la rupture des cimes d'arbres morts et des chablis (arbres déracinés ou brisés par le vent) constitue progressivement une accumulation de « combustibles » susceptibles de démarrer d'autres feux de forêt et de permettre aux flammes de s'étendre plus haut dans le couvert forestier (James et coll., 2017). La prolongation de la période hydrique causée par la hausse des températures, la baisse des précipitations saisonnières et d'autres facteurs, comme le vent, entrainera des périodes de diminution de la disponibilité de l'eau, ce qui augmentera également le risque de déclenchement d'incendies (Candau et coll., 2018; James et coll., 2017).

Le réchauffement impose des contraintes à la croissance de plusieurs espèces boréales, dont le sapin baumier et le mélèze, ce qui pourrait restreindre leur survie d'ici la fin du siècle selon un scénario d'émissions élevées de gaz à effet de serre (Yeung et coll., 2019; Boulanger et coll., 2017). Des caractéristiques comme la sensibilité à la mortalité provoquée par la sécheresse et le potentiel d'échec de la migration affectent la vulnérabilité des espèces d'arbres et des populations aux changements climatiques (Aubin et coll., 2018). À titre d'exemple, les épisodes de sécheresse survenus dans la partie sud de l'aire de répartition de l'épinette

blanche pendant la saison de croissance en Ontario ont dépassé la capacité de tolérance à la sécheresse de l'espèce, ce qui a augmenté de manière considérable la mortalité et réduit les taux de croissance (Sang et coll., 2019). Les augmentations de température prévues ainsi que la fréquence et la gravité de la sécheresse de la saison de croissance entraineront probablement un retrait progressif de l'épinette blanche de sa limite sud actuelle de l'aire de répartition (Weng et coll., 2019).

Les forêts résilientes fournissent un ensemble de services écosystémiques à la société (voir le chapitre Services écosystémiques du Rapport sur les enjeux nationaux). Les impacts des changements climatiques sur les régimes de perturbation des forêts auront des conséquences négatives sur la prestation de services écosystémiques et le stockage du carbone (Thom et Seidl, 2016). Cependant, la prise en compte des projections et des impacts relatifs aux changements climatiques dans la planification de la gestion forestière favorisera l'atteinte des objectifs de gestion, notamment en matière de biodiversité, de productivité et de stockage du carbone (Ontl et coll., 2020).

Sur de plus longues périodes, la variation des enveloppes climatiques entrainera une migration générale vers le nord des espèces d'arbres en Ontario, même s'il est probable que le rythme des changements climatiques dépasse la capacité naturelle d'adaptation des forêts (Brecka et coll., 2018; Pedlar et McKenney, 2017; Janowiak et coll., 2014; Huff et Thomas, 2014; Colombo, 2008). Certaines populations de conifères nordiques réagissent négativement aux augmentations de température et devraient connaitre un déclin à la limite sud de leur aire de répartition, ce qui va diminuer leur dominance dans la population de jusqu'à 30 % (Candau et coll., 2018; Pedlar et McKenney, 2017; Janowiak et coll., 2014; Thomson et coll., 2010).

### 3.5.3 Résilience et adaptation

Les initiatives visant à renforcer la résilience climatique des forêts et des paysages forestiers sont entreprises à l'échelle régionale et locale et impliquent un large éventail de mesures. Au niveau de la province, la stratégie d'adaptation aux changements climatiques du ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario de 2017 comprend des mesures relatives aux forêts, telles que les suivantes : 1) examiner les politiques en matière de transfert de semences d'arbres et de matériel de pépinière afin de veiller à ce qu'elles soient fondées sur les meilleures données scientifiques disponibles; 2) explorer les possibilités d'améliorer les programmes de surveillance provinciaux afin de prendre la mesure des impacts des changements climatiques; et 3) améliorer les connaissances sur des espèces d'arbres et des habitats particuliers connus pour être vulnérables aux changements climatiques (Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, 2017 b).

En 2018, l'Office de protection de la nature de la région du lac Simcoe a réalisé une étude complète des impacts des changements climatiques sur la plantation d'arbres et la gestion forestière, et a cerné les moyens par lesquels les programmes locaux pourraient s'adapter (Office de protection de la nature de la région du lac Simcoe, 2018). Voici quelques exemples de mesures d'adaptation proposées : 1) accroître la diversité génétique et structurelle du matériel de reproduction; 2) se préparer à des périodes de plantation anticipées; 3) augmenter les activités d'entretien après la plantation; et 4) choisir des espèces d'arbres adaptées au climat (Office de protection de la nature de la région du lac Simcoe, 2018).

L'adaptation aux changements climatiques visant à accroître la résilience des forêts peut également contribuer à la réalisation des objectifs de stockage du carbone. Plusieurs possibilités pouvant contribuer à la gestion des risques liés aux changements climatiques sur les paysages forestiers ont été répertoriées (Edwards et coll., 2015). Certaines mesures de gestion forestière qui favorisent les services écosystémiques et la santé globale des forêts favorisent également le stockage du carbone (Swanston et coll., 2016). Le Practitioners Menu of Adaptation Strategies and Approaches for Forest Carbon Management propose un ensemble de 31 approches employant sept stratégies différentes pour faire face de manière générale aux changements climatiques (Ontl et coll., 2020).

L'un des principaux défis de l'adaptation des forêts consiste à tenir compte du fait que le rythme des changements climatiques risque de dépasser la capacité naturelle d'adaptation des forêts (voir la section 3.5.2). De nombreuses administrations au Canada examinent la valeur potentielle de la migration assistée, c.-à-d. des interventions humaines visant à déplacer délibérément des espèces vers de nouveaux lieux de climat plus favorable (Edwards, 2015; Eskelin et coll., 2011). Depuis 2010, six essais de migration assistée ont été mis en œuvre en Ontario dans le but de comparer des semences de provenances locales et des semences de provenances un peu plus méridionales (Forêts Ontario, 2018). Le déplacement des semences d'arbres au-delà de leurs zones actuelles de transfert des semences nécessite l'approbation du ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario (Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, 2017a). Le Ministère utilise SeedWhere pour éclairer la mise à jour de la politique de transfert des semences d'arbres de l'Ontario (voir l'encadré 3.4) (McKenney et coll., 2009).

## Encadré 3.4 : SeedWhere – Un outil de correspondance climatique pour la migration assistée

SeedWhere est un outil simple développé dans le but de faciliter la prise de décision de transfert de semences pour la régénération forestière ou d'autres activités de restauration écologique (McKenney et coll., 2009; 1999). L'outil repère les lieux dont le climat est similaire à celui d'un point d'intérêt et utilise ensuite deux méthodes, à savoir la métrique de Gower et l'approche de la fonction de réponse universelle pour calculer la similarité climatique. Conçu pour intégrer les changements climatiques, SeedWhere peut être utilisé avec un nombre quelconque de variables climatiques. Cet outil peut être utilisé à la fois pour l'acquisition et le déploiement des semences (voir la figure 3.18; Van Bogaert et Lorente, 2017).

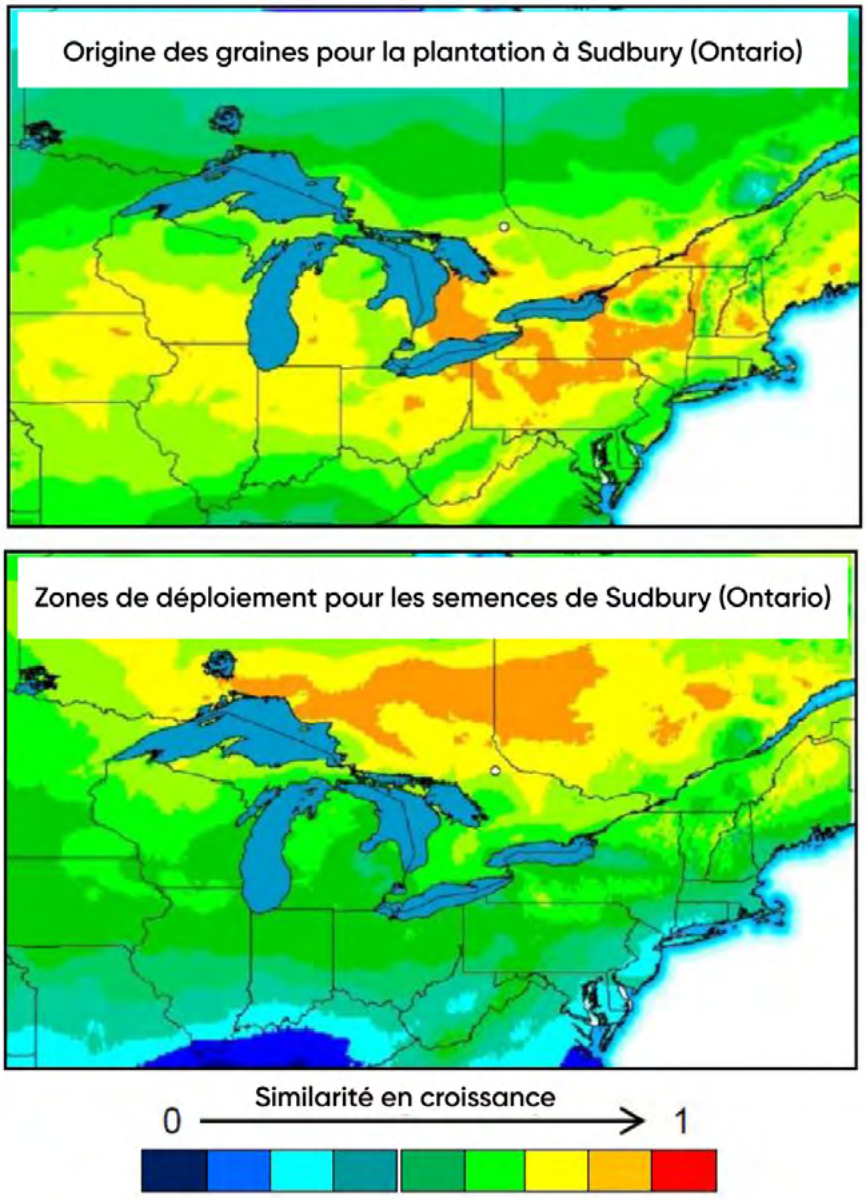



Figure 3.18 : Exemple de résultats de SeedWhere, montrant l'acquisition et le déploiement de semences à Sudbury, en Ontario. Source : Van Bogaert et Lorente, 2017; « Seed sources for planting at Sudbury, ON » et « Deployment areas for seed from Sudbury, ON », Service canadien des forêts, reproduits avec la permission du ministère des Ressources naturelles du Canada.

Un ensemble de mesures ont été répertoriées afin d'améliorer la résilience des forêts dans le contexte des changements climatiques (voir le tableau 3.4). Ces stratégies adaptatives amélioreront la santé des forêts pour la régénération et permettront une transition vers une nouvelle structure de peuplement (Sang et coll., 2019).

## Tableau 3.4 : Exemples d'options d'adaptation pour les forêts et les paysages forestiers

| THÈME | OPTIONS D'ADAPTATION | SOURCE |
|---|---|---|
| Migration assistée ou provenances de semences | Utilisation des semences, du germoplasme et d'autres matériels génétiques provenant d'une plus grande zone géographique. Cela pourrait impliquer l'importation de semis de zones plus éloignés et mieux adaptés aux conditions climatiques actuelles ou futures. | Swanston et coll., 2012 |
| Feu | Utilisation du brûlage dirigé ou d'autres traitements des combustibles dans le but de réduire le risque d'incendie, de réduire la vulnérabilité des forêts aux éclosions d'insectes et de préparer les peuplements forestiers à la régénération. | Swanston et coll., 2012; Gauthier et coll., 2014; Huff and Thomas, 2014 |
| Planification de l'aménagement des forêts | Mise au point de politiques, de plans et de pratiques de gestion forestière souples permettant de faire face aux changements. | Gauthier et coll., 2014 |
| Connectivité des habitats | Création ou restauration de la couverture forestière le long d'entités naturelles, comme les rivières ou les limites de propriété, qui peuvent améliorer la capacité des espèces à s'adapter naturellement et à migrer. | Johnston et coll., 2010; Swanston et coll., 2012; Gauthier et coll., 2014 |
| Abattage | Abattage des forêts les plus vulnérables aux perturbations (p. ex. les infestations d'insectes) ou au déclin général avant qu'elles n'atteignent leur âge de rotation optimal, ce qui permet l'installation d'espèces ou de populations mieux adaptées. | Gauthier et coll., 2014; Huff and Thomas, 2014 |
| Surveillance | Évaluation de l'adéquation des réseaux de surveillance environnementale et biologique existants pour suivre les répercussions des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers, déceler les insuffisances et les lacunes de ces réseaux, et trouver des solutions pour y remédier. | Gauthier et coll., 2014 |

| THÈME | OPTIONS D'ADAPTATION | SOURCE |
|---|---|---|
| Ravageurs ou maladies | Amélioration de la préparation à la gestion des insectes et des ravageurs, amélioration de la surveillance des ravageurs et maintien ou amélioration de la capacité des forêts à résister à la propagation des ravageurs et des agents pathogènes. | Johnston et coll., 2010; Huff and Thomas, 2014 |
| Vent | Variation de la forme et de la taille des coupes à blanc et préparation des parcelles ou des zones tampons sur les cours d'eau afin de réduire la vulnérabilité au risque de perturbation accrue par les chablis. | Gauthier et coll., 2014 |
| Diversité des espèces | Gestion active de la régénération du sous-étage afin d'aider les forêts à faire plus rapidement la transition vers de nouvelles compositions mieux adaptées en réduisant la concurrence des espèces indésirables, mal adaptées ou envahissantes. | Swanston et coll., 2012 |
| Éducation ou communication | Ouverture du dialogue avec les membres du public sur les valeurs et la gestion des forêts dans un contexte de changements climatiques, et implication de ces derniers dans une évaluation des mesures d'adaptation de la gestion forestière. | Johnston et coll., 2010; Gauthier et coll., 2014 |

Les connaissances sur la vitesse, l'ampleur et l'emplacement des changements de la composition et la distribution des forêts demeurent très incertaines (Candau et coll., 2018). L'adaptation dans les forêts est davantage compliquée par les longs délais impliqués, car les décisions de gestion forestière prises aujourd'hui n'auront des effets que plus tard dans le futur (Lemmen et coll., 2014). Il est également important que les objectifs d'adaptation cadrent avec d'autres objectifs, comme la biodiversité et les espèces en péril. En définitive, une approche globale et intégrée des systèmes qui tient compte de l'ensemble des impacts des changements climatiques et de leurs interactions est nécessaire pour mieux comprendre la vulnérabilité des arbres aux changements climatiques et comment favoriser leur adaptation (Johnson, 2009). Les initiatives de collaboration, telles que la Communauté de pratique en adaptation forestière (voir l'encadré 3.5), sont utiles à cet égard.

### Encadré 3.5 : Communauté de pratique en adaptation forestière

La Communauté de pratique en adaptation forestière (CdPAF) est une plateforme en ligne dédiée à l'avancement de l'adaptation dans le secteur forestier au Canada. La plateforme permet aux membres de l'industrie, aux chercheurs, aux décideurs politiques et aux autres personnes impliquées dans la foresterie canadienne et l'adaptation aux changements climatiques d'échanger de l'information et des pratiques exemplaires. La CdPAF propose des articles et des documents récents sur les changements climatiques et les forêts, des événements à venir concernant la foresterie, une bibliothèque en ligne contenant des centaines de ressources, des forums de discussion sur des thèmes proposés par les membres, des enregistrements de webinaires auxquels participent divers experts de la foresterie et des changements climatiques, etc. L'adhésion à la CdPAF est gratuite.

## 3.6 Les changements climatiques sont une source de menaces et de possibilités pour les systèmes agricoles et alimentaires de l'Ontario

**Des saisons de croissance plus longues et des températures moyennes plus élevées seront bénéfiques pour le secteur agricole dans certaines régions de l'Ontario. Toutefois, la réduction prévue des précipitations estivales, l'aggravation des vagues de chaleur, la fréquence accrue des précipitations extrêmes et l'augmentation des risques liés aux ravageurs et aux maladies constituent une menace pour les exploitations agricoles, ainsi que les activités de soutien comme la transformation et la distribution des aliments. Le renforcement des capacités et l'adaptation dans l'ensemble du secteur permettraient de saisir les possibilités et de gérer les risques liés aux changements climatiques.**

*Des températures moyennes plus élevées et des saisons de croissance plus longues présentent des avantages pour l'agriculture en Ontario, notamment l'expansion de la production dans certaines régions et un potentiel accru pour les cultures spécialisées. Cependant, ces avantages pourraient être compensés, voire annulés, par les effets négatifs des précipitations extrêmes et de la sécheresse accrue, qui se traduisent par une augmentation de l'érosion des sols, du stress hydrique, des dommages aux cultures et de la mortalité du bétail. Les risques qui en résultent sont accentués par les vulnérabilités des systèmes de transformation, de distribution et de vente au détail des produits alimentaires qui dépendent des infrastructures essentielles. Les perturbations des chaînes d'approvisionnement causées par des phénomènes météorologiques extrêmes se répercutent sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement, ce qui a souvent un impact sur les populations vulnérables déjà en proie à des problèmes de sécurité alimentaire et d'accès à la nourriture. Les mécanismes traditionnels pour faire face aux impacts des changements climatiques, tels que l'assurance récolte, pourraient*

*ne pas être durables, ce qui souligne la nécessité d'une action accélérée en matière d'adaptation. La réalisation du plein potentiel des mesures de résilience nécessite des investissements dans des domaines tels que les infrastructures et la main-d'œuvre, en plus d'une politique de soutien dans les domaines de l'agriculture, de la gestion de l'eau et de l'utilisation des terres.*

## 3.6.1 Introduction

L'agroalimentaire est un secteur à multiples facettes qui est inextricablement lié à d'autres secteurs économiques et qui est codépendant d'éléments d'infrastructure, comme l'électricité, le transport et les télécommunications (voir le chapitre Impacts sur les secteurs et mesures d'adaptation du Rapport sur les enjeux nationaux). Selon le recensement de 2016, le secteur agricole de l'Ontario employait plus de 800 000 personnes (environ 11,5 % des emplois provinciaux) et contribuait à hauteur de 39,5 milliards de dollars à l'économie provinciale (Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, 2016). L'Ontario est également la première province exportatrice de produits agroalimentaires au Canada (Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, 2016).

Les terres agricoles de qualité de la province se trouvent principalement dans la sous-région du Sud et offrent des possibilités actuelles et futures pour l'agriculture. L'agriculture à la ferme fait partie du tissu social des collectivités rurales de cette sous-région. Dans la sous-région du Centre, notamment dans la grande ceinture d'argile (district de Cochrane) et dans les districts de l'île de Manitoulin, de Kenora, de Rainy River, de Dryden et de Thunder Bay, l'on retrouve des zones plus petites, mais potentiellement importantes pour l'agriculture. Avec les changements climatiques en cours, une nouvelle expansion des zones de culture en Ontario est possible (Robinson et coll., 2020; Morand et coll., 2017c).

La vulnérabilité des systèmes agricoles aux changements climatiques dépend largement des caractéristiques des systèmes agricoles locaux et des cultures particulières qui sont pratiquées. Les agriculteurs ne cessent de mettre en œuvre des mesures adaptatives et de rechercher de nouvelles technologies afin de mieux gérer les risques météorologiques et climatiques sur place (Holland et Smit, 2014). Ces mesures impliquent souvent l'utilisation de solutions et d'outils propres à la culture, au produit et à la région pour améliorer la productivité des exploitations agricoles, notamment la sélection des cultivars, l'ajustement du calendrier des opérations culturales, l'application d'engrais et de pesticides, la rotation des cultures, les méthodes de labour, le drainage souterrain et l'optimisation de l'irrigation (Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, 2021a; Ontario Cover Crops Steering Committee, 2017; Conseil des académies canadiennes, 2013).

## 3.6.2 Impacts et vulnérabilités

Les augmentations observées des températures saisonnières et annuelles dans certaines parties de l'Ontario se traduisent par des changements des indices agroclimatiques, qui indiquent une augmentation de la durée moyenne de la saison de croissance, du nombre de degrés-jours de croissance (DJC) et des taux d'évapotranspiration moyenne (Bootsma, 2012; 2011). Le réchauffement continu et l'augmentation des unités thermiques de croissance (UTC : indice basé sur la température utilisé pour déterminer le potentiel

de croissance du maïs) favoriseront l'établissement de nouvelles cultures et/ou l'expansion de l'aire de répartition dans d'autres parties de la province, y compris dans les régions plus au nord où la disponibilité de l'eau et les conditions du sol sont appropriées (Qian et coll., 2012). Par exemple, dans la région de la grande ceinture d'argile, où un peu plus de 18 % des 1,8 million d'hectares de terres agricoles de qualité sont actuellement utilisés pour la production agricole, la durée de la saison de croissance devrait passer de 160 jours dans les années 2020 à plus de 180 jours dans les années 2050 selon un scénario d'émissions élevées (Robinson et coll., 2020; Morand et coll., 2017b). Toutefois, ces avantages des changements climatiques peuvent être compensés, voire annulés, par un ensemble d'effets négatifs, notamment l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes, qui peuvent entrainer une érosion des sols, un stress hydrique plus important, des dommages aux cultures et une augmentation de la mortalité du bétail (Motha et Baier, 2005). La vitesse rapide des changements climatiques, en particulier les changements des extrêmes de température et de précipitation, peut remettre en question les efforts d'adaptation (Kulshreshtha et coll., 2010; Wall et coll., 2007).

Divers facteurs climatiques et non climatiques ont une incidence sur la croissance et le rendement des cultures. Bien que les facteurs clés, notamment l'emplacement géographique, le type de sol, les conditions météorologiques et les phénomènes extrêmes, échappent au contrôle des producteurs, les mesures telles que le choix des cultivars, le travail du sol, les pratiques d'irrigation et de fertilisation et le calendrier des principales opérations permettent d'améliorer le rendement au cours d'une année donnée (Morand et coll., 2017c; Brklacich et Woodrow, 2016; Holland et Smit, 2013).

De nombreuses études se sont penchées sur la manière dont les risques climatiques pour les cultures et les produits de base pourraient affecter la productivité future. Il s'agit notamment des impacts sur le maïs (Qian et coll., 2019; He et coll., 2018; Morand et coll., 2017a; Zaytseva, 2016; Gaudin et coll., 2015), le soja (He et coll., 2018; Jing et coll., 2017; Zaytseva, 2016), le blé (Qian et coll., 2019; He et coll., 2018), le canola (Qian et coll., 2019; Qian et coll., 2018; Wu et coll., 2018), le raisin (Hewer et Gough, 2019; Shaw, 2017; Holland et Smit, 2014) et le sirop d'érable (l'érable à sucre) (Brown et coll., 2015; Richardson, 2015). Les modèles agricoles dynamiques sont souvent utilisés pour quantifier les impacts des changements climatiques sur les rendements des cultures (voir le tableau 3.5), permettant ainsi des évaluations d'impact plus ciblées (Luo, 2011). Les différences et les biais des modèles agricoles, ainsi que les scénarios climatiques et les méthodes de réduction d'échelle utilisés, créent des incertitudes quant aux variations prévues du rendement des cultures (Li et coll., 2018). L'utilisation d'ensembles multimodèles réduit les biais présents dans chaque modèle et est recommandée dans les évaluations (Qian et coll., 2020).

## Tableau 3.5 : Estimations de la variation du rendement annuel sous l'effet des changements climatiques pour certaines cultures en Ontario

| CULTURE | VARIATION ANNUELLE DU RENDEMENT | MODÈLE ET SCÉNARIO DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES | ÉCHÉANCIER | RÉFÉRENCE |
|---|---|---|---|---|
| Maïs | +9–12%<br>+13–17% | CanRCM4 – RCP 4.5<br>CanRCM4 – RCP 8.5 | 2071–2100<br>2071–2100 | He et coll., 2018 |
| | +41% | Ensemble multimodèle — CANGRD — RCP 8.5 | 2041–2070 | Morand et coll., 2017a |
| Soja | N/C<br>N/C | CanRCM4 – RCP 4.5<br>CanRCM4 – RCP 8.5 | 2071–2100<br>2071–2100 | He et coll., 2018 |
| Blé d'hiver | -15–16%<br>-32% | CanRCM4 – RCP 4.5<br>CanRCM4 – RCP 8.5 | 2071–2100<br>2071–2100 | He et coll., 2018 |
| Canola | -21%<br>-33%<br>-27%<br>-50% | CanRCM4 – RCP 4.5<br>CanRCM4 – RCP 8.5<br>CanRCM4 – RCP 4.5<br>CanRCM4 – RCP 8.5 | 2041–2070<br>2041–2070<br>2071–2100<br>2071–2100 | Qian et coll., 2018 |

Notes : CanRCM4 représente le grand ensemble du Modèle régional canadien du climat (Environnement et Changement climatique Canada, 2020). RCP 4.5 est un scénario à émissions modérées et RCP 8.5, un scénario à émissions élevées.

Les fourrages et les pâturages destinés au bétail représentent 10 % de la production agricole de l'Ontario (Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, 2016). La production de fourrage, en particulier dans les régions du nord, est limitée par la durée de la saison de croissance et le nombre de récoltes qui en résulte. Les augmentations prévues du rendement des cultures fourragères apporteront des avantages à l'élevage (Payant et coll., 2021; Thivierge et coll., 2017) ainsi que des possibilités d'expansion agricole dans les régions du nord (Chapagain, 2017). Le bétail subit également les effets de l'exposition à une chaleur extrême ou prolongée (Smith et Eastwood, 2017; Bishop-Williams et coll., 2015), ainsi que d'autres facteurs liés aux conditions météorologiques, notamment les incendies de forêt (Schultz et

Lishman 2018), le froid extrême (Tarr, 2015; Richardson, 2003) et les précipitations extrêmes (Cheng et coll., 2022; Rojas-Downing, 2017).

Les changements climatiques entraineront une augmentation des mouvements et de l'établissement d'espèces exotiques envahissantes, notamment de ravageurs, de maladies et de plantes concurrentes, qui mettront en péril la production agricole (voir le chapitre Impacts sur les secteurs et mesures d'adaptation [section 7.4] du Rapport sur les enjeux nationaux; International Plant Protection Convention Secretariat, 2021). La hausse des températures annuelles permet aux ravageurs d'étendre les limites septentrionales de leur aire de répartition, tandis que les hivers plus chauds permettent la prolifération de certains ravageurs (Baute, 2020; Taylor et coll., 2018). À mesure que les enveloppes climatiques se déplacent vers le nord pour créer ou étendre les conditions de température convenables, les régions les plus au sud de l'Ontario risquent d'être les premières à connaitre de nouvelles espèces exotiques envahissantes, en particulier dans les régions où leur déplacement peut être facilité par le transport à travers la frontière internationale. Des saisons de croissance plus hâtives et plus longues peuvent fournir une source de nourriture plus abondante pour les ravageurs et, dans certains cas, justifier une application supplémentaire de techniques de gestion, telles que les herbicides ou les pesticides (Baute, 2020, Taylor et coll., 2018).

Les aspects de la transformation, de la distribution et de la vente au détail de produits alimentaires qui complètent la production agricole primaire et qui dépendent de bâtiments, des transports, de l'électricité, des télécommunications et de l'approvisionnement en carburant sont également exposés aux risques climatiques. Les perturbations causées par les phénomènes météorologiques extrêmes se répercutent en cascade sur le système d'approvisionnement global et soulignent la nécessité d'une adaptation à plusieurs niveaux et par de nombreux acteurs (Toronto Medical Officer of Health, 2018; Zeuli et coll., 2018). Dans de nombreux cas, les impacts sur la chaîne d'approvisionnement alimentaire se répercutent en cascade sur les populations vulnérables déjà en proie à des problèmes de sécurité alimentaire et d'accès à la nourriture (Mbow et coll., 2019; C40 Cities, 2018). Un examen systématique de la vulnérabilité du système alimentaire a été commandé par le Bureau de santé publique de Toronto afin de déterminer les risques pour la chaîne d'approvisionnement alimentaire et les impacts sur la santé publique, en particulier pour les populations vulnérables. Tout en concluant que le système alimentaire de la ville de Toronto est relativement résilient aux changements climatiques, six vulnérabilités principales ont été décelées, et des recommandations pour améliorer la résilience climatique ont été formulées (voir le tableau 3.6; Zeuli et coll., 2018).

## Tableau 3.6 : Vulnérabilités et options d'adaptation dans la chaîne d'approvisionnement alimentaire de Toronto et de ses environs

| PRINCIPALE ZONE DE VULNÉRABILITÉ | OPTIONS D'ADAPTATION POSSIBLES |
|---|---|
| Risque d'inondation | Planification de la continuité des activités; formes d'assurance; meilleure connaissance des risques d'inondation |
| Électricité, réseau routier et infrastructures pour le carburant | Capacité de production d'énergie de secours; itinéraires alternatifs prévus; centres d'assistance en cas de catastrophe |
| Marché des produits alimentaires de l'Ontario | Redondance de l'alimentation |
| Accès à la nourriture dans les quartiers de banlieue | Planification de la continuité des activités; formes d'assurance; production d'énergie de secours; plans d'action de la collectivité locale en matière de résilience alimentaire; plans d'intervention en cas d'urgence alimentaire |
| Insécurité alimentaire et le réseau d'assistance alimentaire | Règlement des problèmes sous-jacents qui conduisent à l'insécurité alimentaire |
| Coordination, collaboration, planification et préparation | Rôles définis pour la coordination et la supervision; promotion du guide la planification d'urgence |

Source : Adapté de Zeuli et coll., 2018.

## 3.6.3 Résilience et adaptation

Les principes de renforcement de la résilience climatique s'appliquent à la province de manière globale, plusieurs programmes provinciaux servant à améliorer l'éducation aux changements climatiques, l'engagement et le soutien des capacités du secteur agricole dans son ensemble (Morand et coll., 2017c). Des programmes tels que le Partenariat canadien pour l'agriculture (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2021), le Programme Canada-Ontario des plans agroenvironnementaux (Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, 2021b) et les programmes de gestion des risques de l'entreprise, exécutés par l'organisme provincial Agricorp, donnent accès au financement des technologies propres, ainsi qu'à des mécanismes de promotion de l'adaptation aux changements climatiques et de l'adoption accrue des pratiques exemplaires de gestion pour la santé des sols, la qualité de l'eau et d'autres biens et services écosystémiques.

Les options d'adaptation précises dépendent généralement des circonstances à l'échelle locale et comprennent des mesures telles que la diversification des cultures, l'introduction de différentes rotations de cultures, la gestion de l'eau sur place et l'ajustement du calendrier d'ensemencement (Qian et coll., 2018; Morand et coll., 2017a; Gaudin et coll., 2015). Les producteurs de fruits tendres utilisent des machines à vent ou des ventilateurs contre le gel pour protéger les fruits contre le gel précoce du printemps, ainsi que des filets paragrêles ou de canons anti-grêles pour la protection contre les tempêtes de grêle (Ontario Apple Growers, 2018). Les producteurs de fruits tendres, de céréales et d'oléagineux sélectionnent de nouveaux cultivars mieux adaptés aux conditions climatiques prévues (Hewer et Gough, 2018; He et coll., 2017; Shaw, 2017; Holland et Smit, 2014). La compréhension des vulnérabilités particulières et des mesures permettant de renforcer la résilience climatique peut être facilitée par des outils d'aide à la décision (voir l'étude de cas 3.4).

## Étude de cas 3.4 : Comprendre et traiter les risques et les possibilités agroclimatiques

Le cadre d'évaluation du climat et de l'agriculture en Ontario (Ontario Climate and Agriculture Assessment Framework) (Morand et coll., 2017c) est un outil d'aide à la décision spatialement explicite qui évalue les risques et les possibilités agroclimatiques de référence et futurs. Il exploite les résultats du modèle climatique mondial pour comprendre l'adaptation des cultures aux changements climatiques futures, mesurée en degrés-jours de croissance (DJC), en unités thermiques de croissance (UTC), en évaporation potentielle et en rendement. Il attribue également une cote aux terres selon leurs aptitudes sous l'influence des changements climatiques, en s'appuyant sur le Système de classification des terres selon leurs aptitudes mis au point par Agriculture et Agroalimentaire Canada (Groupe de travail sur les interprétations agronomiques, 1995). La version initiale du Ontario Climate and Agriculture Assessment Framework a été testée et peaufinée en l'appliquant à deux régions et systèmes de production : la production de viande bovine en utilisant des fourrages dans la grande ceinture d'argile de l'Ontario (en examinant précisément le foin de fléole des prés) et la production de maïs dans le sud-ouest de l'Ontario.

Dans les deux régions, on a constaté que les changements climatiques offraient des possibilités au secteur agricole notamment grâce au prolongement des saisons de croissance, à l'augmentation des degrés-jours de croissance et des unités thermiques de croissance, et à l'augmentation des rendements des cultures (voir le tableau 3.7). Cependant, les changements climatiques présentaient également des risques qui nécessiteront une adaptation efficace. À titre d'exemple, entre les mois de mai et septembre dans le sud-ouest de l'Ontario, la région devrait connaitre une augmentation de 16 % de l'évaporation potentielle, ce qui accroîtrait le stress hydrique. L'augmentation des précipitations printanières, les tempêtes de pluie de forte intensité et les épisodes de pluie sur la neige augmenteront les risques d'humidité excessive du sol dans la Great Clay Belt, où les sols sont déjà mal drainés.

## Tableau 3.7 : Résumé des changements prévus d'ici 2050 selon un scénario d'émissions élevées (RCP 8.5) pour deux régions de l'Ontario à l'aide du Ontario Climate and Agriculture Assessment Framework

| | FOIN DE FLÉOLE DES PRÉS DANS LA GRANDE CEINTURE D'ARGILE | LE MAÏS DANS LE SUD-OUEST DE L'ONTARIO |
|---|---|---|
| Température | Annuelle : +2,9 °C<br>En hiver : +4,7 °C<br>Au printemps : +3,2 °C<br>En été : +3,2 °C<br>En automne : +3,3 °C | Annuelle : +3,3 °C<br>En hiver : +3,6 °C<br>Au printemps : +2,8 °C<br>En été : +3,2 °C<br>En automne : +3,1 °C |
| Précipitation | Annuelle : +9 %<br>En hiver : +19 %<br>Au printemps : +15 %<br>En été : +1 %<br>En automne : +7 % | Annuelle : +6 %<br>En hiver : +13 %<br>Au printemps : +13 %<br>En été : pas de changement<br>En automne : +3 % |
| Durée de la saison de croissance | +50 jours | +28 jours |
| Degrés-jours de croissance (DJC) 5* et unités thermiques de croissance (UTC) | DJC = +566 (40 % d'augmentation) | UTC = +390 (augmentation de 25 %) |
| Cotes du Système de classification des terres selon leurs aptitudes** | Passage de la classe 5 (limitations très sérieuses) à la classe 3 (limitations modérées) | Passage de la classe 1 (aucune limitation) à la classe 2 (légères limitations) |
| Rendement (kg/ha) | +2 160 (augmentation de 30 %) | +3 300 (augmentation de 41 %) |

* Le GDD5 est une mesure de l'accumulation de jours où la température moyenne quotidienne est supérieure à 5 degrés Celsius.

** Le Système de classification des terres selon leurs aptitudes est une procédure de classification de l'aptitude des terres à accueillir les petites céréales (et les oléagineux rustiques) semées au printemps.

Source : Morand et coll., 2017b.

Des options d'adaptation et de politique ont été élaborées pour chaque région et système de production, fournissant des conseils sur la manière de réduire les risques climatiques et d'exploiter les possibilités. Par exemple, dans le sud-ouest de l'Ontario, l'irrigation au goutte-à-goutte souterraine pourrait faciliter la gestion de l'eau au niveau de l'exploitation et réduire les variations de la disponibilité de l'humidité. Pour tirer parti de l'amélioration des conditions de croissance dans la grande ceinture d'argile, des mesures incitatives pourraient être élaborées pour attirer de nouveaux éleveurs de bovins dans la région, dans le but de développer l'industrie et de renforcer la sécurité alimentaire dans le nord de l'Ontario (Morand et coll., 2017c).

Le fait qu'il existe des mécanismes visant à soutenir, à permettre ou à encourager l'adaptation ne signifie pas pour autant qu'ils sont adoptés. En effet, en l'absence d'une adaptation accrue, les mécanismes traditionnels comme les programmes d'agriassurance pourraient connaitre des déficits et nécessiter des investissements supplémentaires de la part du gouvernement afin de garantir leur durabilité dans le temps (Vérificatrice générale de l'Ontario, 2017). Les efforts d'adaptation aux changements climatiques sont fréquemment motivés par des possibilités économiques, comme l'expansion de la production de raisin pour le vin, ou les changements d'affectation des terres pour l'expansion de l'élevage bovin (Hewer et Gough, 2019; Morand et coll., 2017b; Shaw, 2017; Beef Farmers of Ontario, 2014; Holland et Smit, 2014). La reconnaissance du plein potentiel de ces efforts nécessite des investissements dans des domaines tels que les infrastructures et la main-d'œuvre, ainsi qu'une politique de soutien dans les domaines de l'utilisation des terres, de l'eau et de l'agriculture (Chapagain, 2017; Morand et coll., 2017b; Barbeau et coll., 2015).

# 3.7 Les inégalités relatives à la santé humaine existantes seront aggravées par les changements climatiques

**De nombreux facteurs non climatiques, dont le revenu, la qualité du logement et l'emploi jouent un rôle clé dans la détermination de la vulnérabilité des collectivités et des individus aux risques sanitaires que pose les changements climatiques. Les populations marginalisées et à faible niveau socio-économique subiront des impacts disproportionnés sur la santé et éprouveront de plus en plus de difficultés à y faire face et à s'adapter. Les évaluations régionales et locales de la vulnérabilité aux changements climatiques qui tiennent compte de l'équité en matière de santé constituent une base pour une action d'adaptation plus solide et plus élargie.**

*Les déterminants de la santé humaine comprennent de nombreux facteurs sociaux et démographiques interdépendants, comme le niveau de revenu, l'éducation, l'alphabétisation, le statut social, le sexe, la race et la culture à l'échelle des individus ou des collectivités. Les populations prioritaires pour l'adaptation sont des groupes de personnes présentant un risque accru de problèmes de santé, et celles qui peuvent bénéficier d'interventions de santé publique. Les populations marginalisées sont disproportionnellement vulnérables aux changements climatiques. Les évaluations locales ou régionales de la vulnérabilité et de l'adaptation aux changements climatiques qui tiennent compte de l'équité peuvent aider à cibler les interventions d'adaptation à court et à long terme. Les évaluations réalisées pour de nombreuses régions de la province motivent une intensification des efforts pour surveiller l'évolution des risques, fournir une éducation et une sensibilisation appropriées au public, et mettre en œuvre des mesures visant à améliorer la résilience aux changements climatiques. Les mesures visant à prendre en compte les déterminants sociaux de la santé sont essentielles pour réduire les disparités sociales et la vulnérabilité des populations, ainsi que pour favoriser l'adaptation.*

## 3.7.1 Introduction

Les changements climatiques accroissent les menaces qui pèsent sur la santé de la population et aggravent les pressions existantes sur des facteurs clés comme la qualité de l'eau, la sécurité alimentaire et le logement (voir le chapitre La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement; Decent et Feltmate, 2018 Watts et coll., 2018; Zeuli et coll., 2018; Gough et coll., 2016; Berry et coll., 2014b). Les populations vulnérables et marginalisées, notamment celles en proie à des inégalités sociales et sanitaires, à des problèmes de santé existants ou sous-jacents, ou à des disparités économiques, subissent des impacts disproportionnellement plus importants des changements climatiques (voir la figure 3.19; Groupe d'experts sur les résultats de l'adaptation et de la résilience aux changements climatiques, 2018; Berry et coll., 2014b).

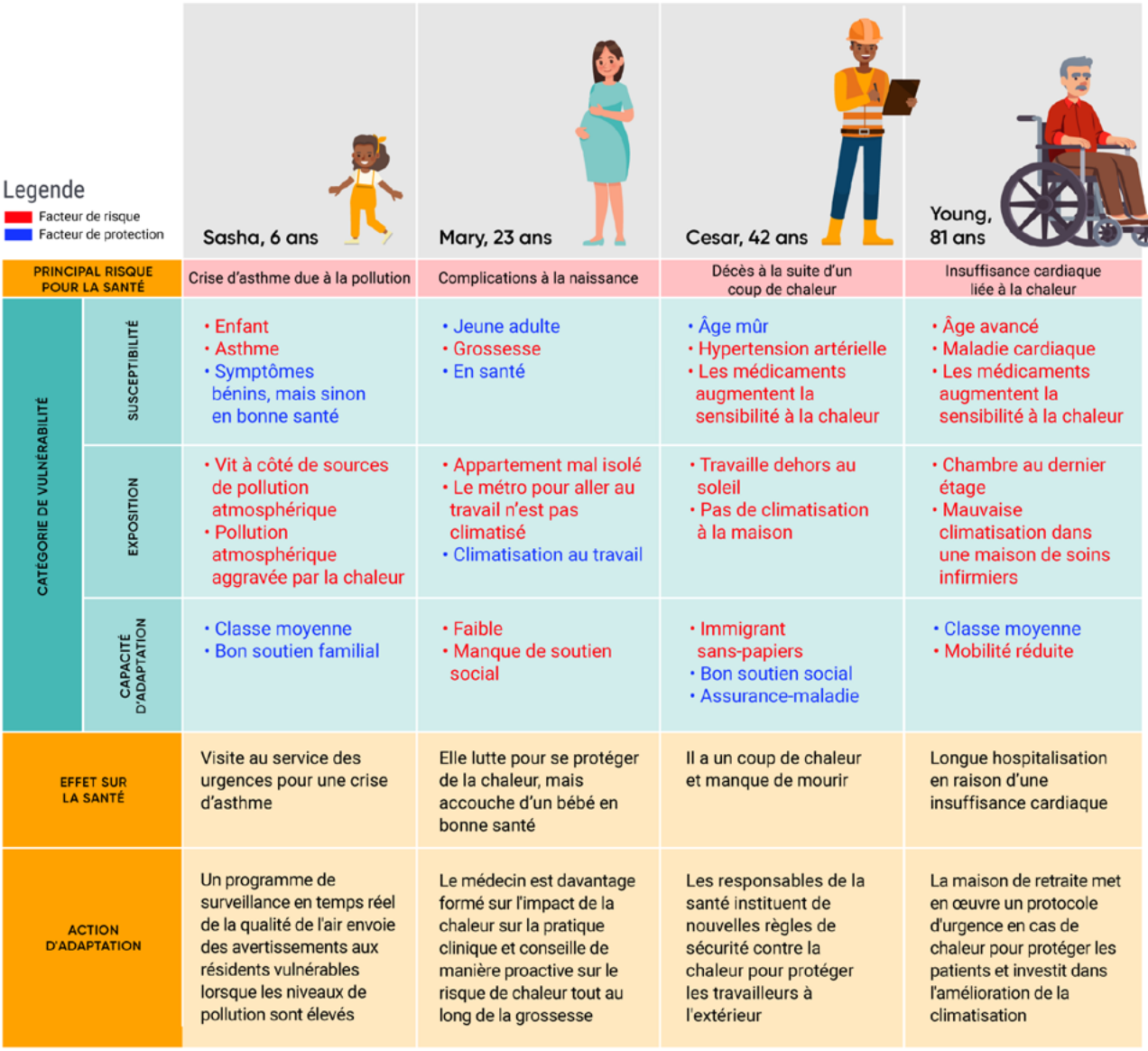



Figure 3.19 : Vulnérabilités sur le plan de la santé de différentes populations confrontées à une vague de chaleur. Source : Adapté de Salas et coll., 2019.

Les conditions météorologiques extrêmes ont des répercussions importantes sur la santé humaine (Decent et Feltmate, 2018; Rajaram et coll., 2016). On peut citer par exemple les impacts directs sur la santé et la sécurité comme les épisodes de chaleur (p. ex. stress thermique), les incendies de forêt (p. ex. perte d'arbres, de maisons, impacts sur les personnes), les vents extrêmes (p. ex. blessures causées par des débris volants) et les fortes pluies causant des inondations (p. ex noyade) ainsi que les impacts indirects (p. ex. maladies dues à la mauvaise qualité de l'eau ou à l'exposition aux moisissures, traumatismes psychosociaux) (voir la figure 3.20; Conseil des académies canadiennes, 2019; Gough et coll., 2016; Paterson et coll., 2012). Les impacts des phénomènes météorologiques extrêmes sur la santé mentale comprennent les incidences des troubles de stress post-traumatique, de la dépression, de l'anxiété et du deuil (voir la figure 3.21; Hayes et coll., 2019; Hayes et coll., 2018). La menace des changements climatiques elle-même peut entrainer une

détresse émotionnelle, notamment une « écoanxiété », une « écoparalysie » et une « solastalgie », qui désignent la détresse et l'isolement résultant de la transformation et de la dégradation de son milieu de vie (Galway et coll., 2019; Hayes et coll., 2018; Albrecht et coll., 2007).

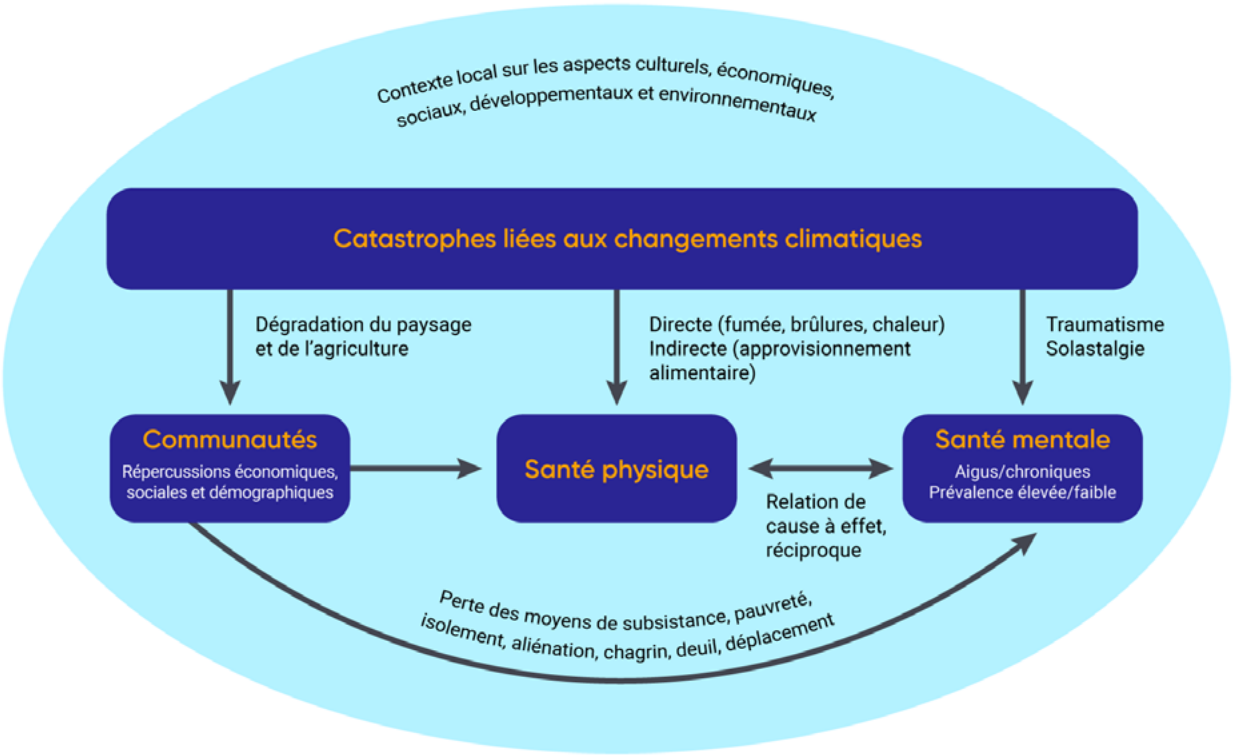



Figure 3.20 : Liens entre les catastrophes liées aux changements climatiques et les effets sur la santé humaine.
Source : Conseil des académies canadiennes, 2019.

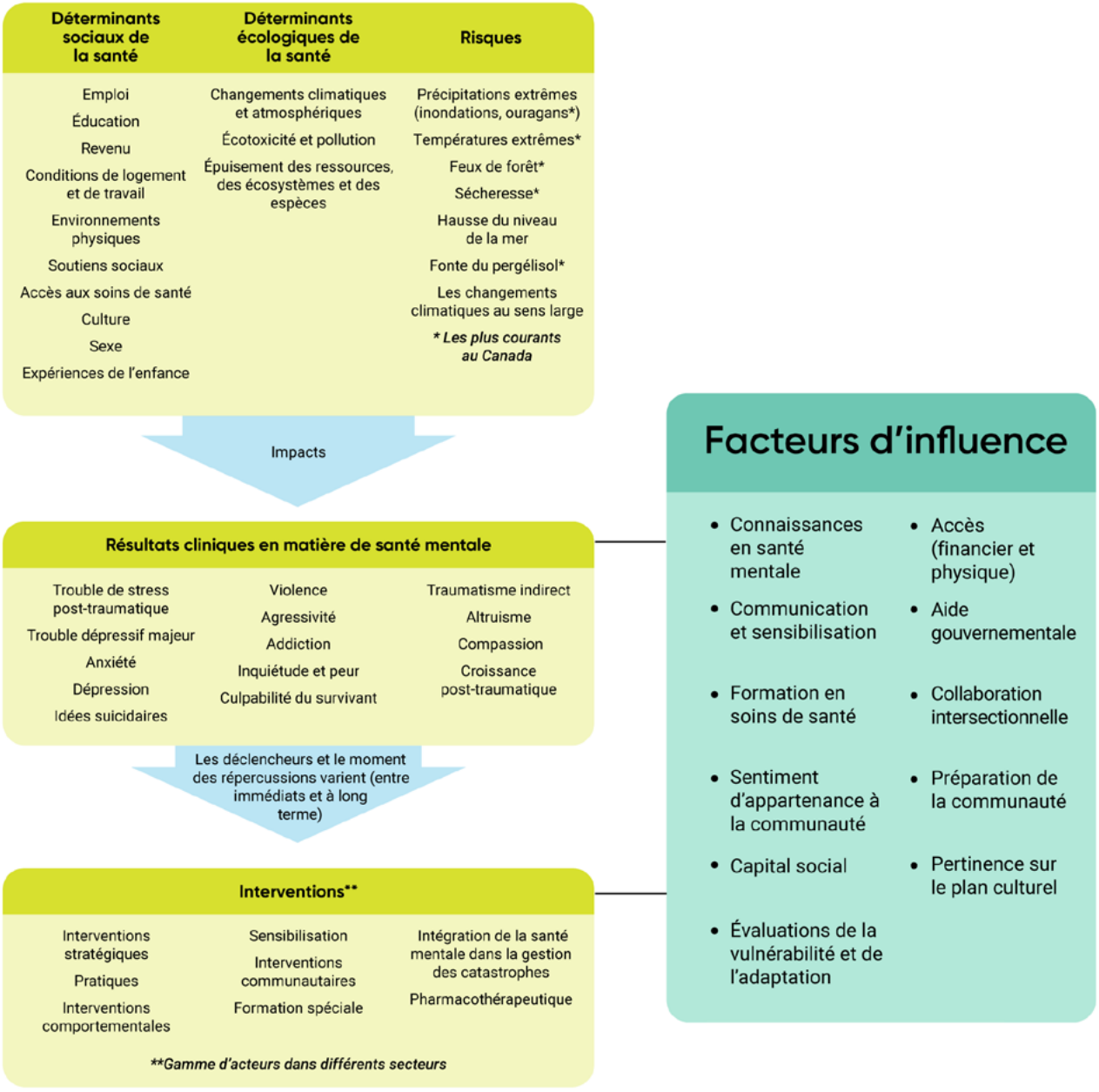



Figure 3.21 : Facteurs influençant les impacts des changements climatiques sur la santé psychosociale.
Source : Hayes et coll., 2019.

## 3.7.2 Impacts et vulnérabilités

### Chaleur extrême

Les épisodes de chaleur extrême devraient continuer à augmenter avec les changements climatiques (Zhang et coll., 2019), entrainant un risque accru de maladies liées à la chaleur et une surmortalité (Chen et coll., 2016; Gough et coll., 2016; Margolis, 2013). D'ici 2100, l'Ontario verrait 38 (de 28,1 à 44,5) jours chauds de plus chaque année selon un scénario d'émissions, tandis que d'après un scénario de faibles émissions, il en verrait 4,7 (2,8 à 6,8) (Zhang et coll., 2019). Les températures extrêmement élevées entrainent une augmentation des taux d'hospitalisation pour des maladies coronariennes et des accidents vasculaires cérébraux (Bai et coll., 2018), du diabète (Bai et coll., 2016), mais aussi une augmentation des décès liés à des problèmes respiratoires (Chen et coll., 2016) et plus de visites aux urgences pour des maladies mentales et comportementales à Toronto (Wang et coll., 2014). Les responsables de la santé publique de l'Ontario ont classé la chaleur extrême comme leur plus grande préoccupation parmi les impacts des changements climatiques (Paterson et coll., 2012). Les avertissements de chaleur sont déclenchés par des données régionales (nord, sud et extrême sud-ouest) sur l'intensité et la durée des températures qui comprennent également des seuils d'humidité (Ministère de la Santé et des Soins de longue durée de l'Ontario, 2016). Au cours d'une période de référence allant de 1971 à 2000, la fréquence d'un épisode de chaleur (trois jours consécutifs de température maximale supérieure à 32 °C, ministère du Travail de l'Ontario) dans tous les bureaux de santé publique (BSP) était inférieure à un par an. D'ici 2050, la grande majorité des BSP (28 sur 36) connaitront au moins un épisode de chaleur par an et, d'ici les années 2080, 33 BSP sur 36 connaitront plus d'un épisode de chaleur extrême par an (Gough et coll., 2016). Windsor-Essex a relevé une relation entre les maladies liées aux températures extrêmes et l'augmentation des visites aux urgences à mesure que le nombre de jours de chaleur record augmente (Windsor-Essex County Health Unit, 2019).

Les niveaux de chaleur sont intensifiés dans les centres urbains où les vastes surfaces bétonnées et pavées produisent un effet d'îlot de chaleur urbain (Mohsin et Gough, 2012; Gough et coll., 2001). En l'absence d'une adaptation élargie, l'augmentation des extrêmes de température entrainera un risque accru de maladies et de mortalité liées à la chaleur, notamment chez les populations vulnérables, telles que les personnes âgées, les jeunes enfants, les handicapés physiques, les personnes vivant seules et celles qui travaillent à l'extérieur (Bai et coll., 2018; 2016; Guo et coll., 2018; McDonald et coll., 2016). Les projections de chaleur extrême en Ontario montrent une augmentation importante des températures élevées au cours du siècle actuel (voir le tableau 3.8; Centre canadien des services climatiques, 2019).

## Tableau 3.8 : Projections du nombre de jours où les températures maximales sont supérieures à 30 °C pour Thunder Bay, Sudbury, Toronto, Niagara Falls et Windsor jusqu'au milieu et à la fin du siècle selon des scénarios d'émissions modérées (RCP 4.5) et élevées (RCP 8.5)

NOMBRE DE JOURS AVEC UNE TEMPÉRATURE MAXIMALE >30 °C

| | HISTORIQUE | VALEURS ANNUELLES | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1950–2005 | DÉCENNIE 2050 | | | | DÉCENNIE 2080 | | | |
| | | RCP 4.5 | | RCP 8.5 | | RCP 4.5 | | RCP 8.5 | |
| | MÉDIANE* | MÉDIANE | PLAGE | MÉDIANE | PLAGE | MÉDIANE | PLAGE | MÉDIANE | PLAGE |
| Thunder Bay | 2 | 12 | 1–21 | 12 | 4–27 | 18 | 8–28 | 35 | 14–53 |
| Sudbury | 4 | 17 | 4–22 | 22 | 11–37 | 27 | 10–36 | 47 | 20–62 |
| Toronto | 11 | 35 | 20–53 | 47 | 21–61 | 51 | 29–71 | 74 | 46–90 |
| Niagara | 7 | 31 | 19–54 | 45 | 19–65 | 50 | 26–67 | 75 | 43–95 |
| Windsor | 18 | 48 | 33–67 | 61 | 31–82 | 68 | 43–93 | 94 | 67–105 |

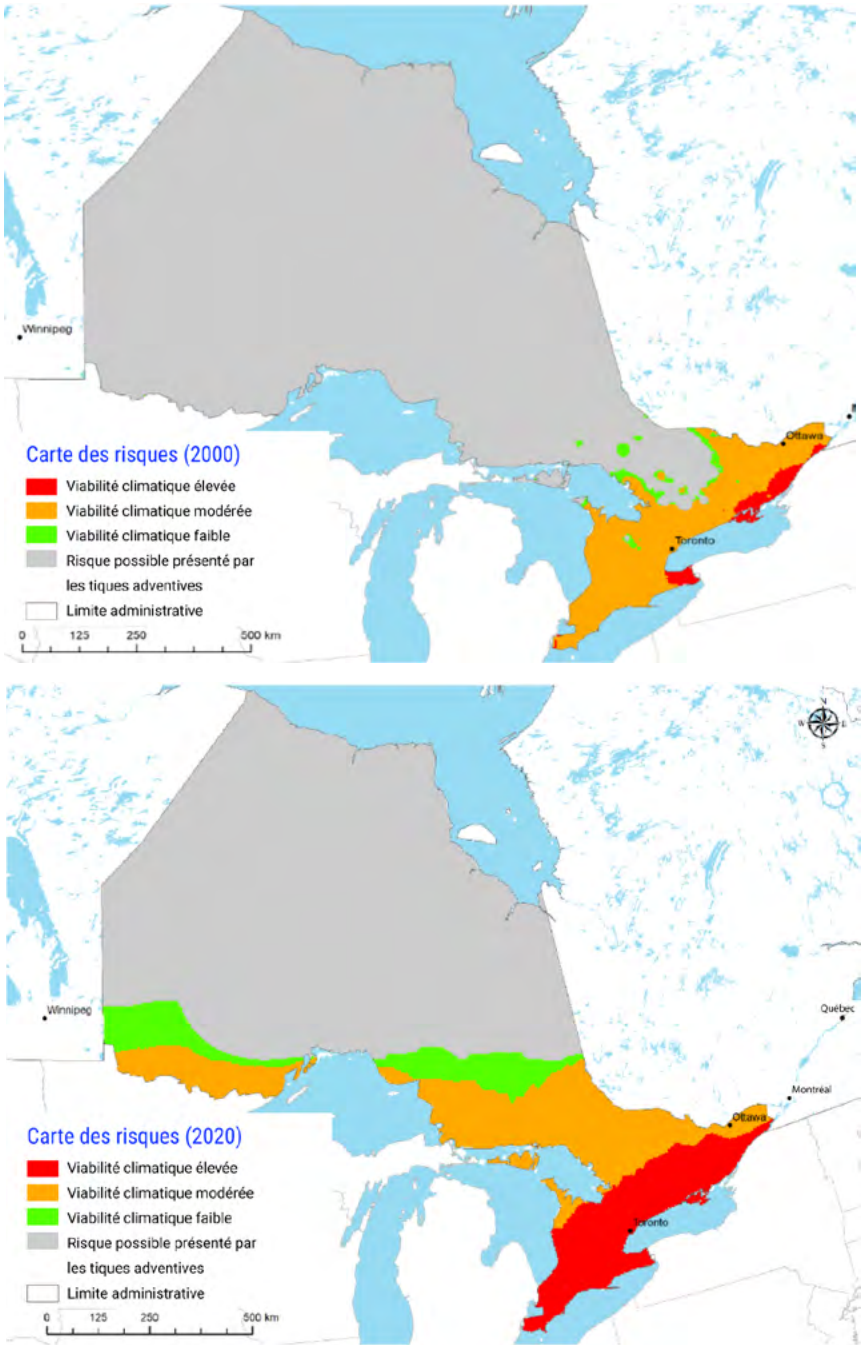
*Valeurs médianes historiques déterminées en calculant la médiane des valeurs annuelles de 1950 à 2005.

Source : Environnement et Changement climatique Canada et coll., 2019.

### Maladies à transmission vectorielle

La hausse des températures et les déplacements des enveloppes bioclimatiques qui en résultent ont contribué à l'expansion de certains vecteurs de maladies, notamment les animaux, les tiques et les insectes (Gough et coll., 2016; Berry et coll., 2014b). Au cours des deux dernières décennies, les maladies transmises par les moustiques ont augmenté d'environ 10 % au Canada (Ludwig et coll., 2019). Certaines de ces maladies, notamment le virus Chikungunya, qui étaient autrefois limitées aux cas liés aux voyages, pourraient se propager dans certaines parties du sud de l'Ontario à mesure que les températures augmentent et que les conditions deviennent plus propices à la transmission (Ng et coll., 2017). L'expansion observée vers le nord

de la tique à pattes noires en Ontario, responsable de la transmission de la maladie de Lyme, est en partie due aux augmentations de température (Cheng et coll., 2017; Clow et coll., 2017; Werden et coll., 2014). Le nombre de cas confirmés et probables de maladie de Lyme observés dans les BSP de l'Ontario était trois fois plus élevé en 2017 que la moyenne de 2012 à 2016, et deux fois plus élevé en 2018 (Agence ontarienne de protection et de promotion de la santé, 2019; Nelder et coll., 2018). L'expansion vers le nord et l'ouest de la répartition des tiques à pattes noires et le risque de maladie de Lyme devraient se poursuivre tout au long de ce siècle sous l'effet des changements climatiques (voir la figure 3.22; Gasmi, 2019; Sagurova et coll., 2019).



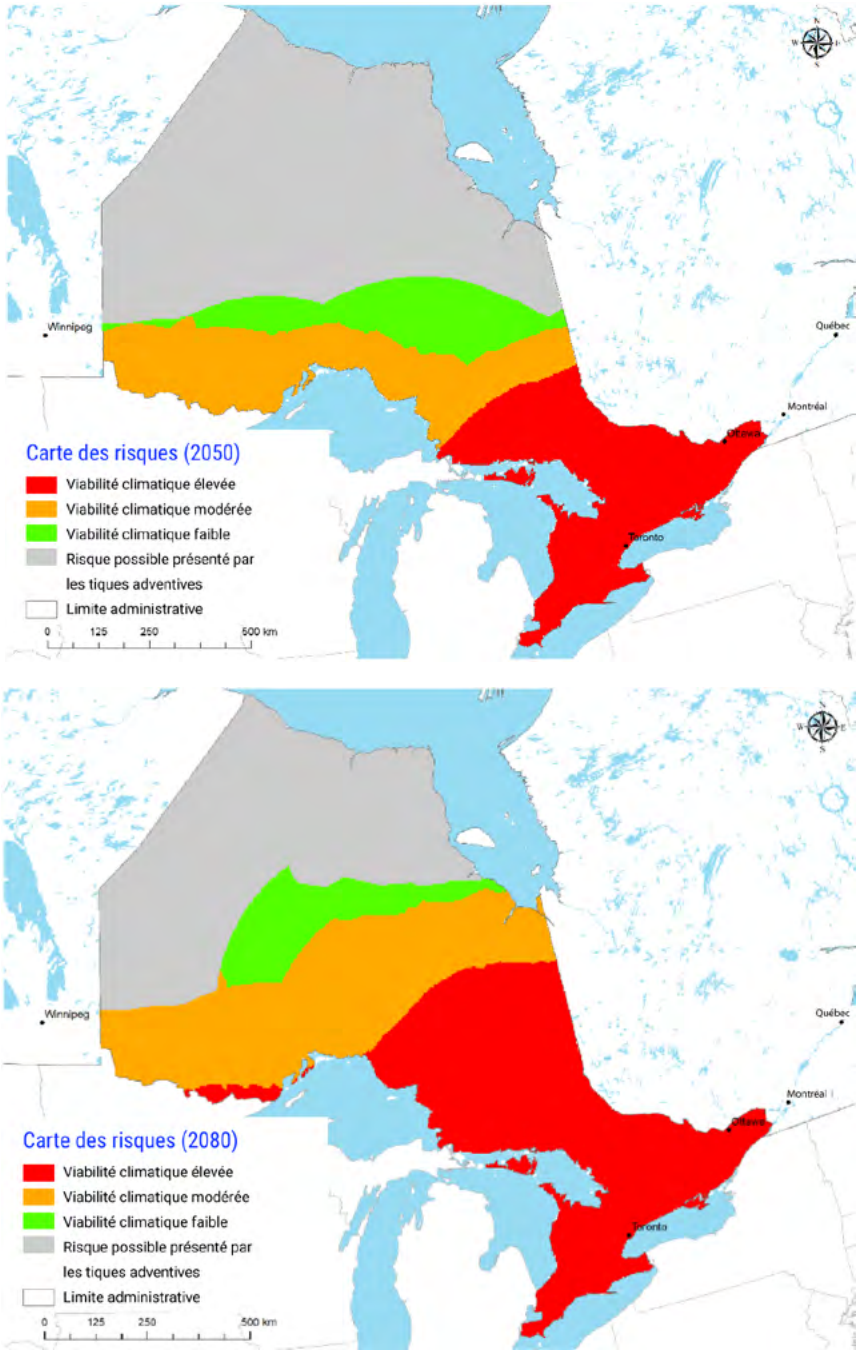



Figure 3.22 : Cartes de risques pour les populations de la tique à pattes noires (Ixodes scapularis) vecteur de la maladie de Lyme selon les scénarios climatiques historiques (1971–2000) et dans le cadres des scénarios d'émissions futures (années 2020, 2050 et 2080). Les données climatiques ont été obtenues à l'aide de la version 4.2.3 du modèle régional canadien du climat et ont été forcées par un scénario d'émissions élevées (A2). Le rouge indique les zones à haut risque, l'orange les zones à risque moyen, le vert les zones à faible risque et le gris les zones sans risque pour les populations de tiques. Dans les zones « sans risque », il existe un risque faible, mais réel de contracter la maladie de Lyme à cause des tiques adventices dispersées par les oiseaux migrateurs. Source : Les chiffres ont été fournis par Nick Ogden.

### Impacts sur la santé dans la sous-région du Nord

Les collectivités autochtones de la sous-région du Nord ont subi des inondations à plusieurs reprises. Que ce soit en raison de fonte rapide des neiges, de la pluie sur le sol gelé ou des embâcles dans les grands fleuves, les inondations durant la saison printanière représentent une source d'anxiété. Les conditions météorologiques extrêmes et les inondations augmentent le risque de contamination de l'eau, de maladies transmises par l'eau et de maladies à transmission vectorielle, et peuvent perturber les services de soins de santé essentiels dans les hôpitaux et les cliniques, ainsi que dans d'autres institutions (Giordano et coll., 2017; Clarke, 2009; Brunkard et coll., 2008; Cretikos et coll., 2007). L'anxiété et d'autres troubles de santé mentale sont également déclenchés par les évacuations liées aux feux de forêt, ainsi que par les inondations, et lorsque les infrastructures essentielles de transport et d'énergie sont perturbées, ce qui met en évidence les répercussions en cascade dans un système interdépendant (Cunsolo 2018; 2014). Au fil du temps, ces conditions peuvent se répercuter sous la forme d'un trouble de stress post-traumatique, d'une fatigue émotionnelle, d'un abus de substances et d'une perte du sentiment d'appartenance (Bourque et Cunsolo Willox, 2014).

L'insécurité alimentaire entraîne également des répercussions sur la santé. En effet, l'orignal qui est une source importante de nourriture sauvage pour de nombreuses Premières Nations du centre et du nord de l'Ontario, connait un déclin dans une grande partie de la région (Arsenault et coll., 2020). Les changements climatiques, qui se manifestent par un début plus tardif de gel et par un réchauffement printanier plus précoce, augmente l'exposition aux parasites mortels transférés par les cerfs de Virginie (Priadka et coll., 2022). Les cerfs élargissent leur territoire vers le nord en réponse aux hivers plus courts et à la diminution de l'épaisseur de la neige, ce qui leur permet de se déplacer plus facilement et d'accéder au brout (les feuilles, les brindilles et les bourgeons que les cerfs mangent) (Dawe et Boutin, 2016). L'altération de l'habitat par les influences humaines et climatiques qui réduit la densité du couvert forestier accentue les impacts sur l'orignal en permettant un accès plus facile aux prédateurs et en augmentant l'accumulation de neige au sol, ce qui rend plus difficile le déplacement des jeunes animaux dans la neige et l'accès au brout (Priadka et coll., 2022). Dans la Première Nation Biigtigong Nishnaabeg (Pic River), sur la rive nord du lac Supérieur, pour s'adapter aux déplacements de la population d'orignaux vers le nord, les résidents utilisent une application mobile pour transmettre à d'autres personnes des renseignements sur la présence d'orignaux, ainsi que sur les signes de maladies parasitaires visibles sur les orignaux dans leur territoire traditionnel (Popp et coll., 2018).

Les habitants de trente et une communautés des Premières Nations de la sous-région du Nord dépendent des routes d'hiver pour se rendre dans le sud en hiver (voir la section 3.2.2) pour obtenir des services médicaux auprès de spécialistes et dans les hôpitaux, ainsi que pour se procurer des denrées alimentaires et d'autres fournitures essentielles (Ministère de l'Énergie, du Développement du Nord et des Mines de l'Ontario, 2019). Les routes d'hiver traversent les territoires traditionnels de la plupart des collectivités de la nation Nishnawbe Aski et de nombreuses collectivités du Grand conseil du traité no 3. Les déplacements personnels en motoneige sur les lacs et les rivières gelés favorisent la chasse et la pêche, qui non seulement font partie intégrante du mode de vie de subsistance, mais sont également fondamentales pour la culture autochtone (Cunsolo Willox et coll., 2014). Toutefois, la sécurité est de plus en plus compromise par l'épaisseur réduite de la glace pendant les hivers plus chauds, notamment dans les sections qui enjambent de grandes étendues d'eau (Hori et coll., 2018a; 2018b). L'accès peu fiable pour les véhicules de transport lourds limite les livraisons commerciales d'aliments, ce qui rend les choix alimentaires sains, comme les fruits et légumes

frais, soit non disponibles, soit trop coûteux. Par conséquent, bon nombre de collectivités ont commencé à profiter du prolongement de la saison de croissance pour aménager des jardins familiaux et communautaires, en plus de construire des serres (Sioux Lookout First Nations Health Authority, 2019).

## 3.7.3 Résilience et adaptation

Les bureaux de santé publique (BSP) de la province évaluent et gèrent déjà, à des degrés variés, les impacts des changements climatiques sur la santé humaine (Paterson et coll., 2012). La gestion des risques pour la santé publique liés aux changements climatiques et aux conditions météorologiques extrêmes est mandatée par les Normes de santé publique de l'Ontario, qui font référence aux changements climatiques dans les sections liées à l'évaluation de la santé de la population, aux environnements sains et à la prévention et au contrôle des maladies infectieuses et transmissibles (Ministère de la Santé et des Soins de longue durée de l'Ontario, 2018b; Paterson et coll., 2012). Certains BSP (p. ex. région de Peel, London Middlesex, Simcoe Muskoka et Grey-Bruce) ont mené des études approfondies à l'issue desquelles ils ont publié des évaluations de la vulnérabilité aux changements climatiques et des plans d'adaptation (Grey-Bruce Health Unit, 2017; Levison et coll., 2017; Berry et coll., 2014a; Region of Peel, 2012). Ces analyses détaillent les risques locaux, mettent en évidence les améliorations apportées à la surveillance et à la mise en œuvre des mesures d'adaptation, et examinent comment les objectifs en matière de changements climatiques peuvent être conciliés avec l'équité en matière de santé (Buse, 2018).

La trousse de l'Ontario sur le Changement Climatique et la Santé contient des directives (Ebi et coll., 2016) et un guide de travail (Paterson et coll., 2016) pour effectuer des évaluations de la vulnérabilité et de l'adaptation de la santé face aux changements climatiques, ainsi qu'une étude de modélisation sur les changements climatiques (Gough et coll., 2016) qui prévoit les principaux impacts sur la santé pour les BSP. Un manuel national sur les changements climatiques et la santé et un abécédaire des connaissances pour orienter la planification de l'adaptation pour les professionnels de la santé sont en cours d'élaboration.

Les systèmes d'alerte précoce et les mesures d'intervention connexes sont des caractéristiques essentielles des initiatives d'adaptation de la santé en Ontario. Le système d'avertissement de chaleur harmonisé provincial, créé en 2016, permet d'adopter une approche et une méthodologie uniformes pour surveiller les prévisions météorologiques, repérer les signaux d'un épisode de chaleur localisé potentiel et aviser les BSP qui, à leur tour, peuvent envoyer des avertissements et des messages ciblés liés à la chaleur (Ministère de la Santé et des Soins de longue durée de l'Ontario, 2016). Les messages normalisés fournis par ces systèmes d'alerte comprennent des renseignements sur l'épisode concerné (début, intensité, durée), ainsi que des messages d'intervention, par exemple sur les personnes à risque et les symptômes potentiels de stress thermique ou d'accident vasculaire cérébral (Ministère de la Santé et des Soins de longue durée de l'Ontario, 2018b). Les BSP peuvent intensifier les avertissements de chaleur et, avec les responsables de la gestion des urgences et les parties prenantes municipales, mettre en œuvre des mesures supplémentaires pour protéger les populations vulnérables de la chaleur extrême. La mise en œuvre de ces systèmes d'alerte de chaleur à Hamilton, Toronto, Sudbury, Kingston et Windsor permet de dégager des leçons utiles (voir l'étude de cas 3.5; Guilbault et coll., 2016).

## Étude de cas 3.5 : Mesures locales pour lutter contre la chaleur extrême

Un ensemble de 20 études de cas a permis d'examiner comment les villes du Canada s'adaptent aux chaleurs extrêmes (Guilbault et coll., 2016). L'analyse a déterminé les éléments fondamentaux des systèmes d'alerte et d'intervention en cas de chaleur, conçus pour réduire le risque de maladie et de décès pendant les journées extrêmement chaudes (voir la figure 3.23). Elle a mis en évidence les sept leçons suivantes :

- **De nombreuses collectivités prennent déjà des mesures.** Ces mesures comprennent les systèmes d'alerte et d'intervention en cas de chaleur, ainsi que les mesures préventives telles que l'incitation au verdissement urbain grâce à des toits verts ou frais qui reflètent ou absorbent les rayons du soleil, et des programmes de plantation d'arbres pour accroître le couvert végétal urbain et réduire l'effet d'îlot de chaleur (p. ex. Bureau de santé de Toronto).
- **Une culture de la prévention est le déclencheur de l'action.** Si les décideurs sont souvent motivés à mettre en œuvre des mesures de résilience après qu'un phénomène majeur comme une inondation ou un feu de forêt frappe une collectivité, certaines collectivités ont pris des mesures pour se préparer à la chaleur extrême avant que des décès ne surviennent, après avoir été témoins des impacts en dehors de leur collectivité.
- **Les réseaux et partenariats existants sont un précieux atout.** Les responsables de la santé publique peuvent travailler en collaboration avec les réseaux et partenariats existants, notamment avec les responsables municipaux, les services d'urgence, les conseils scolaires, les foyers pour personnes âgées et les membres de la collectivité, pour évaluer les risques, mettre en œuvre des mesures préventives et définir de solides mesures de planification. En Ontario, de nombreux BSP, notamment les bureaux de santé du nord-ouest, de Middlesex-London, de Peel et de Simcoe-Muskoka, ont su mettre à profit les relations avec leurs collectivités et d'autres partenaires pour réaliser des évaluations de la vulnérabilité et élaborer des plans d'adaptation.
- **L'évaluation et l'innovation permanente sont essentielles.** Il est possible d'évaluer l'efficacité des plans et systèmes existants et de déceler les innovations adaptées à chaque collectivité.
- **Axez la préparation sur les personnes les plus vulnérables.** Les programmes doivent se concentrer sur l'évaluation de la vulnérabilité et veiller à ce que les stratégies soient adaptées aux populations à haut risque, comme les personnes âgées qui n'ont pas accès à la climatisation.
- **Investissez dans la prévention afin de réduire le risque de perte.** Il est possible d'investir dans des solutions multiformes qui vont au-delà des interventions traditionnelles de santé publique, comme les politiques d'aménagement urbain.
- **Le leadership national et provincial soutient la préparation locale.** Le soutien comprend le financement, l'éducation et une communauté de pratique où les leçons apprises peuvent être partagées entre les administrations (p. ex. Le programme ADAPTATIONSanté de Santé Canada).

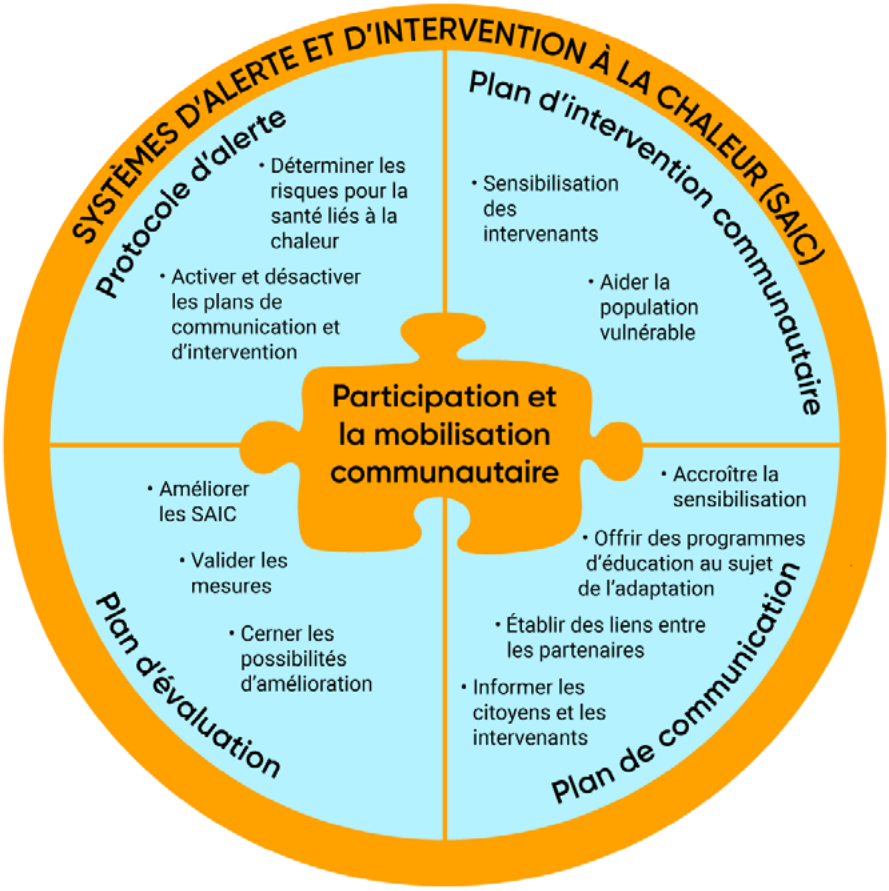



Figure 3.23 : Éléments essentiels des systèmes d'avertissement et d'intervention en cas de chaleur.
Source : Guilbault et coll. (2016), publié par l'Institut de prévention des sinistres catastrophiques.

Des systèmes d'alerte sont également en place pour détecter les épidémies de maladies transmises par les moustiques, comme le virus du Nil occidental. Ces systèmes peuvent être adaptés et améliorés afin d'intégrer les prévisions météorologiques en complément des techniques classiques de surveillance de la santé publique, à l'instar de ceux pilotés par le bureau de santé publique de la région de Peel (Ogden et coll., 2019; Wang et coll. 2011).

Les liens étroits entre les circonstances sociales et économiques d'une population et sa santé (Keon et Pépin, 2009) sont reconnus comme des facteurs clés pour déterminer la vulnérabilité aux impacts des changements climatiques sur la santé (Ville de Toronto, 2016; Toronto Public Health, 2015; Berry et coll., 2014b; Toronto Public Health, 2008). Les programmes qui ciblent les causes sous-jacentes de l'inégalité diminueront les risques climatiques et amélioreront la qualité de vie en général (Buse, 2018). La capacité des établissements à protéger les populations vulnérables par la mise en place de services d'urgence, l'accès aux hôpitaux, aux

centres de rafraichissement et de réchauffement, et d'autres mesures, contribuent de manière significative à réduire les impacts des changements climatiques sur la santé. La présence d'espaces verts est également associée à l'amélioration de la santé, notamment l'amélioration de la qualité de l'air et l'ombrage pour le rafraichissement (Kingsley et EcoHealth Ontario, 2019; Mitchell et Popham, 2008).

# 3.8 Les progrès en matière d'adaptation restent limités en Ontario

**Les niveaux de planification et de mise en œuvre de l'adaptation aux changements climatiques varient considérablement en Ontario, l'accent étant toujours mis sur l'évaluation des risques et de la vulnérabilité. Bien qu'il existe des exemples de mise en œuvre, il y a peu de preuves que l'adaptation est intégrée de façon générale dans la prise de décisions. Les systèmes de suivi et d'évaluation des mesures d'adaptation et de leur efficacité demeurent insuffisants dans la plupart des administrations.**

*Les évaluations des changements climatiques réalisées dans toute la province brossent un tableau clair des risques pour la société dans son ensemble. Les données, la recherche, les connaissances et les produits d'information sur les impacts des changements climatiques ont amélioré la sensibilisation à la nécessité de s'adapter, parallèlement aux efforts importants déployés dans le but de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Bien que divers outils, cadres et mécanismes de soutien aient été mis en place et appliqués pour appuyer le processus d'adaptation, les mesures d'adaptation en Ontario restent principalement axées sur la définition des risques liés aux changements climatiques, avec relativement peu d'exemples de mise en œuvre. Les régions et les villes, les bureaux de santé publique, les offices de protection de la nature et certaines collectivités autochtones sont à l'avant-garde de la lutte contre les changements climatiques dans leurs champs de compétence. Il est important d'intensifier la mise en œuvre de l'adaptation, ainsi que de disposer de moyens concrets et systématiques pour mesurer et rendre compte de l'efficacité des mesures d'adaptation qui ont été mises en œuvre.*

## 3.8.1 Introduction

La mise en œuvre de mesures d'adaptation et l'intégration de l'adaptation dans les processus décisionnels existants exigent en principe que des efforts soient consentis pour l'acquisition méthodique des connaissances et l'évaluation des risques (voir la figure 3.24; BC Ministry of Environment and Climate Change Strategy, 2019; ICLEI, 2016; Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2015; Black et coll., 2010; Douglas et coll., 2011; Gleeson et coll., 2011). Les éléments essentiels d'une approche fondée sur les risques pour la résilience climatique sont conformes aux normes internationales telles que les normes ISO 31000 (2018), ISO 14090 (2019) et ISO 14091 (2019). Ces processus, soutenus par l'expertise nécessaire et

les ressources disponibles, constituent une toile de fond pour la planification et la mise en œuvre (voir l'étude de cas 3.6).

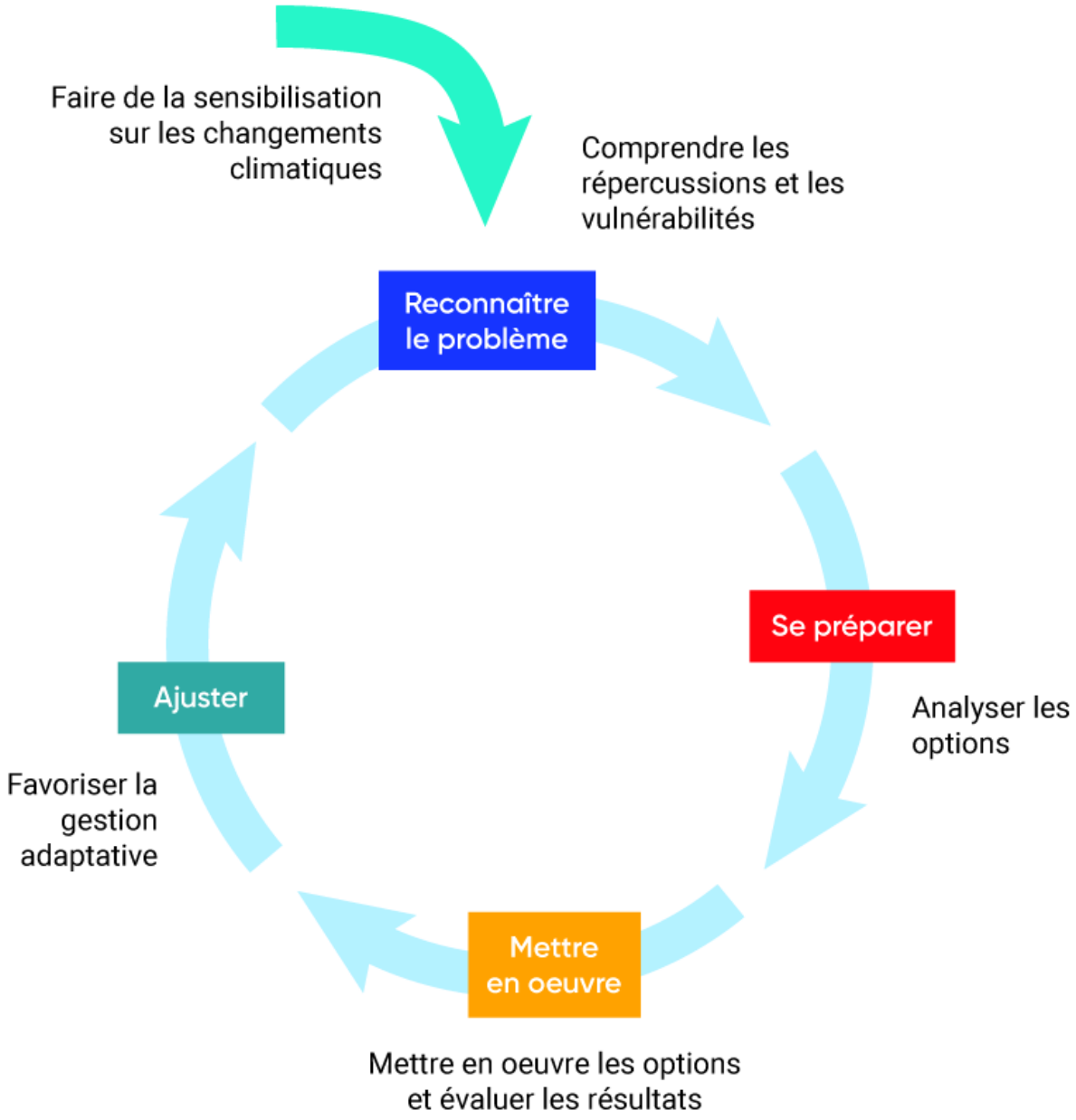



Figure 3.24 : Le cycle d'adaptation tel que présenté dans le plan d'adaptation aux changements climatiques des Pieds-Noirs. Source : Wagner et coll., 2018.

## Étude de cas 3.6 : Adaptation aux changements climatiques par la Première Nation de Georgina Island

La Première Nation de Georgina Island, située sur la rive est du lac Simcoe, doit faire face à un certain nombre d'impacts des changements climatiques qui ont perturbé la collectivité. Les hivers plus chauds ont eu des conséquences négatives sur la capacité à se déplacer de l'île au continent par la route de glace, et les vents forts plus fréquents ont endommagé les maisons et d'autres infrastructures. Face à ces perturbations, la Première Nation a lancé en 2012 un projet communautaire qui a permis de recueillir et d'utiliser le savoir autochtone comme base de la planification de l'adaptation aux changements climatiques et de la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les risques et les vulnérabilités liés aux changements climatiques actuels et futurs ont été répertoriés, et des recommandations ont été formulées à l'aide d'un cadre d'évaluation comportant plusieurs étapes.

Un comité consultatif composé d'aînés, de jeunes et de membres de la collectivité a été créé pour superviser et orienter le projet. Le comité s'est réuni plusieurs fois au cours du projet afin de prendre connaissance des progrès réalisés, de fournir des conseils sur les priorités de la collectivité et de passer en revue les résultats du projet. Tout au long du projet, un agent de liaison sur l'adaptation de la collectivité, recruté au sein de la Première Nation, a travaillé en étroite collaboration avec la collectivité et les partenaires. Dans le cadre d'entretiens individuels avec l'agent de liaison, les aînés, les adultes et les jeunes de la collectivité ont eu l'occasion de partager leurs connaissances sur les changements météorologiques et climatiques, et sur l'impact de ces changements sur leur collectivité. Les séances d'information, les ateliers interactifs et les interactions quotidiennes avec les membres de la collectivité ont fourni des occasions de tirer des apprentissages et de formuler des commentaires sur le projet et les résultats (voir la figure 3.25). Tenir la collectivité informée et assurer sa participation constituaient un élément essentiel du processus de planification de l'adaptation.



Figure 3.25 : Atelier interactif d'évaluation des risques avec les membres de la collectivité de la Première Nation de Georgina Island. Photo fournie par Kerry Ann Charles.

Le projet a permis de formuler 67 recommandations, toutes approuvées par la collectivité, et un plan pour les mettre en œuvre. L'une des premières recommandations à être mise en œuvre a été la restauration d'un ruisseau qui, à une époque, coulait neuf mois par an, mais qui s'était asséché ces dernières années. Étant donné que ce ruisseau était considéré comme un endroit clé pour atténuer les inondations potentielles causées par des précipitations intenses, la collectivité a travaillé avec les propriétaires fonciers, une équipe d'experts et des membres de la collectivité pour restaurer le ruisseau. Depuis sa restauration, la flore et la faune précédentes sont réapparues et permettent de modérer les grands volumes d'eau que produisent les fortes pluies. La surveillance du site par les étudiants de Waabgon Gaming, le département de l'environnement de la Première Nation et les partenaires du projet est en cours. Au fur et à mesure de la surveillance, des ajustements seront apportés pour garantir que le ruisseau reste fonctionnel de sorte que les générations futures puissent en profiter.

À la suite de la réussite du succès du projet dans sa collectivité d'origine, la Première Nation de Georgina Island a communiqué avec ses voisins au sein de son conseil tribal et, à l'aide du même modèle, l'agent de liaison sur l'adaptation communautaire et les partenaires du projet ont aidé quatre autres collectivités des Premières Nations à entamer le processus de planification de l'adaptation aux changements climatiques (Charles, K.-A. 2019).

## 3.8.2 Planification de l'adaptation

La planification de l'adaptation en Ontario varie sur les plans de l'échelle et de la portée. Les évaluations à thèmes variés (p. ex. Lalonde et coll., 2012; Douglas et coll., 2011) recensent les risques dans de vastes paysages, tandis que des analyses plus techniques et approfondies (p. ex. Tu et coll., 2017), qui reposent souvent des systèmes d'information géographique et des renseignements sur les changements climatiques, délimitent les risques à des échelles plus réduites.

Les dispositions institutionnelles des offices de protection de la nature (OPN) en Ontario se sont avérées efficaces pour faire progresser la planification de l'adaptation à l'échelle des bassins hydrographiques, notamment en ce qui concerne les risques d'inondation. En tant que gardiens des bassins hydrographiques et de l'écologie dont les compétences s'étendent au-delà de nombreuses frontières municipales, les offices de protection de la nature participent à des initiatives municipales et régionales en matière de changements climatiques en plus d'avoir leurs propres plans pour addresser les changements climatiques (p. ex. l'Office de protection de la nature de la région de lac Simcoe). Les offices de protection de la nature ont entrepris des recherches dans le but de faire progresser la base de connaissances sur les changements climatiques, établi des pratiques exemplaires pour gérer les risques liés aux changements climatiques et conçu des outils pour faciliter la prise de décisions en matière d'adaptation (p. ex. l'outil sur le risque et le rendement du capital investi [Credit Valley Conservation, 2020] et l'outil de protection des sources d'approvisionnement en eau [Milner et coll., 2018b]). Les offices de protection de la nature sont également des partenaires clés dans l'élaboration et la mise en œuvre de plans d'adaptation municipaux ou régionaux, notamment ceux de Kingston (Ville de Kingston, 2014a), de Thunder Bay (Ville de Thunder Bay, 2015), de Windsor (Ville de Windsor, 2020; 2012) et de la région de Durham (Région de Durham, 2016). Tous ces plans reflètent la

contribution collective de nombreux partenaires apportant leur expertise ou leur expérience dans le but de promouvoir l'adaptation à travers de multiples thèmes et secteurs.

## 3.8.3 Mise en œuvre, suivi et évaluation

Malgré des progrès importants consentis en matière de planification de l'adaptation, le niveau de mise en œuvre des mesures d'adaptation en Ontario demeure faible. En effet, la planification de la résilience climatique n'a pas suivi le rythme des changements climatiques, et le déficit d'adaptation en Ontario (Commissaire à l'environnement de l'Ontario, 2018a) continue de se creuser.

De nombreuses politiques des gouvernements provinciaux peuvent soutenir l'adaptation et la résilience climatique. La Déclaration de principes provinciale (Ministère des Affaires municipales et du Logement de l'Ontario, 2020), les lignes directrices pour l'évaluation environnementale (Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario, 2014), les lignes directrices sur la planification de la gestion des infrastructures (Ministère de l'Infrastructure et ministère des Transports de l'Ontario, 2012), le Plan de croissance du nord de l'Ontario (Ministère de l'Infrastructure et ministère du Développement du Nord, des Mines et des Forêts de l'Ontario, 2011) et d'autres instruments de politique témoignent de la reconnaissance des impacts des changements climatiques et de la nécessité de s'adapter.

Parmi les obstacles qui freinent les progrès de la planification, de la mise en œuvre et de l'évaluation de l'adaptation en Ontario, nous pouvons citer les contraintes financières, le manque d'expertise et d'accès aux données, le manque de volonté politique, de soutien et de mandat pour agir, et l'incertitude liée aux rôles et aux responsabilités (voir l'encadré 3.6; Abdel-Fattah et Krantzberg, 2014a; Gregg et coll.,2011) L'élimination de ces obstacles permettrait d'intégrer l'adaptation dans les processus de politique et de planification.

### Encadré 3.6 : Obstacles aux mesures d'adaptation

Un rapport sur l'état des lieux de l'adaptation aux changements climatiques et des infrastructures (AMEC Foster Wheeler et Credit Valley Conservation, 2017) et des séances de mobilisation organisées en Ontario en 2019 dans le but de soutenir la rédaction du présent chapitre ont fait ressortir plusieurs obstacles aux mesures d'adaptation perçus. En voici quelques-unes :

- Des directives non uniformes ou un manque de directives et d'orientation à l'échelle provinciale et fédérale en matière de changements climatiques;
- La nécessité d'une orientation des municipalités sur la manière de définir la tolérance au risque, notamment dans les zones urbaines existantes;
- La nécessité d'une orientation des municipalités sur la manière de fixer des objectifs de conception pour les infrastructures afin de répondre aux besoins du climat futur pendant leur durée de vie;
- L'absence de rôles et de responsabilités bien définis en matière d'infrastructures hydrauliques, ce

qui crée une confusion et un manque de stratégies d'adaptation intégrées;

- Une collaboration insuffisante entre les ministères;
- L'absence d'outils techniques permettant d'optimiser les mesures d'adaptation ou d'outils financiers permettant de réaliser une analyse de rentabilisation efficace des mesures d'adaptation;
- Un financement insuffisant pour mettre en œuvre les initiatives d'adaptation;
- Le manque de données et de ressources rationalisées sur les changements climatiques pour accélérer la mise en œuvre.

La complexité et la diversité inhérentes aux impacts des changements climatiques, les différentes échelles et la nature transversale de certaines mesures d'adaptation, ainsi que d'autres facteurs, rendent difficile le suivi du succès de l'adaptation (Groupe d'experts sur les résultats de l'adaptation et de la résilience aux changements climatiques, 2018). Des indicateurs de suivi et d'évaluation de la mise en œuvre de l'adaptation à l'échelle de la province permettraient de déterminer les régions où les mesures sont insuffisantes, voire inexistantes, de créer des exemples de réussite et d'inspirer d'autres mesures.

Bien que des progrès aient été réalisés en matière de planification de l'adaptation en Ontario, les mesures demeurent fragmentées et n'ont pas été menées de manière systématique. Il ne s'agit pas nécessairement d'un point négatif, car plusieurs approches sont nécessaires pour déterminer des pratiques exemplaires. Jusqu'à présent, la planification a été principalement entreprise dans les grandes régions ou villes où les capacités et les ressources sont plus importantes, défavorisant ainsi les petites collectivités. Une coordination et une gouvernance plus efficaces entre les responsables de la mise en œuvre des processus de planification de l'adaptation peuvent améliorer la mise en commun de l'information et accélérer la résilience climatique.

## 3.9 Aller de l'avant

L'évaluation des progrès de l'adaptation en Ontario demeure difficile. En effet, les registres ou les bases de données sur les risques liés aux changements climatiques dans divers secteurs et régions, comme ceux qui existent ailleurs (p. ex. BC Ministry of Environment and Climate Change Strategy, 2019; UK Government, 2017), établissent une base de référence permettant de mesurer les progrès et d'aider à accorder la priorité aux mesures d'adaptation. En Ontario, il n'existe pas encore d'inventaires provinciaux des impacts des changements climatiques, des risques et des mesures d'adaptation. À mesure que la mise en œuvre de l'adaptation s'intensifie, les registres permettraient de consigner l'évolution des risques climatiques et de fournir des exemples de mesures d'adaptation adaptées au secteur ou à la région.

En plus de ces lacunes majeures, des recherches supplémentaires pourraient être bénéfiques pour un certain nombre de questions clés et dans certains cas, nouvelles. Il s'agit notamment de la gouvernance, de la disponibilité des données, de la réduction des incertitudes, du transfert des risques, des impacts culturels et des mécanismes de financement.

## 3.9.1 Gouvernance

La gouvernance des questions liées aux changements climatiques est complexe en raison du grand nombre d'autorités, notamment les gouvernements nationaux, provinciaux et locaux, les collectivités autochtones, le secteur privé, la société civile et les autres acteurs qui travaillent dans ce domaine. La coordination entre toutes ces parties sur les aspects de l'adaptation aux changements climatiques demeure un défi de taille. Une plateforme centralisée de partage de l'information comprenant la climatologie, les données sur les changements climatiques, les impacts, les niveaux de risque et l'adaptation permettrait non seulement de faciliter l'accès à l'information et d'améliorer la coordination entre les différents acteurs, mais aussi de déterminer les possibilités de recherche sur les impacts cumulatifs et les interdépendances au sein de la région (Angel et coll., 2018; Milner et coll., 2018a).

Le problème est aggravé dans le bassin des Grands Lacs par la dimension internationale qui implique deux pays et de multiples provinces et États. Dans le bassin, et sous le mandat du gouvernement du Canada et du gouvernement des États-Unis, la Commission mixte internationale s'est engagée avec les gouvernements locaux, étatiques et provinciaux à coordonner les mesures relatives aux changements climatiques (Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs de la Commission mixte internationale, 2019; 2017) et cherchera à faire avancer les éléments d'une stratégie binationale d'adaptation et de résilience aux changements climatiques en 2022 (Commission mixte internationale, 2020).

## 3.9.2 Accessibilité, format et interprétation des données sur les changements climatiques

S'il est vrai que les données climatiques sont devenues plus accessibles au cours des dernières années, notamment avec le lancement du portail des données sur les changements climatiques de l'Ontario (Ontario Climate Change Data Portal) (en anglais seulement) (Zhu et coll., 2018) et de la plateforme Données climatiques du Centre canadien des services climatiques (Environnement et Changement climatique Canada et coll., 2019), les renseignements climatiques exploitables continuent d'être perçus comme un obstacle pour les collectivités et les autres personnes qui entament des processus d'évaluation ou de planification de l'adaptation. Même lorsque les praticiens ont accès aux renseignements climatiques locales, la compréhension des données, notamment des ensembles de données les plus utiles pour des décisions précises fait encore défaut (Milner et coll., 2018a). L'utilité des ensembles de données climatiques pourrait être améliorée si l'on ajoute des résumés d'interprétation qui mettent en évidence les tendances générales des données (Milner et coll., 2018a). Le développement de voies de communication pour l'information scientifique sur le climat (p. ex. des plateformes et des forums de partage de données) permettrait de communiquer efficacement l'information entre les divers secteurs et intervenants, et contribuerait à améliorer l'utilisation de l'information pour éclairer les décisions d'adaptation (Milner et coll., 2018a; Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs de la Commission mixte internationale, 2017).

## 3.9.3 Incertitude liée aux impacts des changements climatiques sur l'équilibre hydrique des lacs

Les changements climatiques affectent la quantité d'eau dans les lacs et les rivières, principalement par l'entremise des changements de température, des précipitations et de l'évaporation. Il est difficile d'évaluer l'équilibre de ces influences et la tâche est rendue encore plus difficile dans le contexte des changements climatiques. Dans le cas des Grands Lacs, les avis divergent sur les tendances futures des niveaux d'eau (Bonsal et coll., 2019; GLAM Committee, 2018; Angel et Kunkel, 2010). L'expérience récente des niveaux élevés des lacs (lac Ontario et lac Érié en 2017 et 2019) et des niveaux bas des lacs (lac Huron et lac Michigan en 2013) indique que les niveaux d'eau extrêmes peuvent varier considérablement au cours de périodes relativement courtes (Gronewold et Rood, 2019), ce qui révèle la nécessité de mesures de résilience pouvant s'adapter aux scénarios de niveau d'eau élevé ou bas au fil du temps.

## 3.9.4 Transfert des risques régionaux découlant des changements climatiques au bassin des Grands Lacs

Les impacts des changements climatiques ailleurs en Amérique du Nord, et ailleurs dans le monde, pourraient stimuler la migration vers des régions apparemment abondantes en eau comme le bassin des Grands Lacs (American Society of Adaptation Professionals, 2021; Great Lakes Now, 2021). La recherche concernant les impacts transfrontaliers des changements climatiques et la migration des personnes dans la région reste limitée. La nécessité de recherches sur les impacts des changements climatiques sur d'autres régions nationales et internationales, et sur les effets ultérieurs sur le bassin des Grands Lacs, est justifiée.

## 3.9.5 Impacts des changements climatiques sur la culture et la santé mentale des Autochtones

Les changements climatiques à long terme peuvent avoir des effets amplifiés sur la culture autochtone, notamment dans les collectivités autochtones du nord. Étant donné que les changements climatiques affectent tous les aspects de la biosphère, les aspects culturels qui sont intimement liés à l'environnement sont également touchés. Les connaissances sur les impacts des changements climatiques sur la santé mentale des peuples autochtones au Canada (Cunsolo et Ellis, 2018) continuent d'évoluer, mais avec peu d'exemples provenant de l'Ontario. Les déplacements à court terme, comme l'évacuation d'une collectivité en cas d'inondation ou de feu de forêt, peuvent aggraver les niveaux de stress des personnes déplacées, augmentant ainsi la vulnérabilité des collectivités. Étant donné les défis sociaux et économiques importants auxquels sont confrontées les collectivités autochtones du Nord, les programmes visant à surveiller et à faire face aux impacts sur la santé mentale sont importants.

### 3.9.6 Mécanismes financiers novateurs

Les impacts des phénomènes météorologiques extrêmes, combinés aux déficits d'infrastructure et d'adaptation, ont entrainé une augmentation des pertes assurées et non assurées en Ontario. Les principaux détenteurs d'actifs, notamment les sociétés d'investissement, les sociétés de portefeuille immobilier et les fonds de pension, doivent encore se mobiliser de manière notable en faveur de l'adaptation aux changements climatiques. Ces sociétés signalent de plus en plus les risques climatiques pour leurs propres portefeuilles. Cependant, elles ont également un rôle à jouer dans la mobilisation ou le déblocage de financements pour les investissements en matière d'adaptation (voir le chapitre Divulgation, litiges et les aspects financiers liés aux changements climatiques du Rapport sur les enjeux nationaux). Il est nécessaire de mobiliser davantage la communauté des investisseurs et les chercheurs afin qu'ils utilisent des mécanismes financiers novateurs qui encouragent les mesures d'adaptation et peuvent favoriser la reprise après une catastrophe.

## 3.10 Conclusion

Les signes des changements climatiques en Ontario sont évidents, que ce soit d'après les observations des peuples autochtones et d'autres citoyens ou d'après les relevés de température, de précipitations et d'autres variables climatiques. Malgré une bonne compréhension des impacts actuels et futurs des changements climatiques, l'adaptation proactive et fondée sur des données probantes reste limitée dans pratiquement l'ensemble des secteurs et des régions de la province. Même lorsque la planification de l'adaptation est mise en œuvre, ces efforts ne sont pas concrétisés à cause de l'absence de coordination plus élargie.

On s'attend à une croissance démographique et à une urbanisation rapides et généralisées dans la région du Grand Toronto et la région du Grand Hamilton, ainsi que dans d'autres régions de la province, ce qui aura pour effet de fragmenter et de stresser davantage les habitats écologiques. Pour avoir des collectivités saines et faire face aux changements climatiques, des écosystèmes sains et intacts restent essentiels. Les interventions humaines visant à aider la nature à s'adapter aux changements climatiques apportent des avantages considérables sous la forme de services écosystémiques. Les collectivités qui utilisent des mesures incitatives et des outils politiques pour augmenter l'aménagement à faible impact et les infrastructures naturelles gagneront en résilience.

La croissance démographique et l'urbanisation continues pourraient également entraîner des niveaux de risque climatique plus élevés et disproportionnés pour les populations vulnérables. S'attaquer aux déterminants fondamentaux de la santé humaine, en particulier ceux liés à l'équité, et accorder la priorité aux besoins d'adaptation des populations vulnérables contribueront à obtenir des avantages qui vont au delà des conclusions des analyses économiques traditionnelles.

Les inondations dans les zones fortement urbanisées restent l'un des impacts les plus importants des changements climatiques, car elles peuvent perturber de nombreux services essentiels. Les renseignements actualisés qui aident à délimiter les zones à haut risque peuvent éclairer les décisions de développement

intelligentes sur le plan climatique, notamment l'emplacement des futures infrastructures critiques et la modernisation du parc existant.

La coopération et la coordination entre les ordres de gouvernement pour soutenir la planification et la prise de décisions en matière de résilience climatique rendent l'adaptation plus efficace. La formation continue des professionnels de la planification, de l'ingénierie, de la santé, de l'architecture, de la protection de la nature et des services financiers garantira l'intégration des changements climatiques dans la pratique des différentes professions. Cette formation contribuera à faire de la résilience climatique une composante inhérente à la croissance économique.

En Ontario, le milieu des affaires et de la finance est bien établi. Cela donne l'occasion d'évaluer les risques économiques associés aux changements climatiques, d'intégrer les changements climatiques dans les systèmes de gestion des risques de l'entreprise et dans la prise de décisions commerciales, et de veiller à ce que les actifs financiers et les portefeuilles d'investissement communiquent de manière adéquate les risques climatiques aux actionnaires et aux investisseurs.

Les changements climatiques étant un problème qui concernent l'ensemble de la société, la prise en compte de l'adaptation ne se limite pas aux décideurs et aux institutions professionnelles des secteurs public et privé. La sensibilisation des propriétaires et du grand public à la nécessité de l'adaptation permettra d'élargir la portée des mesures d'adaptation et de favoriser la réussite de leur mise en œuvre.

# 3.11 Références

AAC [Agriculture et Agroalimentaire Canada] (2021). Partenariat canadien pour l'agriculture. Consulté en février 2022 sur le site <https://agriculture.canada.ca/fr/propos-notre-ministere/initiatives-ministerielles-importantes/partenariat-canadien-lagriculture>

AANC [Affaires autochtones et du Nord Canada] (2018). Profils des Première Nations – Région de l'Ontario. Consulté en octobre 2019 sur le site <https://fnp-ppn.aadnc-aandc.gc.ca/fnp/Main/index.aspx?lang=fra>

Abdel-Fattah, S. et Krantzberg, G. (2014a). « Commentary: Climate change adaptive management in the Great Lakes ». *Journal of Great Lakes Research*, *40*(3), 578–580. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2014.05.007>

Abdel-Fattah, S. et Krantzberg, G. (2014b). « A review: Building the resilience of Great Lakes beneficial uses to climate change ». *Sustainability of Water Quality and Ecology*, *3/4*, 3–13. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.swaqe.2014.11.006>

Adaptation to Climate Change Team (2021). « Low carbon resilience ». Simon Fraser University. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://act-adapt.org/ projects/low-carbon-resilience/>

AECOM (2012). « Toronto Hydro-Electric System Public Infrastructure Engineering Vulnerability Assessment Pilot Case Study: Electrical Distribution Infrastructure – Final Report. Report No.: 60263582 ». 61 p. Consulté en février 2022 sur le site <https://pievc.ca/2012/09/21/toronto-hydro-electric-system-public-infrastructure-engineering-vulnerability-assessment-pilot-case-study/>

AECOM (2015). « Toronto Hydro-Electric System Limited Climate Change Vulnerability Assessment. Report no. 6031-8907 ». 92 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2021/01/electrical>

AECOM (2017). « C40 Infrastructure Interdependencies and Climate Risks Report ». C40 Cities Climate Leadership Group, spring 2017.56 p. Consulté en octobre 2020 sur le site < http://c40-production-images.s3.amazonaws.com/other_uploads/images/1215_170501_Final_Report_C40_Interdependencies_%281%29.original.pdf?1495651604>

AECOM (2019). « Climate Change and Extreme Weather Vulnerability Assessment of Ports Toronto Assets ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2021/03/AECOM-Ports-Toronto-May-2019.pdf>

AECOM, Toronto Regional Conservation Authority (TRCA) et Risk Sciences International (RSI) (2016). « Metrolinx PIEVC Climate Change Vulnerability Assessment – Final Report ». Rapport préparé pour Metrolinx (RQQ-2015-IN-021), 191 p.

Albrecht, G., Sartore, G.M., Connor, L., Higginbotham, N., Freeman, S., Kelly, B., Stain, H., Tonna, A. et Pollard, G. (2007). « Solastalgia: the distress caused by environmental change ». *Australasian Psychiatry 15*(1), S95–8. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://doi.org/10.1080/10398560701701288>

Alliance des villes des Grands Lacs et du Saint-Laurent (2017). « Climate Change Adaptation ». Consulté en octobre 2019 sur le site <https://glslcities.org/initiatives/municipal-climate-adaptation/>

Alofs, K. M., Jackson, D.A., et Lester, N.P. (2014). « Ontario freshwater fishes demonstrate differing range-boundary shifts in a warming climate ». *Diversity and Distributions*, *20*(2), 123–136. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://doi.org/10.1111/ddi.12130>

AMEC (2012). « National Engineering Vulnerability Assessment of Public Infrastructure to Climate Change: City of Welland Stormwater and Wastewater Infrastructure Assessment. Report No.: TP111002-001 ». Rapport préparé pour la ville de Welland. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2021/01/Assessment-of-Town-of-Wellands-Stormwater-and-Wastewater-Collection-and-Treatment-System-Final-Report.pdf>

AMEC Foster Wheeler et Credit Valley Conservation (2017). « Infrastructure and Building Working Group: Adaptation State of Play Report ». Préparé pour le groupe de travail Infrastructure et bâtiments de la Plateforme canadienne d'adaptation aux changements climatiques. Consulté en août 2020 sur le site <https://engineerscanada.ca/sites/default/files/ibwg_sop_2017.pdf>

American Society of Adaptation Professionals (2021). « Climate and Demographic Change in the Great Lakes Region: a Narrative Literature Review of Opportunities and Opportunity Barriers ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://adaptationprofessionals.org/wp-content/uploads/2021/03/Literature-Review.pdf>

Anderson, E.J., Stow, C.A., Gronewold, A.D., Mason, L.A., McCormick, M.J., Qian, S.S., Ruberg, S.A., Beadle, K., Constant, S.A. et Hawley, N. (2021). « Seasonal overturn and stratification changes drive deep-water warming in one of Earth's largest lakes ». *Nature Communications, 12*, 1688. Consulté en juin 2022 sur le site <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21971-1>

Andrew, M. E., Wulder, M.A. et Cardille, J.A. (2014). « Protected areas in boreal Canada: a baseline and considerations for the continued development of a representative and effective reserve network ». *Environmental Reviews*, *22*(2), 135–160. Consulté en mars 2019 sur le site <https://doi.org/10.1139/er-2013-0056>

Andrey, J., Kertland, P. et Warren, F.J. (2014). Infrastructure hydraulique et infrastructure de transport, Chapitre 8 dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada: perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*, F.J. Warren et D.S. Lemmen (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, ON, 233–252. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Chapitre8-Infrastructures_Fra.pdf >

Angel, J. R. et Kunkel, K.E. (2010). « The Response of Great Lakes Water Levels to Future Climate Scenarios with an Emphasis on Lake Michigan-Huron ». *Journal of Great Lakes Research*, *36*(2), 51–58. Consulté en juin 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2009.09.006>

Angel, J., Swanston, C., Boustead, B.M., Conlon, K.C., Hall, K.R., Jorns, J.L., Kunkel, K.E., Lemos, M.C., Lofgren, B., Ontl, T.A., Posey, J., Stone, K., Takle, G. et Todey, D. (2018). « Midwest », dans *Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II*, D.R., Reidmiller, C. W. Avery, D. R. Easterling, K. E. Kunkel, K. L. M. Lewis, T. K. Maycock et B. C. Stewart (éd.). U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA, 872–940. Consulté en juin 2020 sur le site <https://nca2018.globalchange.gov/downloads/NCA4_Ch21_Midwest_Full.pdf>

Arsenault, A.A., Rodgers, A.R., et Whaley, K. (2020). « Demographic status of moose populations in the boreal plain ecozone of Canada ». *Alces: A Journal Devoted to the Biology and Management of Moose*, *55*, 43–60. Consulté en février 2022 sur le site <https://alcesjournal.org/index.php/alces/article/view/243>

Association canadienne de normalisation (2019). CSA PLUS 4013:F19 Guide technique: Élaboration, interprétation et utilisation de l'information relative à l'intensité, à la durée et à la fréquence (IDF) des chutes de pluie: guide à l'intention des spécialistes canadiens en matière de ressources en eau. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.csagroup.org/store/product/CSA%20PLUS%204013:19/>

Aubin, I., Boisvert-Marsh, L., Kebli, H., McKenney, D., Pedlar, J., Lawrence, K., Hogg, E. H., Boulanger, Y., Gauthier, S. et Ste-Marie, C. (2018). « Tree vulnerability to climate change: improving exposure-based assessments using traits as indicators of sensitivity ». *Ecosphere* 9(2): e02108. Consulté en mars 2019 sur le site <https://doi.org/10.1002/ecs2.2108>

Bai, L., Li, Q., Wang J., Lavigne, E., Gasparrini,A., Copes, R., Yagouti, A., Burnett, R.T., Goldberg, M.S., Villeneuve, P.J., Cakmak, S. et Chen H. (2016). « Hospitalizations from Hypertensive Diseases, Diabetes, and Arrhythmia in Relation to Low and High Temperatures: Population-Based Study ». *Scientific Reports*, *6*(30283), 1–9. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://doi.org/10.1038/srep30283>

Bai, L., Li, Q., Wang, L., Lavigne, E., Gasparrini, A., Copes, R., Yagouti, A., Burnett, R.T., Goldberg, M.S., Cakmak S. et Chen, H. (2018). « Increased coronary heart disease and stroke hospitalizations from ambient temperatures in Ontario ». *Heart, 104*(8), 673–679. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://heart.bmj.com/content/104/8/673>

Barbeau, C. D., Oelbermann, M., Karagatzides, J.D. et Tsuji, L.J.S. (2015). « Sustainable Agriculture and Climate Change: Producing Potatoes (*Solanum tuberosum L.*) and Bush Beans (*Phaseolus vulgaris L.*) for Improved Food Security and Resilience in a Canadian Subarctic First Nations Community ». *Sustainability, 7*(5), 5664–5681. Consulté en août 2020 sur le site <https://doi.org/10.3390/su7055664>

Barr, S. L., Larson, B. M. H., Beechey, T.J. et Scott, D.J (2020). « Assessing climate change adaptation progress in Canada's protected areas ». *The Canadian Geographer, 65*(2), 152–165. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/cag.12635>

Barrette, P.D. (2018). « The Canadian winter road infrastructure and climate change adaptation: Prospective solutions through R&D ». Rapport technique OCRE-TR-2018-004, Génie océanique, côtier et fluvial, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2022 sur le site <https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/ft/?id=46ba2a4c-b74f-4ca0-9562-fd56bb870a46>

Bartolai, A. M., He, L., Hurst, A.E., Mortsch, L., Paehlke, R. et Scavia, D. (2015). « Climate change as a driver of change in the Great Lakes St. Lawrence River Basin ». *Journal of Great Lakes Research, 41*(S1), 45–58. Consulté en mai 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2014.11.012>

Baute, T. (2020). Les effets des changements climatiques sur les insectes ravageurs actuels et futurs en Ontario. Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales de l'Ontario. Consulté en février 2022 sur le site <http://omafra.gov.on.ca/french/crops/field/news/croptalk/2020/ct-0620a4.htm>

BC Ministry of Environment and Climate Change Strategy (2019). « Strategic climate risk assessment framework for British Columbia ». Élaboré en voie de réalisation vers une évaluation stratégique des risques climatiques pour la Colombie-Britannique. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/adaptation/climate-risk-assessment-framework.pdf>

Beef Farmers of Ontario (2014). « Beef Farmers of Ontario: Research Investment Strategy 2014–2020 ». Consulté en août 2020 sur le site <www.livestockresearch.ca/en/wp-content/uploads/2019/04/BeefResearchStrategyFinal.pdf>

Berry, P., Clarke, K., Fleury, M.D. et Parker, S. (2014b). Santé humaine, Chapitre 7 dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada: perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*, F.J. Warren et D.S. Lemmen (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 191–232. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Chapitre7-Sante-humaine_Fra.pdf>

Berry, P., Paterson, J. et Buse, C. (2014a). « Assessment of Vulnerability to the Health Impacts of Climate Change in Middlesex-London ». Rapport préparé pour le Middlesex-London Health Unit. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.healthunit.com/uploads/summary-and-recommendations-assessment-of-vulnerability-health-impacts-of-climate-change-in-middlesex-london.pdf>

Biodivcanada (2020). Buts et objectifs canadiens pour la biodiversité d'ici 2020. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.biodivcanada.ca/strategie-et-plan-daction-de-biodiversite-nationale/buts-et-objectifs-canadiens-pour-la-biodiversit-dici-2020>

Bishop-Williams, K.E., Berke, O., Pearl, D.L., Hand K. et Kelton, D. (2015). « Heat stress related dairy cow mortality during heat waves and control periods in rural Southern Ontario from 2010–2012 ». *BMC Veterinary Research* 11, 291. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0607-2>

Black, R., Bruce, J. et Egener, M. (2010). « Adapting to Climate Change: A Risk Management Guide for Ontario Municipalities ». Consulté en février 2022 sur le site <http://www.climateontario.ca/doc/Tools/Adapting_to_Climate_Change_a_Risk_Based_Guide_for_Local_Governments_EN.pdf>

Bondank, E. et Chester. M. (2020). « Infrastructure Interdependency Failures from Extreme Weather Events as a Complex Process ». *Frontiers in Water 2*(21), 6. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://doi.org/10.3389/frwa.2020.00021>

Bonsal, B. R., Peters, D.L., Seglenieks, F., Rivera, A. et Berg, A. (2019). Évolution de la disponibilité de l'eau douce à l'échelle du Canada, Chapitre 6 dans *Rapport sur le climat changeant du Canada*, E. Bush et D.S. Lemmen (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 261–342. Consulté en août 2020 sur le site <https://doi.org/10.4095/314629>

Bootsma, A. (2011). « Trends in estimated optimum seeding date for winter wheat in the Atlantic Provinces ». *Canadian Journal of Plant Science, 91*(6), 1101–1103. Consulté en août 2020 sur le site <https://doi.org/10.4141/cjps2011-087>

Bootsma, A. (2012). « Decadal Trends in Crop Heat Units for Ontario and Quebec from 1951 to 2010 ». Agriculture et agroalimentaire Canada, Centre de recherches de l'Est sur les céréales et les oléagineux, Ottawa, Ontario, 6 p. Consulté en août 2020 sur le site <https://www.agrireseau.net/Agroclimatologie/documents/Ontario%20Quebec%20CHU%20trends%202012.pdf>

Boulanger, Y., Gauthier, S et Burton, P.J. (2014). « A refinement of models projecting future Canadian fire regimes using homogeneous fire regime zones ». *Canadian Journal of Forest Research*, *44*(4), 365–376. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://cdnsciencepub.com/doi/10.1139/cjfr-2013-0372>

Boulanger, Y., Taylor, A.R., Price, D.T., Cyr, D., McGarrigle, E., Rammer, W., Sainte-Marie, G., Beaudoin, A., Guindon, L. et Mansuy, N. (2017). « Climate change impacts on forest landscapes along the Canadian southern boreal forest transition zone ». *Landscape Ecology*, *32*(7), 1415–1431. Consulté en janvier 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0421-7>

Bourque, F. et Cunsolo Willox, A. (2014). « Climate Change: The next challenge for public mental health? ». *International Review of Psychiatry, 26*(4) 415–422. Consulté en janvier 2019 sur le site <10.3109/09540261.2014.925851>

Boyle, J., Cunningham, M. et Dekens, J. (2013). « Climate change adaptation and Canadian infrastructure: a review of the literature ». International Institute for Sustainable Development (IISD), 40 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://www.iisd.org/pdf/2013/adaptation_can_infrastructure.pdf>

Brecka, A. F. J., Shahi, C. et Chen, H.Y.Y. (2018). « Climate change impacts on boreal forest timber supply ». *Forest Policy and* Economics, 92, 11–21. Consulté en janvier 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.03.010>

Brinker, S. R., Garvey, M. et Jones, D.M. (2018). « Climate change vulnerability assessment of species in the Ontario Great Lakes Basin », dans *Climate Change Research Report CCRR-48*. Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, Science and Research Branch, Peterborough, Ontario, 85 p. Consulté en mai 2020 sur le site <http://www.climateontario.ca/MNR_Publications/CCRR-48.pdf>

Brklacich, M. et Woodrow, M. (2016). « Agricultural Adaptation to Changing Environments: Lessons Learned from Farmers in Eastern Ontario, Canada », Chapitre 2 dans *Agricultural Adaptation to Climate Change*, C.R. Bryant, M. A. Sarr et K. Délusca (éd.). Springer, 13–26. Consulté en août 2020 sur le site <https://books.google.ca/books?id=qyLqDAAAQBAJ&pg=PA12&lpg=PA12&dq=10.1007/978-3-319-31392-4_2&source=bl&ots=h-4JWBG1oD&sig=ACfU3U24OuWf0m8_LnMrXNNKvtyKb-T42A&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwihwICEnMnlAhUL-6wKHYu4BuIQ6AEwAHoECAgQAQ#v=onepage&q=10.1007%2F978-3-319-31392-4_2&f=false>

Brown, L. J., Lamhonwah, D. et Murphy, B.L. (2015). « Projecting a spatial shift of Ontario's sugar maple habitat in response to climate change: A GIS approach ». *Canadian Geographer*, *59*(3), 369–381. Consulté en avril 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/cag.12197>

Brunkard, J., Namulanda, G. et Ratard, R. (2008). « Hurricane Katrina deaths, Louisiana, 2005 ». *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, *2*(4), 215–223. Consulté en janvier 2019 sur le site <10.1097/DMP.0b013e31818aaf55>

Bulletin de rendement des infrastructures canadiennes (2016). Éclairer l'avenir : Bulletin de rendement des infrastructures canadiennes de 2016. p. 168. Consulté en janvier 2022 sur le site <http://canadianinfrastructure.ca/downloads/Bulletin_de_rendement_des_infrastructures_canadiennes_2016.pdf>

Bulletin de rendement des infrastructures canadiennes (2019). Suivi de l'état des infrastructures publiques essentielles du Canada : Bulletin de rendement des infrastructures canadiennes de 2019. 56p. Consulté en janvier 2022 sur le site <http://canadianinfrastructure.ca/downloads/bulletin-rendement-infrastructures-canadiennes-2019.pdf>

Bureau d'assurance du Canada et Fédération canadienne des municipalités (FCM) (2020). Investir dans l'avenir du Canada: le coût de l'adaptation aux changements climatiques à l'échelle locale. 60 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://data.fcm.ca/documents/reports/investir-dans-avenir-du-canada-le-cout-de-adaptation-au-climat.pdf>

Bureau de la vérificatrice générale de l'Ontario (2020). Audit de l'optimisation des ressources : Préservation de l'environnement naturel au moyen des zones protégées. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.auditor.on.ca/fr/content-fr/annualreports/arreports/fr20/ENV_conservingthenaturalenvironment_fr20.pdf>

Buse, C. (2018). « Why should public health agencies across Canada conduct climate change and health vulnerability assessments? ». *Canadian Journal of Public Health* 109, 782–785. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://doi.org/10.17269/s41997-018-0118-6>

Bush, E. et Lemmen, D.S. (éd.) (2019). Rapport sur le climat changeant du Canada. Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 444p. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://doi.org/10.4095/314617>

Byun, K. et Hamlet, A.F. (2018). « Projected changes in future climate over the Midwest and Great Lakes region using downscaled CMIP5 ensembles ». *International Journal of Climatology, 38* (S1), e531–e553. Consulté en juin 2020 sur le site <https://doi.org/10.1002/joc.5388>

C40 Cities (2018). « The Future We Don't Want ». Rapport technique du Urban Climate Change Research Network. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.c40.org/wp-content/uploads/2021/08/1789_Future_We_Dont_Want_Report_1.4_hi-res_120618.original.pdf>

Cabinet du Premier Ministre (2019). Lettre de mandate du ministre de l'Environnement et du Changement climatique. Consulté en mai 2021 sur le site <https://pm.gc.ca/fr/lettres-de-mandat/2019/12/13/archivee-lettre-de-mandat-du-ministre-de-lenvironnement-et-du>

Candau, J.-N., Fleming, R.A. et Wang, X. (2018). « Ecoregional Patterns of Spruce Budworm – Wildfire Interactions in Central Canada's Forests », *Forests*, *9*(137), 17. Consulté en avril 2020 sur le site <https://doi.org/10.3390/f9030137>

Candau, J-N. et Fleming, R.A. (2011). « Forecasting the response of spruce budworm defoliation to climate change in Ontario », *Canadian Journal of Forest Research, 41*(10), 1948–1960. Consulté en avril 2020 sur le site <https://doi.org/10.1139/x11-134>

Casselman, J. M. (2002). « Effects of temperature, global extremes, and climate change on year-class production of warmwater, coolwater, and coldwater fishes in the Great Lakes basin », dans *Fisheries in a Changing Climate*, N.A.McGinn (éd.). American Fisheries Society Symposium, 39–60. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.researchgate.net/publication/285714068_Effects_of_temperature_global_extremes_and_climate_change_on_year-class_production_of_warmwater_coolwater_and_coldwater_fishes_in_the_Great_Lakes_Basin>

CBC News (2021). « Ontario forest fires burned record area of land this summer as they displaced First Nations in northwest ». Consulté en avril 2022 sur le site <https://www.cbc.ca/news/canada/thunder-bay/record-breaking-ontario-forest-fire-season-1.6242422>

Centre canadien des services climatiques (2019). Changements dans la température. Consulté en novembre 2019 sur le site <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/centre-canadien-services-climatiques/essentiels/tendances-projections/changements-temperature.html>

Cercle autochtone d'experts (2018). « Nous nous levons ensemble : Atteindre En route vers l'objectif 1 du Canada en créant des aires protégées et de conservation autochtones dans l'esprit et la pratique de la réconciliation ». ISBN 978-0-660-255791-82. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://static1.squarespace.com/static/57e007452e69cf9a7af0a033/t/5ab94aca6d2a7338ecb1d05e/1522092766605/PA234-ICE_Report_2018_Mar_22_web.pdfhttps://static1.squarespace.com/static/57e007452e69cf9a7af0a033/t/5abaa653562fa7dfaee1caa9/1522181723865/PA234-Rapport-ICE_FR_mar_22_2018_web.pdf>

Chambre de commerce de l'Ontario (2017). Bâtir de meilleures vies: Plan d'infrastructure à long terme 2017 de l'Ontario. Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 40 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <http://files.ontario.ca/ltip_plan_aoda_french.pdf>

Chambre de commerce de l'Ontario (2020). « Ontario Economic Report Ontario 2020 ». Chambre de commerce de l'Ontario, 44 p.

Chapagain, T. (2017). « Farming in Northern Ontario: Untapped Potential for the Future », *Agronomy, 7*(3), 1–14. Consulté en août 2020 sur le site <https://doi.org/10.3390/agronomy7030059>

Charles, K.-A. (2019). Communication personnelle avec Kelly-Ann Charles, Environment Partnership Co-Coordinator at Cambium Indigenous Professional Services. Août 2019.

Chen, H., Wang, J., Li, Q., Yagouti, A., Lavigne, E., Foty, R. et Copes, R. (2016). « Assessment of the effect of cold and hot temperatures on mortality in Ontario, Canada: a population-based study », *CMAJ Open*, *4*(1), E48–E58. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://doi.org/10.9778/cmajo.20150111>

Chen, J., Ter-Mikaelian, M.T., Ng, P.Q. et Colombo, S.J. (2018). « Ontario's managed forests and harvested wood products contribute to greenhouse gas mitigation from 2020 to 2100 », *The Forestry Chronicle, 94*(03): 269–282. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.5558/tfc2018-040>

Cheng, A., Chen, D., Woodstock, K., Ogden, N.H., Wu, X. et Wu, J. (2017). « Analyzing the potential risk of climate change on Lyme disease in Eastern Ontario, Canada using time series remotely sensed temperature data and tick population modelling », *Remote Sensing, 9*(6), 1–13. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://doi.org/10.3390/rs9060609>

Cheng, C. S., Auld, H., Li, Q., Li, G. (2012). « Possible impacts of climate change on extreme weather events at local scale in south-central Canada », *Climate Change 112*, 963–979. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-011-0252-0>

Cheng, M., McCarl, B. et Fei, C. (2022). « Climate Change and Livestock Production: A Literature Review ». *Atmosphere* 13(1), 140. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.3390/atmos13010140>

Chiotti, Q. et Lavender, B. (2008). Ontario, Chapitre 6 dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada: édition 2007*, D. S. Lemmen, F. J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 226–274. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://doi.org/10.4095/226469>

Chiotti, Q., Chan, K., Gulecoglu, E., Belaieff, A. et Noxon, G. (2017). « Planning for Resiliency: Toward a Corporate Climate Adaptation Plan, September 2017 ». Consulté en février 2022 sur le site <http://www.metrolinx.com/en/aboutus/sustainability/Planning_for_Resiliency_2017_EN_final.pdf>

Chong, J. (2014). La mise en valeur des ressources au Canada – Le Cercle de feu : étude de cas. Bibliothèque du Parlement. Consulté en février 2021 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2014/bdp-lop/bp/2014-17-fra.pdf >

Chorus, I., et Bartram, J. (éd.). (1999). « Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management ». Organisation mondiale de la Santé, E&FN Spon, Routledge, London. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://www.who.int/publications/m/item/toxic-cyanobacteria-in-water---second-edition>

Chu, C. (2015). « Climate Change Vulnerability Assessment for Inland Aquatic Ecosystems in the Great Lakes Basin, Ontario ». Climate Change Research Report CCRR-43, Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, Direction de Science et recherche, Peterborough, Ontario, 48 p. Consulté en février 2022 sur le site <http://www.climateontario.ca/MNR_Publications/CCRR-43.pdf>

Chu, C. et Fischer, F. (2012). « Climate Change Vulnerability Assessment for Aquatic Ecosystems in the Clay Belt Ecodistrict (3E-1) of Northeastern Ontario ». Climate Change Research Report CCRR-30, Ministère des Richesses naturelles, Division des ressources scientifiques et informationnelles, 26 p. Consulté en février 2022 sur le site <http://www.climateontario.ca/MNR_Publications/stdprod_100953.pdf>

Chu, C., Barker, J., Gutowsky, D. et de Kerckhove, D. (2018a). « A conceptual management framework for multiple stressor interactions in freshwater lakes and rivers ». Climate Change Research Report CCRR-47, Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, Direction de Science et recherche, Peterborough, Ontario, 25 p. Consulté en février 2022 sur le site <http://www.climateontario.ca/MNR_Publications/CCRR-47.pdf>

Chu, C., Ellis, L. et de Kerckhove, D.T. (2018b). « Effectiveness of terrestrial protected areas for conservation of lake fish communities ». *Conservation Biology, 32*(3), 607–618. Consulté en avril 2021 sur le site <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cobi.13034>

Clarke, K.-L. (2009). Infrastructures de santé critiques en cas de catastrophes: Leçons apprises, dans *Gestion des urgences: Une perspective de santé*. Bulletin de recherché sur les politiques de santé, Santé Canada, Avril 2009, numéro 15, 18–20. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2009/sc-hc/H12-36-15-2009F.pdf>

Clow, K.M., Ogden, N.H., Lindsay, L.R., Michel, P., Pearl, D.L. et Jardine, C.M. (2017). « The influence of abiotic and biotic factors on the invasion of Ixodes scapularis in Ontario, Canada », *Ticks and Tick Borne Diseases, 8*(4), 554–563. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.03.003>

Cohen, S., Bush, E., Zhang, X., Gillett, N., Bonsal, B., Derksen, C., Flato, G., Greenan, B. et Watson, E. (2019). Le context national et mondial des changements régionaux au Canada, Chapitre 8 dans *Rapport sur le climat changeant du Canada*, E. Bush et D.S. Lemmen (éd.), Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 427–444. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.4095/327814>

Collingsworth, P.D., Bunnell, D.B., Murray, M.W., Kao, Y-C., Feiner, Z.S., Claramunt, R.M., Lofgren, B.M., Höök, T.O. et Ludsin, S.A. (2017). « Climate change as a long-term stressor for the fisheries of the Laurentian Great Lakes of North America », *Reviews in Fish Biology and Fisheries 2*, 363–391. Consulté en avril 2022 sur le site <https://doi.org/10.1007/s11160-017-9480-3>

Colombo, S. J. (2008). « Ontario's Forests and Forestry in a Changing Climate ». Climate Change Research Report CCRR-12, Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Direction de la recherché appliquée et du développement, 31 p. Consulté en avril 2020 sur le site <https://dr6j45jk9xcmk.cloudfront.net/documents/2691/276928.pdf>

Comité de gestion adaptative des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent de la Commission mixte internationaleIJC Great Lakes-St Lawrence River Adaptive Management Committee (2020). « Factsheet – Highlights of the 2019 GLAM Questionnaire for Shoreline Property Owners on Lake Ontario and the St. Lawrence River ». Consulté en mai 2020 sur le site <https://ijc.org/sites/default/files/2020-11/GLAM-Final_FactSheet_2019Questionnaire_20201013.pdf>

Commissaire à l'environnement de l'Ontario (2016). « Urban Stormwater Fees: How to Pay for What We Need ». Toronto, Ontario, 34 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://www.auditor.on.ca/en/content/reporttopics/envreports/env16/Urban-Stormwater-Fees.pdf>

Commissaire à l'environnement de l'Ontario (2017). « Good Choices, Bad Choices: Environmental Rights and Environmental Protection in Ontario – 2017 Environmental Protection Report ». Toronto, Ontario, 290 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://www.auditor.on.ca/en/content/reporttopics/envreports/env17/Good-Choices-Bad-Choices.pdf>

Commissaire à l'environnement de l'Ontario (2018a). « Climate Action in Ontario: What's Next? 2018 Greenhouse Gas Report Card ». Toronto, Ontario, 254 p. Consulté en février 2021 sur le site <https://www.auditor.on.ca/en/content/reporttopics/envreports/env18/Climate-Action-in-Ontario.pdf>

Commissaire à l'environnement de l'Ontario (2018b). « Back to Basics: 2018 Environmental Protection Report ». Toronto, Ontario, 339 p. Consulté en février 2021 sur le site <https://www.auditor.on.ca/en/content/reporttopics/envreports/env18/Back-to-Basics.pdf>

Commission mixte internationale (2020). « Second Triennial Assessment of Progress on Great Lakes Water Quality ». 17 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.ijc.org/sites/default/files/2020-12/2020-TAP-Report-online.pdf?_ga=2.228737813.80074819.1638462654-1889362222.1623868448#page=17>

Comptables professionnels agréés Canada (2015a). Étude de cas sur l'adaptation nº 4: Co-operators – Secteur : Assurances, Lieu: Guelph, Ontario. 14 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://www.cpacanada.ca/-/media/site/business-and-accounting-resources/docs/etude-de-cas-sur-ladaptation-n4-co-operators-secteur-assurance-fr-00609-rg.pdf>

Comptables professionnels agréés Canada (2015b). Étude de cas sur l'adaptation nº 5: Horizon Utilities Corporation – Secteur: Service public d'électricité, Lieu: Sud de l'Ontario. 14 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://www.cpacanada.ca/-/media/site/business-and-accounting-resources/docs/etude-de-cas-sur-ladaptation-n5-horizon-utilities-corporation-service-public-delectricite-00627-rg.pdf>

Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) (2015). Cadre de mise en œuvre pour la planification de l'adaptation aux changements climatiques à l'échelle du bassin versant. Élaboré par l'équipe du projet sur la surveillance de l'eau et les changements climatiques du Comité de gestion de l'eau (CGE) du CCME, 78 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://ccme.ca/fr/res/climatechangeadaptationframework1.0_fpn1530.pdf>

Conseil canadien des ministres des forêts (2014). Adapter l'aménagement forestier durable aux changements climatiques : Examen de la migration assistée des espèces d'arbres et de son rôle potentiel dans l'adaptation de l'aménagement forestier durable aux changements climatiques. Service canadien des forêts, Ottawa, Ontario, 28 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.ccmf.org/wp-content/uploads/2020/09/CCFM_Assisted_Tree_Migration_November_2014_French.pdf>

Conseil canadien des parcs (2013). Parc et aires protégées au Canada : Aider le Canada à faire face au changement climatique. Rapport du groupe de travail sur le changement climatique du Conseil canadien des parcs, 54 p. Consulté en mai 2021 sur le site <https://parks-parcs.ca/wp-content/uploads/2020/12/CPC-Climate-Change-Report-FINAL-fraLR.pdf>

Conseil canadien pour la conservation des espèces en péril (2016). « Wild Species 2015: The General Status of Species in Canada ». National General Status Working Group, 128 p. Consulté en juin 2022 sur le site <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril/publications/especes-sauvages-2015.html>

Conseil de la biodiversité de l'Ontario (2011). « Ontario's Biodiversity Strategy, 2011: Renewing Our Commitment to Protecting What Sustains Us ». Conseil de la biodiversité de l'Ontario, Peterborough, Ontario, 77 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <http://ontariobiodiversitycouncil.ca/wp-content/uploads/Ontarios-Biodiversity-Strategy-2011-accessible.pdf>

Conseil de la biodiversité de l'Ontario (2015). « State of Ontario's Biodiversity 2015: Indicators ». Conseil de la biodiversité de l'Ontario, Peterborough, Ontario. Consulté en janvier 2022 sur le site <http://ontariobiodiversitycouncil.ca/wp-content/uploads/Ontarios-Biodiversity-Strategy-2011-accessible.pdf>

Conseil de la biodiversité de l'Ontario (2021). « State of Ontario's Biodiversity 2020: Summary ». Conseil de la biodiversité de l'Ontario, Peterborough, Ontario. Consulté en janvier 2022 sur le site < https://sobr.ca/_biosite/wp-content/uploads/state-of-biodiversity-report-2020-Final-2.pdf>

Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs de la Commission mixte internationale (2017). « Climate Change and Adaptation in the Great Lakes ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://ijc.org/sites/default/files/WQB_CCAdaptation_ProjectSummary_20170110.pdf>

Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs de la Commission mixte internationale (2019). « Climate Adaptation and Resilience – Project Summary ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://ijc.org/sites/default/files/2019-11/WQB_ClimateAdaptationandResilience_Sept2019.pdf>

Conseil de la qualité de l'eau des Grands Lacs de la Commission mixte internationale (2017). « Climate Change and Adaptation in the Great Lakes: Project Summary ». Emerging Issues Work Group of the Great Lakes Water Quality Board, 11 p. Consulté en mai 2020 sur le site <https://legacyfiles.ijc.org/tinymce/uploaded/WQB/WQB_CCAdaptation_ProjectSummary_20170110.pdf>

Conseil des académies canadiennes (2013). L'eau et l'agriculture au Canada: vers une gestion durable des ressources en eau. Le comité d'experts sur la gestion durable de l'eau des terres agricoles du Canada. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.rapports-cac.ca/wp-content/uploads/2018/10/wag_fullreportfr.pdf>

Conseil des académies canadiennes (2019). Les principaux risques des changements climatiques pour le Canada. Comité d'experts sur les risques posés par les changements climatiques et les possibilités d'adaptation, Ottawa, Ontario, 92 p. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.rapports-cac.ca/wp-content/uploads/2019/07/Rapport-Les-principaux-risques-des-changements-climatiques-pour-le-Canada.pdf>

Conservation de la nature Canada (2019). « Southern Norfolk Sand Plain Natural Area ». Consulté en octobre 2019 sur le site <http://www.natureconservancy.ca/en/where-we-work/ontario/our-work/natural-areas/southern-norfolk-sand-plain-natural-area.html>

Conservation Ontario. (2018). « Climate Change: Conservation Authorities are responding to climate change impacts in Ontario ». Consulté en octobre 2019 sur le site <https://conservationontario.ca/policy-priorities/climate-change/>

Conteh, C. (2017). Développement économique du nord de l'Ontario : Villes-régions et corridors industriels. Institut des politiques du Nord. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.northernpolicy.ca/upload/documents/publications/reports-new/conteh_economic-zones-fr.pdf>

Coulibaly P., Burn, D.H., Switzman, H., Henderson, J. et Fausto, E. (2016). « A comparison of Future IDF Curves for Southern Ontario: Addendum – IDF Statistics, Curves and Equations ». Ontario Climate Consortium, Toronto, Ontario, 244 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://climateconnections.ca/app/uploads/2014/01/IDF-Comparison-Report-and-Addendum.pdf>

Council of Great Lakes Region (2017). « A Vision for the Great Lakes Region ». Ann Arbor, Michigan. Consulté en mai 2020 sur le site <https://www.visualcapitalist.com/great-lakes-economy/>

Credit Valley Conservation, Risk Sciences International, University of Waterloo et the Climate Risk Institute (2020). « Risk and Return on Investment Tool (RROIT) Technical Guide ». Version 2.

Cretikos, M. A., Merritt, T.D., Main, K., Eastwood, K., Winn, L., Moran, L. et Durrheim, D.N. (2007). « Mitigating the health impacts of a natural disaster – the June 2007 long-weekend storm in the hunter region of New South Wales », *Medical Journal of Australia*, *187*(11–12), 670–673. Consulté en octobre 2020 sur le site <10.5694/j.1326-5377.2007.tb01470.x>

Cunsolo Willox, A., Stephenson, E., Allen, J., Bourque, F., Drossos, A., Elgarøy, S., Kral, M., Mauro, I., Moses, J., Pearce, T., Petrasek MacDonald, J. et Wexler, L. (2014). « Examining relationships between climate change and mental health in the Circumpolar North », *Regional Environmental Change, 15*(1), 169–182. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-014-0630-z>

Cunsolo, A. et Ellis, N.R. (2018). « Ecological grief as a mental health response to climate change-related loss », *Nature Climate Change, 8*, 275–281. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0092-2>

d'Orgeville, M., Peltier, W.R., Erler, A.R. et Gula, J. (2014). « Climate change impacts on Great Lakes Basin precipitation extremes », *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, *119*(18), 10,799–10,812. Consulté en juin 2020 sur le site <https://doi.org/10.1002/2014JD021855>

Davies, J.B. (2016). « Economic Analysis of the Cost of Flooding », *Canadian Water Resources 41*(1–2), 204–219. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/07011784.2015.1055804>

Dawe, K. L., et Boutin, S. (2016). « Climate change is the primary driver of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) range expansion at the northern extent of its range; land use is secondary », *Ecology and Evolution, 6*(18), 6435–6451. Consulté en février 2022 sur le site <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ece3.2316>

Decent, D. et Feltmate, B. (2018). « After the Flood: The Impact of Climate Change on Mental Health and Lost Time from Work ». Intact Centre on Climate Adaptation, University of Waterloo, Ontario, 32 p. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://www.intactcentreclimateadaptation.ca/wp-content/uploads/2018/06/After-The-Flood.pdf>

Derksen, C., Burgess, D., Duguay, C., Howell, S., Mudryk, L., Smith, S., Thackeray, C. et Kirchmeier-Young, M. (2019). Évolution de la neige, de la glace et du pergélisol à l'échelle du Canada, Chapitre 5 dans *Rapport sur le climat changeant du Canada*, E. Bush et D. S. Lemmen (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 195–260. Consulté en juin 2020 sur le site <https://doi.org/10.4095/314618>

Di Liberto, T. (2018). « Great Lakes ice cover decreasing over the last 40 years ». National Oceanic and Atmospheric Administration. Consulté en septembre 2019 sur le site <https://www.climate.gov/news-features/featured-images/great-lakes-ice-cover-decreasing-over-last-40-years>

Douglas, A., Lemieux, C., Nielsen, G., Gray, P., Anderson, V. et MacRitchie, S. (2011). « Adapting to Climate Change: Tools and Techniques for an Adaptive Approach to Managing for Climate Change: A Case Study ». Ontario Centre for Climate Impacts and Adaptation Resources, 82 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <http://www.climateontario.ca/doc/workshop/2011LakeSimcoe/Lake%20Simcoe%20Adaptation%20Options%20Final%20Report%20June%20%202011.pdf>

Douglas, A., Lemieux, C., Nielson, G., Gray, P., Anderson, V. et MacRitchie, S. (2014). « Responding to the Effects of Climate Change in the Lake Simcoe Watershed: A Pilot Study to Inform Development of an Adaptation Strategy on a Watershed Basis ». Climate Change Research Report CCRR-37, Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Direction de Science et recherche, 38 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <http://www.climateontario.ca/MNR_Publications/ccrr37.pdf>

Dove-Thompson, D., Lewis, C., Gray, P.A., Chu, C. et Dunlop, W. (2011). « A summary of the Effects of Climate Change on Ontario's Aquatic Ecosystems ». Climate Change Research Report CCRR-11, Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Division des ressources scientifiques et informationnelles, 68 p. Consulté en avril 2021 sur le site <https://files.ontario.ca/environment-and-energy/aquatics-climate/stdprod_088243.pdf>

Drescher M. et Thomas, S.C. (2012). « Snow cover manipulations alter survival of early life stages of cold-temperate tree species », *Oikos, 122*(4), 541-554. Consulté en avril 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2012.20642.x>

Easterling, D. R., Kunkel, K.E., Arnold, J.R., Knutson, T., LeGrande, A.N., Leung, L.R., Vose, R.S., Waliser, D.E. et Wehner, M.F. (2017). « Precipitation change in the United States », dans *Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I*, D.J. Wuebbles, D.W. Fahey, K.A. Hibbard, D. J. Dokken, B. C. Stewart et T.K. Maycock (éd.). U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA, 207-230. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://science2017.globalchange.gov/chapter/7/>

Ebi, K., Anderson, V., Berry, P., Paterson, J. et Yusa, A. (2016). « Ontario Climate Change and Health Vulnerability and Adaptation Assessment Guidelines: Technical Document ». Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, Ontario, Canada.

Eckart, K., McPhee, Z. et Bolisetti, T. (2017). « Performance and implementation of low impact development – A review », *Science of the Total Environment*, *607–608*, 413–432. Consulté en octobre 2020 sur le site <10.1016/j.scitotenv.2017.06.254>

Edwards, B. A., Southee, F.M. et McDermid, J.L. (2016). « Using climate and a minimum set of local characteristics to predict the future distributions of freshwater fish in Ontario, Canada, at the lake-scale », *Global Ecology and Conservation*, *8*, 71–84. Consulté en avril 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2016.08.006>

Edwards, J., Pearce, C., Ogden, A., Williamson, T (2015). Changements climatiques et aménagement forestier durable au Canada: Guide d'évaluation de la vulnérabilité et d'intégration des mesures d'adptation dans le processus décisionnel. Groupe de travail sur les changements climatiques, Conseil canadien des ministres des forêts, Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2022 sur le site <https://www.ccmf.org/wp-content/uploads/2020/09/Guide-vulne%CC%81rabilite%CC%81_2-juin_FR.pdf>

Environnement Canada (2013). Quand l'habitat est-il suffisant? 3e édition. Toronto, Ontario, 141 p. Consulté en avril 2021 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2013/ec/CW66-164-2013-fra.pdf>

Environnement et changement climatique Canada (2018). Bulletin trimestriel des impacts liés au climat et aperçu saisonnier : Région des Grands Lacs – Décembre 2018. Consulté en janvier 2020 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2021/eccc/En162-3-2018-4-fra.pdf>

Environnement et changement climatique Canada (2021). Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement : Aires conservées au Canada. Consulté en février 2022 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2018/eccc/En4-144-11-2018-fra.pdf>

Environnement et changement climatique Canada et le Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario (2018). Plan d'action Canada-Ontario pour le lac Érié: Établissement d'un partenariat pour réduire les charges de phosphore provenant de sources canadiennes déversées dans le lac Érié. ISBN 978-0-660-25270-4. Consulté en mai 2020 sur le site <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/protection-grands-lacs/plan-action-visant-reduire-phosphore-lac-erie.html>

Environnement et Changement climatique Canada, le Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM), Ouranos, le Pacific climate impacts consortium (PCIC), le Centre climatique des Prairies (CCP) et HabitatSeven (2019). Donneesclimatiques.ca [Portail web]. Consulté en juin 2022 sur le site <https://donneesclimatiques.ca/portail>

Ernst and Young (2016). « Climate change: The investment perspective ». Climate Change and Sustainability, 20 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/banking-and-capital-markets/ey-climate-change-and-investment.pdf>

Eskelin, N., Parker, W.C., Colombo, S.J. et Lu, P. (2011). « Assessing assisted migration as a climate change adaptation strategy for Ontario's forests: Project overview and bibliography ». Climate Change Research Report CCRR-19. Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Sault Ste. Marie, Ontario, 44 p. Consulté en février 2022 sur le site <http://www.climateontario.ca/MNR_Publications/stdprd_088019.pdf>

Farghaly, H., Cautillo, C., Xue, H., Kwok Yu Poon, D. et Filler, R. (2015). « The Resilience of Ontario Highway Drainage Infrastructure to Climate Change ». Rapport du Ministère des Transports de l'Ontario DCSO-01, 138 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://www.library.mto.gov.on.ca/SydneyPLUS/Sydney/Portal/default.aspx?component=AAAAIY&record=6f913c0a-52ff-4afe-9587-e118d6325a9e>

Farhad, N., Garg, S., Huxley, R. et Pillay, K. (2019). « Understanding Infrastructure Interdependencies in Cities ». C40 Cities, 55 p. . Consulté en octobre 2020 sur le site <https://c40.my.salesforce.com/sfc/p/#36000001Enhz/a/1Q000000Mkyj/mP.Ed3ahJa1lr1B3iuNq4VUfU4eWsBdHurD1lxwmL3k>

FCM [Fédération canadienne des municipalités] (2017). Programme Municipalités pour l'innovation climatique : Échelle d'évaluation de la maturité en adaptation aux changements climatiques. 11 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://fcm.ca/sites/default/files/documents/resources/tool/mic-va-echelle-evaluation-de-la-maturite-en-adaptation-aux-changements-climatiques.pdf>

FCM [Fédération canadienne des municipalités] (2020). Programme de gestion des actifs municipaux: Soutenir la gestion durable des infrastructures dans les collectivités canadiennes –Bilan de la 3e année (2018–2019). 14 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://data.fcm.ca/documents/reports/MAMP/soutenir-la-gestion-durable-des-infrastructures-dans-les-collectivites-canadiennes.pdf>

Félio, G. (2016). « Integrating Climate Change Risks in Asset Management and Infrastructure Decision-Making ». Water Environment Association of Ontario, conférence technique, Niagara Falls, Ontario.

Félio, G. (2017). « Climate Change Impacts on Water and Wastewater Infrastructure at Akwesasne Final Report ». Préparé pour le Ontario First Nations Technical Services Corporation, 122 p. Consulté en février 2022 sur le site <https://indigenousclimatehub.ca/wp-content/uploads/2019/07/Akwesasne-OFNTSC-.pdf>

Félio, G. et Lickers, E. (2019). « A Methodology for Climate Risk Assessments for First Nations Communities ». International Conference for Sustainable Infrastructure 2019, Conférence technique, Los Angeles, Californie. Consulté en février 2022 sur le site <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/9780784482650.015>

Feltmate, B., Evans, C. et Moudrak, N. (2017). « Disaster risk reduction applied to Canadian residential housing: Interim report on the Home Flood Protection Program ». Intact Centre on Climate Adaptation, 46 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://www.intactcentre.ca/wp-content/uploads/2017/12/HFPP-Interim-Report-Dec-2017-FINAL.pdf>

Flannigan, M.D., Wotton, B.M., Marshall, G.A., de Groot, W.J., Johnston, J., Jurko, N. et Cantin, S. (2016). « Fuel moisture sensitivity to temperature and precipitation: climate change implications », *Climatic Change, 134*(1-2), 59–71. Consulté en avril 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1521-0>

Forêts Ontario (2016). Le Programme 50 millions d'arbres. Consulté en Octobre 2019 sur le site <https://forestsontario.ca/en/program/50-million-tree-program>

Forêts Ontario (2018). « Tomorrow's Forests: Tree Seed Management in Ontario ». Forest Gene Conservation Association and Forests Ontario, 46 p. Consulté en avril 2020 sur le site <https://assets.ctfassets.net/e09p19lzfrfe/4WL1gsIuAccmmWhC6InHeq/1d303cfe994a59124f277c1944f3e65b/FO_SEED-REPORT_FA_web.pdf>

Frolking, S. et Roulet, N.T. (2007). « Holocene radiative forcing impact of northern peatland carbon accumulation and methane emissions », *Global Change Biology, 13*, 1079–1088. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01339.x>

Galway, L., Beery, T., Jones-Casey, K. et K, Tasala. (2019). « Mapping the solastalgia literature: a scoping review study », *International Journal of Environmental Research and Public Health 16*(16), 2662. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://doi.org/10.3390/ijerph16152662>

Gasmi S, Ogden, N.H., Ripoche, M., Leighton, P.A., Lindsay, R.L., Nelder, M.P., Rees, E., Bouchard, C., Vrbova, L., Rusk, R., Russell. C., Pelcat, Y., Mechai, S., Kotchi, S.-O. et Koffi. (2019) « Detection of municipalities at-risk of Lyme disease using passive surveillance of *Ixodes scapularis* as an early signal: A province-specific indicator in Canada », *PLOS ONE 14*(2): e0212637. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212637>

Gaudin, A.C.M., Tolhurst, T., Ker, A., Martin, R. et Deen, W. (2015). « Agroecological Approaches to Mitigate Increasing Limitation of Corn Yields by Water Availability », *Procedia Environmental Sciences*, *29*: 11–12 p. Consulté en août 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.07.129>

Gauthier, S., Bernier, P., Burton, P.J., Edwards, J., Isaac, K., Isabel, N., Jayen, K., Le Goff, H., Nelson, E.A. (2014). « Climate change vulnerability and adaptation in the managed Canadian boreal forest », *Environmental Reviews*, *22*(3), 256–285. Consulté en avril 2020 sur le site <https://doi.org/10.1139/er-2013-0064>

Gauthier, S., Bernier, P.Y., Boulanger, Y., Guo, J., Guindon, L., Beaudoin, A., et Boucher. D. (2015). « Vulnerability of timber supply to projected changes in fire regime in Canada's managed forests », *Canadian Journal of Forest Research, 45*(11) 1439–1447. Consulté en avril 2020 sur le site <https://doi.org/10.1139/cjfr-2015-0079>

GENIVAR Inc. (2010). « Flood Control Dam Water Resources Infrastructure Assessment ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2010/06/TRCA_Combined_Final-Report.pdf>

GENIVAR Inc. (2011a). « Climate Change Vulnerability Assessment for Culverts ». Rapport final, 120 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2021/01/City-of-Toronto-Study-of-Three-Road-Culverts-Final-Report-with-Executive-Summary.pdf>

GENIVAR Inc. (2011b). « National Engineering Vulnerability Assessment of Public Infrastructure to Climate Change Climate: Change Vulnerability Assessment of the Town of Prescott's Sanitary Sewage System ». Rapport final de l'étude de cas, 133 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2021/03/Genivar-Town-of-Prescott-June-2011.pdf>

GENIVAR Inc. (2013). « National Engineering Vulnerability Assessment of Public Infrastructure to Climate Change Climate: Union Water Supply System Climate Risk Assessment ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2021/03/Genivar-UWSS-May-2013.pdf>

Giordano, B.V., Kaur, S. et Hunter, F.F. (2017). « West Nile virus in Ontario, Canada: A twelve-year analysis of human case prevalence, mosquito surveillance, and climate data », *PLoS ONE, 12*(8), 1–15. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183568>

GLAM Committee (2018). « Summary of 2017 Great Lakes Basin Conditions and Water Level Impacts to Support Ongoing Regulation Plan Evaluation: A report to the Great Lakes Boards and the International Joint Commission », 198 p. Consulté en mai 2020 sur le site <https://ijc.org/sites/default/files/2018-11/GLAM_2017_MainReport_FINAL-20181129_2.pdf?_ga=2.139457073.329057439.1572889961-796641899.1571327800>

Gleeson, J., Gray, P., Douglas, A., Lemieux, C. et Nielsen, G. (2011). « A Practitioner's Guide to Climate Change Adaptation in Ontario's Ecosystems ». Ontario Centre for Climate Impacts and Adaptation Resources, Sudbury, Ontario, 74 p. Consulté en avril 2021 sur le site <http://www.climateontario.ca/doc/Tools/A%20Practitioners%20Guide%20to%20ClimateChange%20Adaptation%20in%20Ontario%27s%20Ecosystems%20Ver%201%202011.pdf>

Golder Associates Ltd. (2012). « Climate Change Vulnerability Assessment for Infrastructure Ontario: Case Study Report ». Rapport préparé pour Infrastructure Ontario, 101 p. . Consulté en janvier 2022 sur le site <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2021/01/infrastructure_ontario-pievc_case_study_of_three_buildings_final_report-1.pdf>

Gough, W.A. et Rosanov, Y. (2001). « Aspects of Toronto's climate: heat island and lake breeze », *Canadian Meteorological and Oceanographic Society Bulletin,* (29), p. 67–71. Consulté en janvier 2019 sur le site <http://cmosarchives.ca/Bulletin/b2903.pdf>

Gough, W.A., Anderson, V. et Herod, K. (2016). « Ontario Climate Change and Health Modelling Study: Report ». Imprimeur de la Reine pour l'Ontario. Ontario, Canada

Gouvernement de l'Ontario (2010). Loi de 2010 sur le Grand Nord. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.ontario.ca/fr/lois/loi/10f18>

Gouvernement de l'Ontario (2011a). L'adaptation au changement climatique: Stratégie et plan d'action de l'Ontario 2011–2014. Consulté en septembre 2019 sur le site <https://www.ontario.ca/fr/document/ladaptation-au-changement-climatique-strategie-et-plan-daction-de-lontario-2011-2014-0>

Gouvernement de l'Ontario (2011b). « Places to Grow: Growth Plan for Northern Ontario 2011 ». Ministère de l'Infrastructure et Ministère du Développement du Nord, des Mines et des Forêts, 76 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.placestogrow.ca/images/pdfs/GPNO-final.pdf>

Gouvernement de l'Ontario (2012). La biodiversité, c'est dans notre nature – Plan du gouvernement de l'Ontario pour conserver la biodiversité 2012–2020. Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, Toronto, Ontario, 42 p. Consulté en avril 2021 sur le site <https://files.ontario.ca/mnr_biion_accessibility_fr_final.pdf>

Gouvernement de l'Ontario (2015a). Stratégie de l'Ontario en matière de changement climatique. Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, Toronto, Ontario, 46 p. Consulté en avril 2020 sur le site <https://www.ontario.ca/fr/lois/loi/15g24>

Gouvernement de l'Ontario (2015b). *Loi de 2015 sur la protection des Grands Lacs*, L.O. 2015, c. 24. Consulté en septembre 2019 sur le site <https://www.ontario.ca/laws/statute/15g24>

Gouvernement de l'Ontario (2016a). Stratégie ontarienne pour les Grands Lacs. Consulté en octobre 2019 sur le site <https://www.ontario.ca/fr/page/strategie-ontarienne-pour-les-grands-lacs>

Gouvernement de l'Ontario (2016b). État des forêts de l'Ontario. . Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.ontario.ca/fr/page/etat-des-forets-de-lontario-2016>

Gouvernement de l'Ontario (2019a). L'Ontario en bref. Consulté en octobre 2019 sur le site <https://www.ontario.ca/fr/page/lontario-en-bref>

Gouvernement de l'Ontario (2019b). La tordeuse des bourgeons de l'épinette. Consulté en octobre 2019 sur le site <https://www.ontario.ca/fr/page/la-tordeuse-des-bourgeons-de-lepinette>

Gouvernement de l'Ontario (2020). Croissance durable : Stratégie pour le secteur forestier de l'Ontario« Sustainable Growth: Ontario's Forest Sector Strategy ». Consulté en octobre 2020 sur le site <https://files.ontario.ca/mnrf-fid-forest-sector-strategy-fren-2020-08-20.pdf>

Gouvernement de l'Ontario (2021a). Rapports sur l'emploi de l'Ontario. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.ontario.ca/fr/document/rapports-sur-lemploi-de-lontario/de-juillet-septembre-2021>

Gouvernement de l'Ontario (2021b). État des forêts de l'Ontario –2021. Consulté en octobre 2021 sur le site <https://files.ontario.ca/ndmnrf-state-of-ontarios-natural-resources-forest-2021-fr-09-16.pdf>

Gouvernement du Canada (2020). Catalogue de données de changements forestiers. Mise à jour en décembre 2020. Consulté en mai 2022 sur le site <https://cfs.nrcan.gc.ca/cf-catalogue-donnees>

Gouvernement du Canada (2021). Communiqué de presse: Le gouvernement du Canada et le Conseil de Mushkegowuk travaillent ensemble pour protéger l'ouest de la baie James. Parcs Canada. Consulté en avril 2022 sur le site <https://www.canada.ca/fr/parcs-canada/nouvelles/2021/08/le-gouvernement-du-canada-et-le-conseil-de-mushkegowuk-travaillent-ensemble-pour-proteger-louest-de-la-baie-james.html>

Gouvernement du Canada et Gouvernement de l'Ontario (2014). Accord Canada-Ontario sur la qualité de l'eau et la santé de l'écosystème des Grands Lacs. Consulté en mai 2020 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2014/ec/En164-51-2014-fra.pdf>

Gouvernement du Canada et Gouvernement des États-Unis (2012). Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs. Consulté en octobre 2019 sur le site <https://www.canada.ca/content/dam/eccc/migration/main/grandslacs-greatlakes/a1c62826-72be-40db-a545-65ad6fceae92/1094_canada-usa-20glwqa_f.pdf>

Gray, P.A., Paleczny, D., Beechey, T.J., King, B., Wester, M., Davidson R.J. et Davis. R.G. (2009). « Ontario's Natural Heritage Areas: Their Description and Relationship to the IUCN Protected Areas Classification System (A Provisional Assessment) ». Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, Peterborough, Ontario, 356 p. Consulté en avril 2021 sur le site <http://www.ontla.on.ca/library/repository/mon/24003/296106.pdf>

Great Lakes Integrated Sciences and Assessments (GLISA) et Environnement et Changement climatique Canada (2018). « 2017 Annual Climate Trends and Impacts Summary for the Great Lakes Basin. Great Lakes Integrated Sciences + Assessments ». Environnement et Changement climatique Canada, 6 p. Consulté en mai 2020 sur le site <https://binational.net/wp-content/uploads/2018/07/2017-GL-Climate-trends-and-impacts-summary.pdf>

Great Lakes Now (2021). « Water could make the Great Lakes a climate refuge. Are we prepared? » Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.greatlakesnow.org/2021/02/water-great-lakes-climate-refuge-prepared/>

Greater Toronto Airport Authority (2014). « Climate Change Vulnerability Assessment for Selected Stormwater Infrastructure at Toronto Pearson International Airport ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2021/01/gtaa_infrastructure_vulnerability_assessment_-_final-1.pdf>

Gregg, R.M., Hansen, L.J., Feifel, K.M., Hitt, J.L., Kershner, J.M., Score, A. et Hoffman, J.R. (2011). « The state of marine and coastal adaptation in North America: a synthesis of emerging ideas. A report for the Gordon and Betty Moore Foundation ». EcoAdapt, Bainbridge Island, Washington, USA, 145 p. Consulté en juin 2020 sur le site <https://tamug-ir.tdl.org/bitstream/handle/1969.3/29004/marine-adaptation-report%5b1%5d.pdf?sequence=1>

Grey-Bruce Health Unit (2017). « Climate Change and Public Health in Grey Bruce Health Unit: Current conditions and future projections ». Owen Sound, Ontario. Grey Bruce Health Unit, 63. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://www.publichealthgreybruce.on.ca/Portals/0/Topics/Healthy_Environments/Climate%20Change%20in%20GBHU%20-%20Report%20%282017%29.pdf>

Gronewold, A.D. et Rood, R.B. (2019). « Recent water level changes across Earth's largest lake system and implications for future variability », *Journal of Great Lakes Research, 45*(1), 1–3. Consulté en mai 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2018.10.012>

Gronewold, A.D., Bruxer, J., Durnford, D., Smith, J.P., Cites, A.H., Seglenieks, F., Qian, S.S., Hunter, T.S. et Fortin V. (2016). « Hydrological drivers of record-setting water level rise on Earth's largest lake system », *Water Resources Research*, *52*(5), 4026-4042. Consulté en mai 2020 sur le site <https://doi.org/10.1002/2015WR018209>

Gronewold, A.D., Fortin, V., Lofgren, B., Clites, A., Stow, C.A. et Quinn, F. (2013). « Coasts, water levels, and climate change: A Great Lakes perspective », *Climatic Change, 120*(4), 697–711. Consulté en mai 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0840-2>

Gross, J. E., Woodley, S., Weiling, L.A. et Watson, J.E. (éd.) (2016). « Adapting to Climate Change: Guidance for Protected Area Managers and Planners. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 24 ». Gland, Switzerland, IUCN, 152 p. Consulté en avril 2021 sur le site <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/PAG-024.pdf>

Groupe d'experts sur les résultats de l'adaptation et de la résilience au changement climatique (2018). Mesure des progrès en matière d'adaptation et de résilience climatique : recommandations à l'intention du gouvernement du Canada. Environnement et Changement climatique Canada, Gatineau, Québec c2018, 218 p. Consulté en février 2022 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2018/eccc/En4-329-2018-fra.pdf>

Groupe de travail sur les interprétations agronomiques (1995). Système de classification des terres selon leurs aptitudes pour les cultures : 1. La production des céréales de printemps, W. W. Pettapiece (éd.). Bulletin technique 1995-6E; Centre de recherches sur les terres et les ressources biologiques, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2022 sur le site <https://sis.agr.gc.ca/siscan/publications/manuals/1995-lsrs/lsrs.pdf>

Guilbault, S., Kovacs, P. et Berry, P. (2016). « Cities Adapt to Extreme Heat: Celebrating Local Leadership ». Institut de prévention des sinistres catastrophiques, 110 p. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://www.iclr.org/wp-content/uploads/PDFS/cities-adapt-to-extreme-heat.pdf>

Gula, J. et Peltier, R. (2012). « Dynamical Downscaling over the Great Lakes Basin of North America Using the WRF Regional Climate Model: The Impact of the Great Lakes System on Regional Greenhouse Warming », *Journal of Climate*, *25*(21), 7723–7742. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-11-00388.1>

Gunn, J. M et Snucins, E. (2010). « Brook char mortalities during extreme temperature events in Sutton River, Hudson Bay Lowlands, Canada », *Hydrobiologia, 650*(1), 79–84. Consulté en avril 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0201-3>

Guo, Y., Gasparrini, A., Li, S., Sera, F., Vicedo-Cabrera, A.M., de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho, M., Hilario Nascimento Saldiva, P., Lavigne, E., Tawatsupa, B., Punnasiri, K., Overcenco, A., Matus Correa, P., Valdes Ortega, N., Kan, H., Osorio, S., Jaakkola, J.J.K., Ryti, N.R.I., Goodman, P.G., Zeka, A., Michelozzi, P., Scortichini, M., Hashizume, M., Honda, Y., Seposo, X., Kim, H., Tobias, A., Íñiguez, C., Forsberg, B., Oudin Åström, D., Leon Guo, Y., Chen, B.-Y., Zanobetti, A., Schwartz, J., Ngoc Dang, T., Do Van, D., Bell, M.L., Armstrong, B., Ebi, K.L. et Tong, S. (2018). « Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios: A multi-country time series modelling study », *PLoS Medicine*, *15*(7), 1–17. Consulté en février 2019 sur le site <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002629>

Gutowsky, L.F.G. et Chu, C. (2019). « Velocity of climate change can inform protected areas planning and biodiversity conservation in Ontario ». Ontario Climate Change Research Report CCRR-5, Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, Direction de Science et recherche, Peterborough, Ontario. 34 p. + appendix.

Gutowsky, L.F.G., Giacomini, H.C., de Kerckhove, D.T., Mackereth, R., McCormick, D. et Chu, C. (2019). « Quantifying multiple pressure interactions affecting populations of a recreationally and commercially important freshwater fish », *Global change biology, 25*(3), 1049–1062. Consulté en avril 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/gcb.14556>

Guyadeen, D., Thistlethwaite, J. et Henstra, D. (2019). « Evaluating the quality of municipal climate change plans in Canada », *Climatic Change, 152*(1), 121–143. Consulté en décembre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2312-1>

Guzzo, M.M. et Blanchfield, P.J. (2016). « Climate change alters the quantity and phenology of habitat for lake trout (Salvelinus namaycush) in small Boreal Shield lakes », *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *74*(6), 871–884. Consulté en avril 2021 sur le site <https://doi.org/10.1139/cjfas-2016-0190>

Harris, L.I., Richardson, K., Bona, K.A., Davidson, S.J., Finkelstein, S.A., Garneau, M., McLaughlin, J., Nwaishi, F., Olefeldt, D., Packalen, M., Roulet, N.T., Southee, F.M., Strack, M., Webster, K.L., Wilkinson, S.L., et Ray, J.C. (2021). « The essential carbon service provided by northern peatlands », *Frontiers in Ecology and Environment*. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1002/fee.2437>

Hayes, K., Berry, P. et Ebi, K. (2019). « Factors influencing the mental health consequences of climate change in Canada », *International Journal of Environmental Research and Public Health, 16* (1583). Consulté en juillet 2021 sur le site <https://doi.org/10.3390/ijerph16091583>

Hayes, K., Blashki, G., Wiseman, J., Burke, S. et Reifels, L. (2018). « Climate change and mental health: risks, impacts and priority actions », *International Journal of Mental Health Systems 12*(28). Consulté en juillet 2021 sur le site <https://doi.org/10.1186/s13033-018-0210-6>

He, W., Yang, J.Y., Drury, C.E., Smith, W.N., Grant, B.B., He, P., Qian, B., Zhou W. et Hoogenboom, G. (2018). « Estimating the impacts of climate change on crop yields and $N_2O$ emissions for conventional and no-tillage in Southwestern Ontario, Canada », *Agricultural Systems, 159*, 187–198. Consulté en août 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.025>

Henstra, D., Thistlethwaite, L. et Vanhooren, S. (2020). « The governance of climate change adaptation: stormwater management policy and practice », *Journal of Environmental Planning and Management, 63*(6), 1077–1096. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/09640568.2019.1634015>

Hewer, M. et Gough, W.A. (2019). « Lake Ontario ice coverage: Past, present and future », *Journal of Great Lakes Research*, *45*(6), 1080–1089. Consulté en mai 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2019.10.006>

HOK Canada (2008). « Climate Change Vulnerability A Case Study of Public Buildings ». Préparé pour Travaux publics et Services gouvernementaux Canada et Ingénieurs Canada, 83 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://pievc.ca/sites/default/files/government_of_canada_buildings_pwgsc_ottawa_ontario_final_report.pdf>

Holland, T. et Smit, B. (2014). « Recent climate change in the Prince Edward County winegrowing region, Ontario, Canada: implications for adaptation in a fledgling wine industry ». *Regional Environmental Change, 14*(3), 1109–1121. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0555-y>

Hori, Y., Cheng, V.Y.S., Gough, W.A., Jien, J.Y. et Tsuji, L.J.S. (2018b). « Implications of projected climate change on winter road systems in Ontario's Far North, Canada », *Climatic Change, 148*(1-2), 109–122. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2178-2>

Hori, Y., Gough, W.A., Tam, B. et Tsuji, L.J.S. (2018a). « Community vulnerability to changes in the winter road viability and longevity in the western James Bay region of Ontario's Far North », *Regional Environmental Change, 18*(6), 1753–1763. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1310-1>

Huff, A. et Thomas. A. (2014). « Lake Superior Climate Change Impacts and Adaptation ». Préparé pour le Lake Superior Lakewide Action and Management Plan – Superior Work Group, 139 p. Consulté en juin 2020 sur le site <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-11/documents/lake-superior-climate-change-impacts-report-201401-139pp.pdf>

IBI Group (2016). « Working Paper #2: Climate Change Context – Northern Ontario Multimodal Transportation Strategy ». Préparé pour le Ministère du Transport de l'Ontario par IBI Group, Hemson Consulting Ltd. et Stantec Inc., 91 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://northernontariommts.files.wordpress.com/2016/01/draft-nomts-climate-change-context-working-paper-2016-01-15.pdf>

ICLEI (2016). « Making Strides on Community Adaptation in Canada: Final Report ». ICLEI Local Governments for Sustainability, Toronto, Ontario, 45 p. Consulté en avril 2021 sur le site <https://icleicanada.org/wp-content/uploads/2019/07/Making-Strides-on-Community-Adaptation.pdf>

Ingénieurs Canada (2016). « PIEVC Engineering Protocol For Infrastructure Vulnerability Assessment and Adaptation to a Changing Climate: Principles and Guidelines ». 54 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://pievc.ca/sites/default/files/pievc-protocol-principles-guidelines-june-2016-part_1-e.pdf>

Institut climatique du Canada (2021). Submergés : Les coûts des changements climatiques pour l'infrastructure au Canada. Consulté en avril 2022 sur le site <https://choixclimatiques.ca/wp-content/uploads/2021/09/Infrastructure-FRENCH-report-Sept-28.pdf>

International Plant Protection Convention Secretariat (2021). « Scientific review of the impact of climate change on plant pests – A global challenge to prevent and mitigate plant pest risks in agriculture, forestry and ecosystems ». Rome. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture au nom du Secrétariat du GIEC. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.fao.org/3/cb4777en/cb4777en.pdf>

James, P.M.A., Robert, L.-E., M. Wotton, M., Martell, D.L. et Fleming, R.A. (2017). « Lagged cumulative spruce budworm defoliation affects the risk of fire ignition in Ontario, Canada », *Ecological Applications*, *27*(2), 532–544. Consulté en avril 2020 sur le site <https://doi.org/10.1002/eap.1463>

Janowiak, M.K., Iverson, L.R., Mladenoff, D.J., Peters, E., Wythers, K.R., Xi, W., Brandt, L.A., Butler, P.R., Handler, S.D., Shannon, P.D., Swanston, C., Parker, L.R., Amman, A.J., Bogaczyk, B., Handler, C., Lesch, E., Reich, P.B., Matthews, S., Peters, M., Prasad, A., Khanal, S., Liu, F., Bal T., Bronson, D., Burton, A., Ferris, J., Fosgitt, J., Hagan, S., Johnston, E., Kane, E., Matula, C., O'Connor, R., Higgins, D., St. Pierre, M., Daley, J., Davenport, M., Emery, M.R., Fehringer, D., Hoving, C.L., Johnson, G., Neitzel, D., Notaro, M., Rissman, A., Rittenhouse, C. et Ziel R. (2014). « Forest ecosystem vulnerability assessment and synthesis for northern Wisconsin and western Upper Michigan: a report from the Northwoods Climate Change Response Framework project ». General Technical Report. NRS-136. Newtown Square, Pennsylvania, US Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station, 247 p. Consulté en avril 2020 sur le site <https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/46393>

Jing, Q., Huffman, T., Shang, J., Liu, J., Pattey, E., Morrison, M., Jego, G. et Qian, B. (2017). « Modelling Soybean Yield Responses to Seeding Date under Projected Climate Change Scenarios », *Canadian Journal of Plant Science*, *97*(6), 1152–1164. Consulté en août 2020 sur le site <https://doi.org/10.1139/cjps-2017-0065>

Johnston, M. (2009). « Vulnerability of Canada's Tree Species to Climate Change and Management Options for Adaptation: An overview for policymakers and practitioners ». Conseil canadien des ministres des forêts, 44 p. Consulté en mai 2020 sur le site <https://www.ccfm.org/pdf/TreeSpecies_web_e.pdf>

Johnston, M., Williamson, T., Munson, A., Ogden, A., Moroni, M., Parsons, R., Price, D. et Stadt, J. (2010). « Climate Change and Forest Management in Canada: Impacts, Adaptive Capacity and Adaptation options ». A State of Knowledge report. Sustainable Forest Management Network, Edmonton, Alberta. 54 p. Consulté en mai 2020 sur le site <https://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=31584>

Joyce, D. G. et Rehfeldt, G.E. (2013). « Climatic niche, ecological genetics, and impact of climate change on eastern white pine (Pinus strobus L.): Guidelines for land managers », *Forest Ecology and Management*, *295*, 173–192. . Consulté en mai 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.12.024>

Joyce, L.A., Blate, G.M., McNulty, S.G., Millar, C.I., Moser, S., Neilson, R.P. et Peterson, D.L. (2009). « Managing for Multiple Resources under Climate Change: National Forests », *Environmental Management, 44*(6), 1022–1032. Consulté en mai 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s00267-009-9324-6>

Kelly, N.I., Burness, G., McDermid, J.L. et Wilson, C.C. (2014). « Ice age fish in a warming world: minimal variation in thermal acclimation capacity among lake trout (*Salvelinus namaycush*) populations », *Conservation Physiology, 2*(1), 1–14. Consulté en avril 2021 sur le site <10.1093/conphys/cou025>

Kennedy-Slaney, L., Bowman, J., Walpole, A.A. et Pond, B.A. (2018). « Northward bound: The distribution of white-tailed deer in Ontario under a changing climate », *Wildlife Research, 45*(3), 220–228. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.1071/WR1710>

Kenny, S., Dupré, K. et McEvoy, A. (2018). « Climate Change Considerations within the Asset Management of Core Infrastructure for Rural Ontario Municipalities – An Initial Assessment ». Canadian Society for Civil Engineering Annual Conference, Fredericton, New Brunswick, Canada, 10 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://carleton.ca/geirg/wp-content/uploads/2018-Kenny-CSCE-GC126.pdf>

Kenny, S., Dupré, K. et McEvoy, A. (2019). « Asset management of rural Ontario core infrastructure – Drivers and barriers associated with climate change considerations ». Canadian Society for Civil Engineering Annual Conference, Montreal, Quebec, Canada, 10 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://carleton.ca/geirg/wp-content/uploads/2019-Kenny-CSCE-GEN090.pdf>

Keon, J. et Pépin, L. (2009). Un Canada en santé et productif : une approche axée sur les déterminants de la santé. Comité permanent des affaires sociale, des sciences et de la technologie; rapport final du sous-comité sénatorial sur la santé des populations. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2009/sen/YC17-402-3-01F.pdf>

Kingsley, M. et EcoHealth Ontario (2019). « Climate change, health and green space co-benefits », *Health Promotion and Chronic Disease Prevention in Canada, 39*(4). Consulté en janvier 2019 sur le site <https://www.canada.ca/content/dam/phac-aspc/documents/services/reports-publications/health-promotion-chronic-disease-prevention-canada-research-policy-practice/vol-39-no-4-2019/4-Kingsley-vol-39-no-4-2019-eng.pdf>

Klaus, S. P. et Lougheed, S.C. (2013). « Changes in breeding phenology of eastern Ontario frogs over four decades », *Ecology and Evolution, 3*(4), 835–845. Consulté en avril 2021 sur le site <https://doi.org/10.1002/ece3.501>

Kovacs, P., Guilbault, S. et Sandink, D. (2014). « Cities Adapt to Extreme Rainfall: Celebrating Local Leadership ». Institut de prévention des sinistres catastrophiques, Toronto, Ontario, 104 p. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://www.iclr.org/wp-content/uploads/PDFS/CITIES_ADAPT_DIGITAL_VERSION.compressed.pdf>

Kulshreshtha, S., Wheaton, E. et Amiraslany, A. (2010). « A literature survey of the potential socio-economic impacts of climate change on Canadian crop production ». Department of Bioresource Policy, Business and Economics University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan.

Lalonde, R., Gleeson, J., Gray, P., Douglas, A., Blakemore, C. et Ferguson, L. (2012). « Climate Change Vulnerability Assessment and Adaptation Options for Ontario's Clay Belt – A Case Study ». Climate Change Research Report CCRR-24, Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Division des ressources scientifiques et informationnelles, Peterborough, Ontario. 64 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://files.ontario.ca/environment-and-energy/aquatics-climate/stdprod_100191.pdf>

Landmark Engineers Inc. (2019). « East Riverside Flood Risk Assessment ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2021/01/East-Riverside-Flood-Risk-Assessment-Sept2019-2.pdf>

Leger, W. et Read, J. (2012). « Adaptive management: strategy and legacy, Lake Superior regulation: Addressing Uncertainty in Upper Great Lakes Water Levels ». Rapport soumis au International Upper Great Lakes Study Board par le Adaptive Management Technical Work Group, 167. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.ijc.org/en/lake-superior-regulation-addressing-uncertainty-upper-great-lakes-water-levels>

Lemieux, C.J. et Scott, D.J. (2011). « Changing climate, challenging choices: Identifying and evaluating climate change adaptation options for protected areas management in Ontario, Canada », *Environmental Management, 48*(4), 675–690. Consulté en avril 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s00267-011-9700-x>

Lemieux, C.J., Beechey, T.J. et Gray, P.A. (2011). « Prospects for Canada's protected areas in an era of rapid climate change », *Land Use Policy, 28*(4), 928–941. Consulté en avril 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.03.008>

Lemieux, C.J., Beechey, T.J., Scott, D.J. et Gray, P.A. (2010). « Protected Areas and Climate Change in Canada: Challenges and Opportunities for Adaptation ». Canadian Council on Ecological Areas (CCEA) Occasional Paper No. 19. CCEA Secretariat, Ottawa, Ontario, Canada, 170 p. . Consulté en avril 2021 sur le site <https://scholars.wlu.ca/geog_faculty/26/>

Lemieux, C.J., Gray, A. P.A., Douglas, G., Nielsen, G. et Pearson, D. (2014). « From science to policy: The making of a watershed-scale climate change adaptation strategy », *Environmental Science and Policy, 42*, 123–137. Consulté en avril 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.06.004>

Lemieux, C.J., Gray, P.A., Scott, D.J., McKenney, D.W. et MacFarlane, S. (2013). « Climate Change and the Lake Simcoe Watershed: A Vulnerability Assessment of Natural Heritage Areas and Nature-based Tourism ». Climate Change Research Report CCRR-28, Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Division des ressources scientifiques et informationnelles, 33 p. Consulté en avril 2021 sur le site <https://files.ontario.ca/environment-and-energy/aquatics-climate/stdprod_100941.pdf>

Lemmen, D.S., Johnston, M., Ste-Marie, C. et Pearce, T. (2014). Ressources naturelles, Chapitre 3 dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*, F.J. Warren et D.S. Lemmen (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 65–98. Consulté en avril 2020 sur le site < https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Chapitre3-Ressources-naturelles_Fra.pdf>

Lenarduzzi, A., Zimmer, C., Waterfield, A., James, P. et Schembri, C. (2016). « Grey to Green Enhanced Stormwater Management Master Planning: Guide to Optimizing Municipal Infrastructure Assets and Reducing Risk ». Credit Valley Conservation, Aquafor Beech Limited, Water Canada, 169 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://cvc.ca/wp-content/uploads/2016/01/ORGuide.pdf>

Lenters, J.D., Anderton, J. B., Blanken, P., Spence, C. et Suyker, A.E. (2013). « Assessing the Impacts of Climate Variability and Change on Great Lakes Evaporation », dans *2011 Project Reports*, D. Brown, D. Bidwell et L. Briley (éd.). Consulté en juin 2020 sur le site <https://glisa.umich.edu/project/great-lakes-evaporation-implications-decision-making-and-water-resource-management/>

Levison, M., Whelan, M. et Butler, A. (2017). « A Changing Climate: Assessing health impacts and vulnerabilities due to climate change within Simcoe Muskoka ». Simcoe Muskoka District Health Unit, 197 p. Consulté en janvier 2019 sur le site <http://www.simcoemuskokahealth.org/docs/default-source/topic-environment/smdhu-vulnerability-assessment-2017-finale1e3e25f97be6bc38c2dff0000a8dfd8.pdf?sfvrsn=0>

Li, G., Zhang, X., Cannon, A.J., Murdock, T., Sobie, S., Zwiers, F., Anderson, K. et Qian, B. (2018). « Indices of Canada's future climate for general and agricultural adaptation applications », *Climate Change*, *148*(1-2), 249–263. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2199-x>

Lois-en-ligne de l'Ontario (2018). *Loi de 2015 sur l'infrastructure au service de l'emploi et de la prospérité – Règlement de l'Ontario 588/17 : Planification de la gestion des biens pour l'infrastructure municipale*. Consulté en octobre 2019 sur le site <https://www.ontario.ca/fr/lois/reglement/170588>

Ludwig, A., Zheng, H., Vrbova, L., Drebot, MA., Iranpour, M. et L.R. Lindsay. (2019). « Increased risk of endemic mosquito-borne diseases in Canada due to climate change », *Canada Communicable Disease Report 45*(4), 91–97. Consulté en janvier 2019 sur le site <10.14745/ccdr.v45i04a03>

Luo, Q. (2011). « Temperature thresholds and crop production: a review », *Climatic Change, 109*, 583–598. Consulté en août 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0028-6>

Lynch, A.J., Myers, B.J.E., Chu, C., Eby, L.A., Falke, J.A., Kovach, R.P., Krabbenhoft, T.J., Kwak, T.J., Lyons, J., Paukert, C.P. et Whitney. J.E. (2016). « Whitney. Climate Change Effects on North American Inland Fish Populations and Assemblages », *Fisheries*, *41*(7), 346–361. Consulté en avril 2021 sur le site <https://doi.org/10.1080/03632415.2016.1186016>

MacKay, M. et Seglenieks, F. (2013). « On the simulation of Laurentian Great Lakes water levels under projections of global climate change », *Climatic Change*, *117*(1-2), 55–67. Consulté en mai 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0560-z>

Man, R., Colombo, S., Kayahara, G.J., Duckett, S., Velasquez, R. et Dang, Q.-L. (2013). « A case of extensive conifer needle browning in northwestern Ontario in 2012: Winter drying or freezing damage? », *The Forestry Chronicle, 89*(5), 675–680. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.5558/tfc2013-120>

Manning, C. et Clayton, S. (2018). « Chapter 9 – Threats to mental health and wellbeing associated with climate change ». *Psychology and Climate Change*, Human Perceptions, Impact and Responses, 217–244.

Margolis, H. (2013). « Heat Waves and Rising Temperatures: Human Health Impacts and the Determinants of Vulnerability » dans *Global Climate Change and Public Health* , K. Pinkerton et W. Rom (éd.),. Respiratory Medicine, Volume 7. Humana Press, New York, NY, 85–120. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-8417-2_6>

Marrotte R.R., Bowman. J. et Wilson, P.J. (2020). « Climate connectivity of the bobcat in the Great Lakes region », *Ecology and Evolution, 10*(4), 2131–2144. Consulté en janvier 2022 sur le site <https ://doi.org/10.1002/ece3.6049>

Marrotte, R.R., Bowman, J., Brown, M.G., Cordes, C., Morris., K.Y., Prentice, M.B. et Wilson, P.J. (2017). « Multi-species genetic connectivity in a terrestrial habitat network ». *Movement Ecology,* 5(21). Consulté en avril 2021 sur le site <https://doi.org/10.1186/s40462-017-0112-2>

Mason, L., Riseng, C., Gronewold, A., Rutherford, E., Wang, J., Clites, A., Smith, S. et McIntyre, P. (2016). « Fine-scale spatial variation in ice cover and surface temperature trends across the surface of the Laurentian Great Lakes », *Climatic Change*, *138*(1-2), 71–83. . Consulté en mai 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1721-2>

Mbow, C., Rosenzweig, C., Barioni, L.G., Benton, T.G., Herrero, M., Krishnapillai, M., Liwenga, E., Pradhan, P., Rivera-Ferre, M.G., Sapkota, T., Tubiello, F.N. et Xu, Y. (2019). « Food Security », Chapitre 5 dans *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*, P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi et J. Malley (éd.). Consulté en février 2022 sur le site <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2019/11/08_Chapter-5.pdf>

McDermid, J., Fera, S. et Hogg, A. (2015a). « Climate change projections for Ontario: An updated synthesis for policymakers and planners ». Climate Change Research Report CCRR-44, Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario , Direction de Science et recherche, Peterborough, Ontario, 40 p. Consulté en mai 2020 sur le site <http://www.climateontario.ca/MNR_Publications/CCRR-44.pdf>

McDermid, J.L., Dickin, S.K., Winsborough, C.L., Switzman, H., Barr, S., Gleeson, J.A, et Gray, P.A. (2015b). « State of Climate Change Science in the Great Lakes Basin: A Focus on Climatological, Hydrological and Ecological Effects ». Préparé en collaboration par le Ontario Climate Consortium et le Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario pour conseillé Annex 9 – Climate Change Impacts under the Great Lakes Water Quality Agreement, October 2015, 133 p. Consulté en mai 2020 sur le site <https://climateconnections.ca/app/uploads/2014/07/OCC_GreatLakes_Report_Full_Final.pdf>

McDonald, R., Kroeger, T., Boucher, T., Longzhu, W. et Salem, R. (2016). « Planting healthy air: A global analysis of the role of urban trees in addressing particulate matter pollution and extreme heat ». Conservation de la nature Canada, en collaboration avec C40 Cities Climate Leadership Group, 136 p. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/20160825_PHA_Report_Final.pdf>

McKenney, D., Pedlar, J. et O'Neill, G. (2009). « Climate change and forest seed zones: Past trends, future prospects and challenges to ponder », *The Forestry Chronicle*, *85*(2), 258–266. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://pubs.cif-ifc.org/doi/pdf/10.5558/tfc85258-2>

McKenney, D.W., Mackey, B.G. et Joyce, D. (1999). « SeedWhere: A computer tool to support seed transfer and ecological restoration decisions ». Environmental Modeling and Software, 1999. 14, 589–595. Consulté en janvier 2022 sur le site <http://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=29385>

McKenny, D.W., Pedlar, J.H., Lawrence, K., Gray, P.A., Colombo, S.J. et Crins, W.J. (2010). « Current and Projected Future Climatic Conditions for Ecoregions and Selected Natural Heritage areas in Ontario ». Climate Change Research Report CCRR-16, Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Direction de la recherché appliquée et du développement, Peterborough, Ontario, 54 p. Consulté en avril 2021 sur le site <https://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=34353>

McLaughlin, J., Packalen, M. et Shrestha, B. (2018). « Assessment of the vulnerability of peatland carbon in the Albany Ecodistrict of the Hudson Bay Lowlands, Ontario, Canada to climate change ». Climate Change Research Report CCRR-46, Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, Direction de Science et recherche, Peterborough, Ontario, 67. Consulté en février 2022 sur le site <http://www.climateontario.ca/MNR_Publications/CCRR-46.pdf>

McLaughlin, J.W. et Webster, K.L. (2014). « Effects of climate change on peatlands in the Far North of Ontario, Canada: A synthesis », *Arctic, Antarctic, Alpine Research, 46*(1), 84–102. . Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1657/1938-4246-46.1.84>

Mekis, É., Vincent, L.A., Shephard, M.W. et Zhang, X. (2015). « Observed Trends in Severe Weather Conditions Based on Humidex, Wind Chill, and Heavy Rainfall Events in Canada for 1953–2012 », *Atmosphere-Ocean*, *53*(4), 383–397. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/07055900.2015.1086970>

Metrolinx (2017). « Planning for Resiliency: Toward a Corporate Climate Action Plan, September 2017 ». 86 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <http://www.metrolinx.com/en/aboutus/sustainability/Planning_for_Resiliency_2017_EN_final.pdf>

Metrolinx (2018). « Metrolinx Climate Adaptation Strategy ». 36 p. Consulté en février 2022 sur le site <http://www.metrolinx.com/en/aboutus/sustainability/MX%20Climat%20Adapt_Str_May8_vs4.pdf>

Milner, G., Delaney, F., Baginski, B., Baus, N., Hall, A., Jackson, A. et Witt, J. (2018). « Prioritizing climate science knowledge gaps in the Great Lakes Water Quality Agreement ». Préparé en collaboration par le Ontario Climate Consortium et le Centre for Environment and Sustainability pour porter conseil à Annex 9 – Climate Change Impacts under the Great Lakes Water Quality Agreement, 44 p. Consulté en mai 2020 sur le site <https://climateconnections.ca/app/uploads/2017/03/Prioritizing-Climate-Science-Knowledge-Gaps-in-the-Great-Lakes-Basin.pdf>

Milner, G., Delaney, F., Lam, S., Bloomfield, D., Allain, J., Jacoub, G., Gowda, C., Tucker, C., Bateman, R. et Barnes, P. (2018). « Incorporating Climate Change Impacts into Drinking Water Source Protection Water Quality Risk Assessment: A Best Practices Guidance Document ».

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (2016). Guide agronomique des grandes cultures – Publication 811F. Consulté en février 2022 sur le site <http://omafra.gov.on.ca/french/crops/pub811/pub811.pdf>

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (2021a). La série de fascicules « Les pratiques de gestion optimales ». Consulté en février 2022 sur le site <http://omafra.gov.on.ca/french/environment/bmp/series.htm>

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (2021b). Programme Canada-Ontario des plans agroenvironnementaux. Consulté en février 2022 sur le site <http://omafra.gov.on.ca/french/environment/efp/efp.htm>

Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs de l'Ontario (2014). « Code of Practice: Preparing and Reviewing Environmental Assessments in Ontario ». *Environmental Assessment Act*, RSO 1990. Gouvernement de l'Ontario. Consulté en février 2022 sur le site <https://dr6j45jk9xcmk.cloudfront.net/documents/1809/3-8a-11-preparing-and-reviewing-eas-en.pdf>

Ministère de l'Infrastructure de l'Ontario et ministère des Transports de l'Ontario (2012). Construire Ensemble : Guide relatifve à l'élaboration des plans de gestion des infrastructures municipales. Gouvernement de l'Ontario. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://www.ontario.ca/fr/page/construire-ensemble-guide-relatif-lelaboration-des-plans-de-gestion-des-infrastructures-municipales>

Ministère de l'Iinfrastructure de l'Ontario et ministère du Développement du Nord, des Mines et des Forêts de l'Ontario (2011). Plan de croissance du Nord de l'Ontario. Gouvernement de l'Ontario. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://www.ontario.ca/fr/document/plan-de-croissance-du-nord-de-lontario-2011>

Ministère de la Santé et des Soins de longue durée de l'Ontario (2016). Un système d'avertissement et d'information de chaleur harmonisé pour l'Ontario (SAIC). Consulté en octobre 2019 sur le site <https://www.health.gov.on.ca/fr/common/ministry/publications/reports/heat_warning_information_system/heat_warning_information_system.aspx>

Ministère de la Santé et des Soins de longue durée de l'Ontario (2018a). Lignes directrices concernant changements climatiques et les environnements sains, 2018. Division de la santé de la population et de la santé publique, Ministère de Santé et des Soins de longue durée de l'Ontario, 10 p. Consulté en janvier 2019 sur le site <http://www.health.gov.on.ca/fr/pro/programs/publichealth/oph_standards/docs/protocols_guidelines/Healthy_Environments_and_Climate_Change_Guideline_2018_fr.pdf>

Ministère de la Santé et des Soins de longue durée de l'Ontario (2018b). Protéger et promouvoir la santé des Ontariens et des Ontariennes – Normes de santé publique de l'Ontario : exigences relatives aux programmes, aux services et à la responsabilisation. Entrée en vigueur : le 1er janvier 2018, 81 p. Consulté en janvier 2019 sur le site <http://www.health.gov.on.ca/fr/pro/programs/publichealth/oph_standards/docs/protocols_guidelines/Ontario_Public_Health_Standards_2018_fr.pdf>

Ministère des Affaires municipales et du Logement de l'Ontario (2020). Déclaration de principes provincial de 2020. Gouvernement de l'Ontario. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.ontario.ca/fr/page/declaration-de-principes-provinciale-de-2020>

Ministère des Finances de l'Ontario (2021a). Projections démographiques pour l'Ontario. Mise à jour en mars 2022. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.ontario.ca/fr/page/projections-demographiques-pour-lontario>

Ministère des Finances de l'Ontario (2021b). Rapport démographique trimestriel de l'Ontario. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.ontario.ca/fr/page/rapport-demographique-trimestriel-de-lontario-faits-saillants-du-troisieme-trimestre?_ga=2.255973067.1317467585.1642853285-347122013.1602004339>

Ministère des Finances de l'Ontario (2021c). « Projections démographiques pour l'Ontario. Août 2021». Consulté en février 2021 sur le site <https://www.fin.gov.on.ca/en/economy/demographics/projections/>

Ministère des Relations autochtones et de la Réconciliation de l'Ontario (2017). Dans un esprit de réconciliation : Les 10 premières années du ministère des Relations avec les Autochtones et de la Réconciliation». Consulté en Janvier 2022 sur le site <https://www.ontario.ca/fr/document/dans-un-esprit-de-reconciliation-les-10-premieres-annees-du-ministere-des-relations-avec-les/les-peuples-autochtones-de-lontario>

Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario (2012). « Ontario Parks: Park Statistics 2011 ». Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, Peterborough, Ontario, 87 p. Consulté en avril 2021 sur le site <http://www.ontla.on.ca/library/repository/ser/10950/2011.pdf>

Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario (2017a). « Forest Operations and Silviculture Manual ». Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, Toronto, Ontario, 48 p. Consulté en avril 2020 sur le site <https://files.ontario.ca/forest-operations-silviculture-manual.pdf>

Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario (2017b). « Naturally Resilient: MNRF's Natural Resource Climate Adaptation Strategy (2017–2021) ». Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, Toronto, Ontario, 32 p. Consulté en avril 2020 sur le site <https://apps.mnr.gov.on.ca/public/files/er/mnrf-17-313-climate-change.pdf>

Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario (2017c). « A Wetland Conservation Strategy for Ontario 2017–2030 ». Imprimeur de la Reine pour l'Ontario. Toronto, Ontario. 52 p.

Ministère des Transports de l'Ontario (2016). Recherche de courbes IDF. Consulté en octobre 2019 sur le site <http://www.mto.gov.on.ca/IDF_Curves/terms.shtml>

Ministère du Développement du Nord, des Mines, des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario (2019). « Northern Ontario Winter Roads Map ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.mndm.gov.on.ca/sites/default/files/en_-_northern_ontario_winter_roads_map_2019.pdf>

Minns, C. Moore, J.E., Doka, S.E. et St. John, M.A. (2011). « Temporal trends and spatial patterns in the temperature and oxygen regimes in the Bay of Quinte, Lake Ontario, 1972–2008 », *Aquatic Ecosystem Health & Management, 14*(1), 9–20. Consulté en avril 2022 sur le site <https://doi.org/10.1080/14634988.2011.547327>

Minns, C., Shuter, B. et Fung, S. (2014). « Regional Projections of Climate Change Effects on Ice Cover and Open-Water Duration for Ontario Lakes Using Updated Ice-Date Models ». Climate Change Research Report CCRR-40, Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, Direction de Science et recherche, Peterborough, Ontario, 52 p. Consulté en juin 2020 sur le site <http://www.climateontario.ca/MNR_Publications/ccrr40.pdf>

Mitchell, R. et Popham, F. (2008). « Effect of exposure to natural environment on health inequalities: an observational population study », *The Lancet 372*(9650), 1655–60. . Consulté en janvier 2019 sur le site <https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)61689-X>

Moghal, Z. et Peddle, S. (2016). « At the Front Lines of Flood: How Prepared are Ontario Communities? » Partners for Action: Advancing Flood Resiliency in Canadian Communities, 50 p. Consulté en avril 2021 sur le site <https://uwaterloo.ca/partners-for-action/sites/ca.partners-for-action/files/uploads/files/p4a_front_lines_of_the_flood_04jul16.pdf>

Mohsin, T. et Gough, W.A. (2012). « Characterization and estimation of urban heat island at Toronto: Impact of the choice of rural sites », *Theoretical and Applied Climatology 108*(1), 105–117. . Consulté en janvier 2019 sur le site <https://doi.org/10.1007/s00704-011-0516-7>

Morand, A., Douglas, A., Comer, N., Cheng, V., Sparling, E., Robinson, D., Eyzaguirre, J., De La Cueva Bueno, P. et Lafrenière, C. (2017c). « The Ontario Climate and Agriculture Assessment Framework (OCAAF): Final Report ». Une collaboration de Ontario Centre for Climate Impacts and Adaptation Resources, Risk Sciences International, ESSA Technologies Ltd. et Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, 82 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <http://www.climateontario.ca/doc/p_OCAAF/OCAAF_FinalReport_June2017.pdf>

Morand, A., Douglas, A., Eyzaguirre, J., De La Cueva Bueno, P., Robinson, D., Comer, N., Sparling, E., Cheng, V. et Lafrenière, C. (2017a). « Climate Change Adaptation and Agriculture: Addressing Risks and Opportunities for Corn Production in Southwestern Ontario ». Une collaboration de Ontario Centre for Climate Impacts and Adaptation Resources, Risk Sciences International, ESSA Technologies Ltd. et Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, 14 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <http://www.climateontario.ca/doc/p_OCAAF/OCAAF-AdaptationOptionsForCornInSouthwesternOntario_FINAL.pdf>

Morand, A., Douglas, A., Eyzaguirre, J., De La Cueva Bueno, P., Robinson, D., Comer, N., Sparling, E., Cheng, V. et Lafrenière, C. (2017b). « Climate Change Adaptation and Agriculture: Addressing Risks and Opportunities for Forage-based Beef Production in Ontario's Great Clay Belt ». Une collaboration de Ontario Centre for Climate Impacts and Adaptation Resources, Risk Sciences International, ESSA Technologies Ltd. et Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, 14 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <http://www.climateontario.ca/doc/p_OCAAF/OCAAF-AdaptationOptionsForForageInTheClayBelt_FINAL.pdf>

Moritz, C. et Agudo, R. (2013). « The future of species under climate change: resilience or decline? », *Science*, *341*(6145), 504–508. Consulté en avril 2021 sur le site <10.1126/science.1237190>

Mortsch, L.D. (2016). « Physical Surveillance Report ». Rapport préparé pour le Comité de gestion adaptative des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent de la Commission mixte internationale International Joint Commission, Great Lakes – St. Lawrence River Adaptive Management Committee, 59 p. Consulté en mai 2020 sur le site <https://www.researchgate.net/publication/317827324_Physical_Surveillance_Report>

Motha, R.P. et Baier, W. (2005). « Impacts of present and future climate change and climate variability on agriculture in the temperate regions: North America », *Climatic Change 70*, 137–164. . Consulté en août 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-005-5940-1>

Moudrak, N. et Feltmate, B. (2017). « Preventing Disaster Before it Strikes: Developing a Canadian Standard for New Flood-Resilient Residential Communities – 20 Best Practices ». University of Waterloo, Intact Centre on Climate Adaptation, Standards Council of Canada et Intact Insurance, 60 p. Consulté en avril 2021 sur le site <https://www.intactcentre.ca/wp-content/uploads/2017/09/Preventing-Disaster-Before-It-Strikes.pdf>

Moudrak, N. et Feltmate, B. (2019). « Weathering the Storm: Developing a Canadian Standard for Flood-Resilient Existing Communities ». Préparé pour le Conseil canadien des normes et le Conseil national de recherches Canada. Intact Centre on Climate Adaptation, University of Waterloo, 52 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://www.intactcentreclimateadaptation.ca/wp-content/uploads/2019/01/Weathering-the-Storm.pdf>

Moudrak, N., Feltmate, B., Venema, H. et Osman, H. (2018). « Combating Canada's Rising Flood Costs: Natural infrastructure is an underutilized option ». Préparé pour le Bureau d'assurance du Canada par le Intact Centre on Climate Adaptation, University of Waterloo, 68 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <http://assets.ibc.ca/Documents/Resources/IBC-Natural-Infrastructure-Report-2018.pdf>

Mushkegowuk Marine Conservation (n.d.). « Protecting the marine environment of the Omushkego traditional territories ». Consulté en avril 2022 sur le site <https://mushkegowukmarine.ca/>

Myers, B.J., Lynch, A.J., Bunnell, D.B., Chu, C., Falke, J.A., Kovach, R. et Paukert, C.P. (2017). « Global synthesis of the documented and projected effects of climate change on inland fishes », *Reviews in Fish Biology and Fisheries, 27*(2), 339–361. Consulté en avril 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s11160-017-9476-z>

Nantel, P., Pellatt, M.G., Keenleyside, K. et Gray, P.A. (2014). Biodiversité et aires protégées, Chapitre 6 dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada: perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*, F.J. Warren et D.S. Lemmen (éd.), Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 159–190. Consulté en avril 2021 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Chapitre6-Biodiversite_Fra.pdf >

Natali, S.M., Watts, J.D., Rogers, B.M., Potter, S., Ludwig, S.M., Selbmann, A,-K., Sullivan, P.F., Abbott, B.W., Arndt, K.A., Birch, L., Björkman, M.P., Bloom, A.A., Celis, G., Christensen, T.R., Commane, R., Cooper, E.J., Crill, P., Czimczik, C., Davydov, S., Du, J., Egan, J.E., Elberling, B., Euskirchen, E.S., Friborg, T., Genet, H., Göckede, M., Goodrich, J.P., Grogan, P., Helbig, M., Jafarov, E.E., Jastrow, J.D., Kalhori, A.A.M., Kim, Y., Kimball, J.S., Kutzbach, L., Lara, M.J., Larsen, K.S., Lee, B,-Y., Liu, Z., Loranty, M.M., Lund, M., Lupascu, M., Madani, N., Malhotra, A., Matamala, R., McFarland, J., McGuire, A.D., Michelsen, A., Minions, C., Oechel, W.C., Olefeldt, D., Parmentier, F.W., Pirk, N., Poulter, B., Quinton, W., Rezanezhad, F., Risk, D., Sachs, T., Schaefer, K., Schmidt, N.M., Schuur, E.A.G., Semenchuk, P.R., Shaver, G., Sonnentag, O., Starr, G., Treat, C.C., Waldrop, M.P., Wang, Y., Welker, J., Wille, C., Xu, X., Zhang, Z., Zhuang, Q. et Zona, D. (2019). « Large loss of CO2 in winter observed across the northern permafrost region », *Nature Climate Change, 9,* 852–857. Consulté en avril 2021 sur le site <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0592-8>

Nelder, M.P., Wijayasri, S., Russell, C.B., Johnson, K.O., Marchand-Austin, A., Cronin, K., Johnson, S., Badiani, T., Patel, S.N. et Sider, D. (2018). « The continued rise of Lyme disease in Ontario, Canada: 2017 », *Canada Communicable Disease Report 44* (10), 231–6. Consulté en janvier 2019 sur le site <10.14745/ccdr.v44i10a01>

Ng, V., Fazil, A., Gachon, P., Deuymes, G., Radojević, M., Mascarenhas, M., Garasia, S., Johansson M.A. et Ogden, N. 2017. « Assessment of the Probability of Autochthonous Transmission of Chikungunya Virus in Canada under Recent and Projected Climate Change », *Environmental Health Perspectives 125*(6), 067001. Consulté en janvier 2019 sur le site <10.1289/EHP669>

Nituch, L.A. et Bowman, J. (2013). « Community-level effects of climate change on Ontario's terrestrial biodiversity ». Climate Change Research Report CCRR-36, Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, Direction de Science et recherche, Peterborough, Ontario, 57 p. Consulté en avril 2021 sur le site <http://www.climateontario.ca/MNR_Publications/CCRR-36.pdf>

NOAA - Great Lakes Environmental Research Laboratory (2019). « Great Lakes Ice Cover ». Consulté en mai 2020 sur le site <https://www.glerl.noaa.gov/data/ice/>

NOAA [National Oceanic and Atmospheric Administration] (2021). « Great Lakes Dashboard. Great Lakes Environmental Research Laboratory ». Consulté en avril 2022 sur le site https://www.glerl.noaa.gov/data/dashboard/GLD_HTML5.htmlI>

Office de protection de la nature de la région du lac Simcoe (2018). « Adapting Forestry Programs for Climate Change ». Office de protection de la nature de la région du lac Simcoe, 91 p. Consulté en avril 2020 sur le site <https://www.lsrca.on.ca/Shared%20Documents/reports/Adapting-Forestry-Programs-for-Climate-Change.pdf>

Office de protection de la nature de Toronto et de la région (2015). « Climate Change Vulnerability Assessment of Ontario's Electrical Transmission Sector ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2021/01/electrical-tranmission_pievc_final-report_public.pdf>

Ogden, N.H., Lindsay, L.R., Hanincová, K., Barker, I.K., Bigras-Poulin, M., Charron, D.F., Heagy, A., Francis, C.M., O'Callaghan, C.J., Schwartz, I. et Thompson, R.A. (2008). « Role of migratory birds in introduction and range expansion of Ixodes scapularis ticks and of Borrelia burgdorferi and Anaplasma phagocytophilum in Canada », *Applied Environmental Microbiology, 74*(6), 1780–1790. Consulté en février 2022 sur le site <10.1128/AEM.01982-07>

Ogden, N.H., Lindsay, L.R., Ludwig, A., Morse, A.P., Zheng, H. et Zhu, H. (2019). « Weather-based forecasting of mosquito-borne disease outbreaks in Canada », *Canada Communicable Disease Report, 45*(5), 127–32. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.14745/ccdr.v45i05a03>

Oleson, K.W., Monaghan, A., Wilhelmi, O., Barlage, M., Brunsell, N., Feddema, J. et Steinhoff, D.F. (2015). « Interactions between urbanization, heat stress, and climate change », *Climatic Change, 129*(3-4), 525–541. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0936-8>

Ontario Apple Growers (2018). « Apples, farmers and tech: A look at technologies used in apple growing ». Consulté en octobre 2019 sur le site <http://onapples.com/blog/apples-farmers-and-tech-a-look-at-technologies-used-in-apple-growing.php>

Ontario Cover Crops Steering Committee (2017). « Ontario Cover Crops Strategy. Ontario Soil and Crop Association ». Consulté en février 2022 sur le site <https://www.ontariosoilcrop.org/wp-content/uploads/2017/06/Ontario-Cover-Crop-Strategy_May-3_Final-v3compressed.pdf>

Ontario National Assessment Engagement Sessions (2018–2019). Communication personnelle avec de multiples participants. Ontario.

Ontl, T.A., Janowiak, M., Swanston, C., Daley, J., Handler, S., Cornett, M., Hagenbuch, S., Handrick, C., Mccarthy, L. et Patch, N. (2020). « Forest Management for Carbon Sequestration and Climate Adaptation », *Journal of Forestry*, 118(1), 86–101. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.1093/jofore/fvz062>

Pagnucco, K., Maynard, G., Fera, S., Yan, N., Nalepaand, T. et Ricciardi, A. (2015). « The future of species invasions in the Great Lakes-St. Lawrence River basin », *Journal of Great Lakes Research. 41*, 96–107. Consulté en mai 2020 sur le site <10.1016/j.jglr.2015.02.002>

Paixao, E., Auld, H., Monirul Qader Mirza, M., Klaassen, J. et Shephard, M.W. (2011). « Regionalization of heavy rainfall to improve climatic design values for infrastructure: case study in Southern Ontario, Canada », *Hydrological Sciences Journal, 56*(7), 1067–1089. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/02626667.2011.608069>

Parcs Canada (2021). Aires marines nationales de conservation. Consulté en avril 2022 sur le site <https://www.pc.gc.ca/fr/amnc-nmca>

Park, A., Puettmann, K., Wilson, E., Messier, C., Kames, S. et Dhar, A. (2014). « Can Boreal and Temperate Forest Management be Adapted to the Uncertainties of 21st Century Climate Change? », *Critical Reviews in Plant Sciences*, *33*(4), 251–285. Consulté en avril 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/07352689.2014.858956>

Parker, S. (2017). « Let's Talk about Climate Change: Great Lakes Region ». Parcs Canada, Bureau du scientifique des écosystèmes en chef, 41 p. Consulté en juin 2020 sur le site <http://parkscanadahistory.com/publications/lets-talk-about-climate-change/3-great-lakes-e.pdf>

Parker, S. (2018). « Supplemental Climate Information for Bruce Peninsula National Park and Fathom Five National Marine Park ». Technical report, 39. Consulté en juin 2020 sur le site <https://www.researchgate.net/publication/331383025_Supplemental_Climate_Information_for_Bruce_Peninsula_National_Park_and_Fathom_Five_National_Marine_Park>

Paterson, J., Yusa, A., Anderson, V. et Berry, P. (2016). « Ontario Climate Change and Health Vulnerability and Adaptation Assessment Guidelines: Workbook ». Imprimeur de la Reine pour l'Ontario. Ontario, Canada.

Paterson, J.A., Ford, J.D., Ford, L.B., Lesnikowski, A, Berry, P., Henderson, J. et Heymann, J. (2012). « Adaptation to climate change in the Ontario public health sector », *BMC Public Health*, *12*(452), 1–12. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-452>

Payant, C., Jégo, G., Ouellet, V., Grenier, P., Tremblay, G. F., Bélanger, G., et Charbonneau, É. (2021). « Modeled performance of forage mixtures and annual crops grown in eastern Canada under climate change », *Agronomy Journal*, (113), 4945– 4964. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1002/agj2.20894>

Pedlar, J.H. et McKenney, D.W. (2017). « Assessing the anticipated growth response of northern conifer populations to a warming climate », *Scientific Reports*, *7*(43881), 10. Consulté en avril 2020 sur le site <https://doi.org/10.1038/srep43881>

Perdeaux, S., Nunn, J. et Delaney, F. (2018). « Approaches for Conducting Vulnerability Assessments in the Great Lakes Basin: A Review of the Literature ». Rapport soumis à Annex 9 (Climate Change Impacts) of the Great Lakes Water Quality Agreement, 78. Consulté en mai 2021 sur le site <https://binational.net/wp-content/uploads/2018/11/VAReport-Final.pdf>

Podur, J. et Wotton, N. (2010). « Will climate change overwhelm fire management capacity? », *Ecological Modelling, 221*(9), 1301–1309. Consulté en avril 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.01.013>

Popp, J.N., Priadka, P. et Kozmik, C. (2018). « The rise of moose co-management and integration of Indigenous knowledge », *Human Dimensions of Wildlife, 24*(2), 159–167. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10871209.2019.1545953>

Prasher, S. (2015). « Evaluation of Alternative Best Management Practices in Critical Contributing Areas in Agricultural Landscapes of Ontario under Changing Climate ». Université McGill. 2015-06-01 – 2018-12-31.

Priadka, P., Brown, G.S., DeWitt, P.D. et Mallory, F. (2022) « Habitat quality mediates demographic response to climate in a declining large herbivore », *Basic and Applied Ecology*, (58), 50–63. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.baae.2021.11.005>

Price, D.T., Alfaro, R.I., Brown, K.J, Flannigan, M.D., Fleming, R.A., Hogg, E.H., Girardin, M.P, Lakusta, T., Johnston, M., McKenney, D.W., Pedlar, J.H., Stratton, T., Sturrock, R.N., Thompson, I.D., Trofymow, J.A. et Venier, L.A. (2013). « Anticipating the consequences of climate change for Canada's boreal forest ecosystems », *Environmental Reviews*, *21*(4), 322–365. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.1139/er-2013-0042>

Pureswaran, D.S., De Grandpre, L., Pare, D., Taylor, A., Barrette, M., Morin, H., Reginiere, J., et Kneeshaw, D.D. (2015). « Climate-induced changes in host tree–insect phenology may drive ecological state-shift in boreal forests », *Ecology, 96*(6), 1480–1491. Consulté en avril 2020 sur le site <https://doi.org/10.1890/13-2366.1>

Qian, B. Jing, Q., Bélanger, G., Shang, J., Huffman, T., Liu, J. et Hoogenboom, G. (2018). « Simulated Canola Yield Responses to Climate Change and Adaptation in Canada », *Biometry, Modeling & Statistics*, *110*(1), 133–146. . Consulté en août 2020 sur le site <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2134/agronj2017.02.0076>

Qian, B., Gameda, S., Zhang, X. et De Jong, R. (2012). « Changing growing season observed in Canada », *Climatic Change*, *112*(2), 339–353. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0220-8>

Qian, B., Jing, Q, Smith, W., Grant, B., Cannon, A.J. et Zhang, X. (2020). « Quantifying the Uncertainty Introduced by Internal Climate Variability in Projections of Canadian Crop Production », *Environmental Research Letters 15*(7). Consulté en février 2022 sur le site <doi:10.1088/1748-9326/ab88fc>

Qian, B., Zhang, X., Smith, W., Grant, B., Jing, Q., Cannon, AJ., Nielsen, D., McConkey, B., Li, G., Bonsal, B., Wan, H., Xue, L. et Zhao, J. (2019). « Climate Change Impacts on Canadian Yields of Spring Wheat, Canola and Maize for Global Warming Levels of 1.5°C, 2°C, 2.5°C and 3 °C », *Environmental Research Letters 14*(2019). Consulté en février 2022 sur le site <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab17fb>

Quintero, I. et Wiens, J.J. (2013). « Rates of projected climate change dramatically exceed past rates of climatic niche evolution among vertebrate species », *Ecology letters*, *16*(8), 1095–1103. Consulté en avril 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/ele.12144>

R.V. Anderson Associates Limited (2008). « First National Engineering Vulnerability Assessment Report Roads and Associated Infrastructure. Report prepared for The City of Greater Sudbury », 68 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://pievc.ca/sites/default/files/pievc_case_study_city_of_greater_sudbury_ontario_roads_final_report.pdf>

R.V. Anderson Associates Limited (2017). « Graham Creek Stormwater Infrastructure PIEVC Study: Summary Report - Final. Report prepared for the City of Ottawa », 176 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://pievc.ca/sites/default/files/graham_creek_stormwater_infrastructure-summary-report-wapp2.pdf>

Rajaram, N., Hohenadel, K., Gattoni, L., Khan, Y., Birk-Urovitz, E., Li, L. et Schwartz, B. (2016). « Assessing health impacts of the December 2013 Ice storm in Ontario, Canada », *BMC Public Health*, *16*(544), 1–9. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3214-7>

Région de Durham (2016). « Towards Resilience: Durham Community Climate Adaptation Plan 2016 ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.durham.ca/en/living-here/resources/Documents/EnvironmentalStability/DCCAP_Print.pdf>

Region de Peel (2012). « Report on Health Vulnerability to Climate Change: Assessing Exposure, Sensitivity, and Adaptive Capacity in the Region of Peel ». Region of Peel, Ontario. Consulté en janvier 2019 sur le site <http://www.peelregion.ca/planning/climatechange/>

Regniere, J., Nealis, V. et Porter, K. (2009). « Climate suitability and management of the gypsy moth invasion into Canada », *Ecological Impacts of Non-Native Invertebrates and Fungi on Terrestrial Ecosystems*, 135–148. Consulté en janvier 2022 sur le site <10.1007/978-1-4020-9680-8_10>

Reid, C. (2015). « Weathering Winter Roads – What is the Best Route? Prepared for Northern Policy Institute ». Consulté en octobre 2020 sur le site <https://www.northernpolicy.ca/article/weathering-winter-roads-%E2%80%93-what-is-the-best-route-1354.asp>

Ressources naturelles Canada (2018). L'état des forêts au Canada : Rapport annuel 2018. Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 81 p. Consulté en avril 2020 sur le site <https://d1ied5g1xfgpx8.cloudfront.net/pdfs/39337.pdf>

Ressources naturelles Canada (2019). Agrile du frêne. Consulté en octobre 2019 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/nos-ressources-naturelles/forets/feux-insectes-perturbations/principaux-insectes-et-maladies-des-forets-au-canada/agrile-du-frene/13378>

Richardson, B. (2003). « Cold stress on trucked cattle ». Ministère de l'Aagriculture, de l'Aalimentation et des affaires Affaires rurales de l'Ontario. Consulté en février 2022 sur le site <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/beef/facts/01-079.htm>

Richardson, K. (2015). « Sugar Bush Management in Ontario: Identification of Resilient Adaptation Strategies for a Changing Climate ». Projet de rechercheé de maîitrise soumis à la Faculté de géographie, Faculty of Geography, Université Wilfrid Laurier University, 88 p. Consulté en avril 2020 sur le site <https://scholars.wlu.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=ges_mrp>

Ridgway, M., Middel, T. et Bell, A. (2017). « Aquatic ecology, history and diversity of Algonquin Provincial Park ». Compte rendu d'information IR-10, mMinistère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, Direction de Science et recherche. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.algonquinpark.on.ca/pdf/harkness_IR10.pdf>

Risk Sciences International (2018). « PIEVC Assessment of Three City Parks. Prepared for the City of Mississauga », pp. 60. Consulté en février 2022 sur le site <https://pievc.ca/2018/07/24/pievc-assessment-of-three-city-parks-city-of-mississauga-2/>

Robillard, M.M. et Fox, M.G. (2006). « Historical changes in abundance and community structure of warmwater piscivore communities associated with changes in water clarity, nutrients, and temperature », *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *63*(4), 798–809. Consulté en avril 2021 sur le site <https://doi.org/10.1139/f05-259>

Robinson, B., et Sandink, D. (2021). « Guideline to Developing an Efficient and Cost-Effective Inflow and Infiltration (I/I) Reduction Program: A Foundational Document for the Development of a National Standard of Canada ». Institut de prévention des sinistres catastrophiques et Conseil canadien des normes.

Robinson, D., Caldwell, W. et Epp, S. (2020). « Exploring Agricultural Opportunities in the Clay Belt of Ontario, Canada », *WIT Transactions on Ecology and the Environment, 245*, 145–156. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.witpress.com/elibrary/wit-transactions-on-ecology-and-the-environment/245/37600>

Rojas-Downing, M.M., Nejadhashemi, A.P., Harrigan, T. et Woznicki, S.A. (2017). « Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation », *Climate Risk Management, 16*, 145–163. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.02.001>

Rossi, S. (2015). « Local adaptations and climate change: converging sensitivity of bud break in black spruce provenances », *International Journal of Biometeorology*, *59*(7), 827–835. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0900-y>

Sagurova, I., Ludwig, A., Ogden, N.H., Pelcat, Y., Dueymes, G. et Gachon, P. (2019). « Predicted northward expansion of the geographic range of the tick vector Amblyomma americanum in North America under future climate conditions », *Environmental Health Perspectives, 127*(10), 1–14. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1289/EHP5668>

Salas, R., Knappenberger, P. et Hess, J. (2019). « The Lancet Countdown on Health and Climate Change: Policy Brief for the United States of America ». Lancet Countdown: London, Royaume Unis, 11 p. Consulté en février 2019 sur le site <https://storage.googleapis.com/lancet-countdown/2019/11/ANJ-USA-Lancet-Countdown-2019-Policy-brief_13Nov_without-back-page.pdf>

Sang, Z., Sebastian-Azcona, J., Hamann, A., Menzel, A., et Hacke, U. (2019). « Adaptive limitations of white spruce populations to drought imply vulnerability to climate change in its western range », *Evolutionary applications*, 12(9), 1850–1860. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.1111/eva.12845>

Santé publique Ontario (2019). Carte des zones considérées à risque pour la maladie de la Lyme en Ontario, 5 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.publichealthontario.ca/-/media/Documents/L/2019/lyme-disease-risk-area-map-2019.pdf?la=fr>

Schardong, A., Simonovic, S.P., Gaur, A. et Sandink, D. (2020). « Web-based Tool for the Development of Intensity Duration Frequency Curves under Changing Climate at Gauged and Ungauged Locations », *Water, Special Issue Extreme Value Analysis of Short-Duration Rainfall and Intensity–Duration–Frequency Models, 12*, 1243. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/5/1243/pdf?version=1588933440>

Scheffer, M. (2009). « Critical Transitions in Nature and Society ». Princeton University Press, Princeton, NJ.

Schultz, R. et Lishman, P. (2018). « 2017 Wildfires–Opportunities to Minimize Rural Impacts ». Consulté en février 2022 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/public-safety-and-emergency-services/emergency-preparedness-response-recovery/embc/2017-wildfires-opportunities-to-minimize-rural-impacts.pdf>

Secrétariat de la Convention internationale pour la protection des végétaux (CIVPV) (2021). Examen scientifique des effets des changements climatiques sur les organismes nuisibles aux végétaux – Un défi mondial à relever afin de prévenir et d'atténuer les risques phytosanitaires dans l'agriculture, la sylviculture et les écosystèmes. Rome. FAO pour le compte du Secrétariat de la Convention international pour la protection des végétaux. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.4060/cb4769fr>

Seglenieks, F. et Caldwell, R. (2019). « Great Lakes–St. Lawrence River Water Levels ». Environnement et Changement climatique Canada. *LEVELnews*, *27*(8), 1–4. Consulté en mai 2020 sur le site <https://www.canada.ca/content/dam/eccc/levelnews/2019/LEVELnews_08_2019_e.pdf>

Sehgal, K. (2016). « A Unified Ontario Flood Method (UOFM) Regional Flood Frequency Analysis of Ontario Streams Using Multiple Regression. Thesis, Department of Civil Engineering, University of Toronto », 156 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/76843>

Sharma, S., Jackson, D.A. et Minns, C.K. (2009). « Quantifying the potential effects of climate change and the invasion of smallmouth bass on native lake trout populations across Canadian lakes », *Ecography*, *32*(3), 517–525. Consulté en avril 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2008.05544.x>

Sharma, S., Jackson, D.A., Minns, C.K. et Shuter, B.J. (2007). « Will northern fish populations be in hot water because of climate change? », *Global Change Biology*, *13*(10), 2052–2064. Consulté en avril 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01426.x>

Shaw, T. (2017). « Climate change and the evolution of the Ontario cool climate wine regions in Canada », *Journal of Wine Research*, *28*(1), 13–45. Consulté en août 2020 sur le site <https://doi.org/10.1080/09571264.2016.1238349>

Shephard, M.W., Mekis, E., Morris, R.J., Feng, Y., Zhang, X., Kilcup, K. et Fleetwood R. (2014). « Trends in Canadian Short-Duration Extreme Rainfall: Including an Intensity–Duration–Frequency Perspective ». *Atmosphere-Ocean*, *52*(5), 398–417. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1080/07055900.2014.969677>

Shlozberg, R., Dorling, R. et Spiro, P. (2014). « Low water blues: An economic impact assessment of future low water levels in the Great Lakes and St. Lawrence River ». Mowat Centre Research No. 89. ISBN 978-1-927350-77-5

Simonovic, S.P., Schardong, A. et Sandink, D. (2017). « Mapping Extreme Rainfall Statistics for Canada under Climate Change Using Updated Intensity-Duration-Frequency Curves », *Journal of Water Resources Planning and Management*, *143*(3). Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000725>

Sioux Lookout First Nations Health Authority (2019). « SLFNHA Community Garden Implementation Guide ». Consulté en avril 2022 sur le site <https://slfnha.com/wp-content/uploads/2020/09/SLFNHA_CommunityGarden-for_web.pdf>

Smith, J. et Eastwood, L. (2017). « Avoiding production losses in swine due to heat stress ». Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. Consulté en février 2022 sur le site <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/swine/facts/17-039.htm>

Smith, R. (2020). « Enhancing Canada's Climate Change Ambitions with Natural Climate Solutions ». Vedalia Biological Inc. Galiano, Canada, ISBN 978-1-7773950-0-1

Solaiman T. A. et Simonovic, S.P. (2011). « Development of Probability Based Intensity Duration Frequency Curves under Climate Change. Water Resources Research Report no. 072, Facility for Intelligent Decision Support, Department of Civil and Environmental Engineering, London, Ontario, Canada». 94 p. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://ir.lib.uwo.ca/wrrr/34/>

Soulis, E., Sarhadi, A., Tinel, M. et Suthar, M. (2016). « Extreme precipitation time trends in Ontario, 1960–2010 », *Hydrological Processes*, *30*(22), 4090–4100. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.1002/hyp.10969>

Soulis, E.D., Princz, D. et Wong, J. (2015). « Renewal and Update of MTO IDF Curves: Defining the Uncertainty », *Journal of Water Management Modeling*, *23*(C386), 8. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://www.researchgate.net/profile/Eric-Soulis/publication/276392702_Renewal_and_Update_of_MTO_IDF_Curves_Defining_the_Uncertainty/links/568aab0d08ae1e63f1fbe219/Renewal-and-Update-of-MTO-IDF-Curves-Defining-the-Uncertainty.pdf>

Stantec (2017). « Climate change impacts on water and wastewater at Akwesasne ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2021/01/climate-change-impacts-water-wastewater-akwesasne-05-18-e-1.pdf>

Stantec (2018a). « Climate Change Impacts on Water and Wastewater Infrastructure at Moose Factory ». Élaboré en partenariat avec Ontario First Nations Technical Services Corporation. Consulté en avril 2022 sur le site <https://pievc.ca/2018/07/24/climate-change-impacts-on-water-and-wastewater-infrastructure-at-moose-factory/%3e>

Stantec (2018b). « Climate Change Impacts on the Housing Infrastructure at Oneida Nation of the Thames ». Élaboré en partenariat avec Ontario First Nations Technical Services Corporation. Consulté en avril 2022 sur le site <https://pievc.ca/2018/07/24/climate-change-impacts-on-the-housing-infrastructure-at-oneida-nation-of-the-thames/>

Stantec (2019). « Distribution System Climate Risk and Vulnerability Assessment ». Préparé pour Ottawa Hydro. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://pievc.ca/wp-content/uploads/2021/03/Stantec-Hydro-Ottawa-Sept-2019.pdf>

Stantec (2020). « Climate Change Risk Assessment Kasabonika Lake First Nation Infrastructure ». Préparé pour Kasabonika Lake First Nation. Consulté en avril 2022 sur le site <https://pievc.ca/2020/03/02/climate-change-risk-assessment-kasabonika-lake-first-nation-infrastructure/>

Statistique Canada (2017). Série « Perspective géographique », Recensement de 2016. Nº au catalogue 98-404-X2016001. Produits de donnés, Recensement 2016. Ottawa, Ontario.

Statistique Canada (2018). Coup d'oeil sur le Canada 2018. Consulté en septembre 2019 sur le site <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/12-581-x/2018000/pop-fra.htm>

Staudinger, M., Lynch, A., Gaichas, S., Fox, M., Gibson-Reinemer, D., Langan, J., Teffer, A., Thackeray, S. et Winfield, I. (2021). « How Does Climate Change Affect Emergent Properties of Aquatic Ecosystems? », *Fisheries, 46*(9). Consulté en avril 2022 sur le site <https://doi.org/10.1002/fsh.10606>

Ste-Marie, C., Nelson, E.A., Dabros, A. et Bonneau, E.A. (2011). « Assisted migration: introduction to a multifaceted concept », *The Forestry Chronicle*, *87*(6), 724–730. Consulté en avril 2020 sur le site <https://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=32975>

Stitt, B.C., Burness, G., Burgomaster, K.A., Currie, S., McDermid, J.L. et Wilson, C.C. (2014). « Intraspecific variation in thermal tolerance and acclimation capacity in brook trout (*Salvelinus fontinalis*): physiological implications for climate change », *Physiological and Biochemical Zoology*, *87*(1), 15–29. Consulté en avril 2021 sur le site <https://doi.org/10.1086/675259>

Stralberg, D., Carroll, C., et Nielsen, S.E. (2020). « Toward a climate-informed North American protected areas network: Incorporating climate-change refugia and corridors in conservation planning », *Conservation Letters*, *13*(4), e12712. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.1111/conl.12712>

Swanston, C., Janowiak, M., Butler, P., Parker, L., St. Pierre, M. et Brandt, L. (2012). « Forest Adaptation Resources: Climate Change Tools and Approaches for Land Managers. General Technical Report. NRS-87. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station ». 121 p. Consulté en février 2022 sur le site, <https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-87>

Swanston, C.W., Janowiak, M.K., Brandt, L.A., Butler, P.R., Handler, S.D., Shannon, P.D., Derby Lewis, A., Hall, K., Fahey, R.T., Scott, L., Kerber, A., Miesbauer, J.W., Darling, L., Parker, L. et St. Pierre, M. (2016). « Forest Adaptation Resources: climate change tools and approaches for land managers, 2nd edition. General Technical Report. NRS-GTR-87-2 ». Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 161 p. Consulté en janvier 2022 sur le site, <https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-87-2>

Switzman, H.T., Razavi, S., Traore, P., Coulibaly, D., Bum, J., Henderson, E., Fausto, E. et Ness, R. (2017). « Variability of Future Extreme Rainfall Statistics: Comparison of Multiple IDF Projections », *Journal of Hydrologic Engineering, 22*(10), 4017046-1 – 4017046-20. Consulté en octobre 2020 sur le site, <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29HE.1943-5584.000156>

Tarr, B. (2015). « Cold stress in cows ». Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. Consulté en février 2022 sur le site <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/beef/facts/07-001.htm>

Taylor, R.A.J., Herms, D.A., Cardina, J., et Moore, R.H. (2018). « Climate change and pest management: Unanticipated consequences of trophic dislocation », *Agronomy*, *8(1)*, 7. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.mdpi.com/2073-4395/8/1/7>

Ter-Mikaelian, M.T., Gonsamo, A., Jing M., Chen, J.M., Mo, G. et Chen, J. (2021). « Historical and future carbon stocks in forests of northern Ontario, Canada », *Carbon Balance Management, 16*(21). Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1186/s13021-021-00184-5>

Thivierge, M.N., Jégo, G., Bélanger, G., Chantigny, M.H., Rotz, C.A., Charbonneau, É., Baron, V.S. et Qian, B. (2017). « Projected impact of future climate conditions on the agronomic and environmental performance of Canadian dairy farms », *Agricultural Systems, 157*, 241–257, Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.07.003>

Thom, D. et Seidl, R. (2016). « Natural disturbance impacts on ecosystem services and biodiversity in temperate and boreal forests », *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society, 91*, 760–781. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/brv.12193>

Thomson, A.M., Crowe, K.A. et Parker, W.H. (2010). « Optimal white spruce breeding zones for Ontario under current and future climates », *Canadian Journal of Forest Research*, *40*(8), 1576–1587. Consulté en avril 2020 sur le site <https://doi.org/10.1139/X10-112>

Toronto Medical Officer of Health (2018). « Climate Change Vulnerability Assessment of the Food System in Toronto. Report for Action, HL28.03 », 7 p. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2018/hl/bgrd/backgroundfile-118075.pdf>

Toronto Public Health (2008). « The Unequal City: Income and Health Inequalities in Toronto, October 2008 ». 49 p. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2008/hl/bgrd/backgroundfile-16293.pdf>

Toronto Public Health (2015). « The Unequal City 2015: Income and Health Inequities in Toronto, April 2015 ». 36 p. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2015/hl/bgrd/backgroundfile-79096.pdf>

Tu, C., Milner, G., Lawrie, D., Shrestha, N. et Hazen, S. (2017). « Vulnerability Assessment: Natural Systems in Peel Region. Technical Report, Toronto and Region Conservation Authority and Ontario Climate Consortium Secretariat », Toronto, Ontario, 282 p. Consulté en avril 2021 sur le site <https://climateconnections.ca/app/uploads/2012/03/Final-Natural-Systems-VA.pdf>

Turetsky, M.R., Abbott, B.W., Jones, M.C., Anthony, K.W., Olefeldt, D., Schuur, E.A.G., Grosse, G., Kuhry, P., Hugelius, G., Koven, C., Lawrence, D.M., Gibson, C., Sannel, A.B.K. et McGuire, A.D. (2020) « Carbon release through abrupt permafrost thaw », *Nature Geoscience 13*(2), 138–43. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1038/s41561-019-0526-0>

Turetsky, M.R., Benscoter, B.W., Page, S., Rein, G., van der Werf, G. et Watts, A. (2014). « Global vulnerability of peatlands to fire and carbon loss », *Nature Geoscience, 8*, 11–14. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1038/ngeo2325>

UK Government (2017). « UK Climate Change Risk Assessment 2017. Presented to Parliament pursuant to Section 56 of the *Climate Change Act* 2008 », 24 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/584281/uk-climate-change-risk-assess-2017.pdf>

Convention des Nations unies sur la diversité biologique (1992). Consulté en janvier 2022 sur le site <https://treaties.un.org/doc/Treaties/1992/06/19920605 08-44 PM/Ch_XXVII_08p.pdf>

United States Environmental Protection Agency et Environnement et Changement climatique Canada (2021). « State of the Great Lakes 2019 Technical Report ». Cat No. En161- 3/1E-PDF. EPA 905-R-20-044. Consulté en avril 2022 sur le site <https://binational.net/wp-content/uploads/2021/02/SOGL-19-Technical-Reports-compiled-2021_02_10.pdf>

Van Bogaert, R. et Lorente, M. (2017). « Latest Canadian Forest Service Research Supporting Forest Sector Climate Change Adaptation ». Présentation du 18 octobre 2017 au Canadian Institute of Forestry National Electronic Series. Consulté en avril 2020 sur le site <https://www.cif-ifc.org/wp-content/uploads/2017/10/CIF-webinar_Van-Bogaert-Lorente_Oct-18.pdf>

Van Zuiden, T.M., Chen, M.M., Stefanoff, S., Lopez, L. et Sharma, S. (2016). « Projected impacts of climate change on three freshwater fishes and potential novel competitive interactions », *Diversity and Distributions*, *22*(5), 603–614. Consulté en mai 2020 sur le site <https://doi.org/10.1111/ddi.12422>

Varrin, R., Bowman, J. et Gray, P. (2007). « The Known and Potential Effects of Climate Change on Biodiversity in Ontario's Terrestrial Ecosystems: Case Studies and Recommendations for Adaptation ». Climate Change Research Report CCRR-09, Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Direction de la recherché appliquée et du développement, Peterborough, Ontario, 58 p. Consulté en juin 2020 sur le site <https://cvc.ca/wp-content/uploads/2011/02/the-known-and-potential-effects-of-climate-change-on-biodiversity-in-ontarios-terrestrial-ecosystems-case-studiesrand-recommendations-for-adaptation.pdf>

Vérificatrice générale de l'Ontario (2017). Rapport annuel 2017. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.auditor.on.ca/fr/content-fr/annualreports/arbyyear/ar2017-fr.html#volume1>

Ville de Kingston (2014a). « Kingston Climate Action Plan ». Consulté en octobre 2019 sur le site <https://www.cityofkingston.ca/residents/environment-sustainability/climate-change-energy/climate-action-plan>

Ville de Kingston (2014b). « Livable City Design Awards: July Report, November 2014 ». Consulté en avril 2022 sur le site <https://www.cityofkingston.ca/documents/10180/4771313/2014+Jury+Report/8bba402b-fa41-486b-9dad-fd1c9fe8bae1>

Ville de Thunder Bay (2015). « Climate-Ready City: City of Thunder Bay Climate Adaptation Strategy ». Thunder Bay, Ontario, 116 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://climatereadycity.com/wp-content/uploads/2015/12/Earthcare_Climate_Ready_City_Web1.pdf>

Ville de Toronto (2016). « Climate Change and Health Strategy: 2016 Update ». Board of Health Report for Action, HL16.3, 1–12. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2016/hl/bgrd/backgroundfile-98552.pdf>

Ville de Windsor (2012). « City of Windsor Climate Change Adaptation Plan ». 21 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.citywindsor.ca/residents/environment/Environmental-Master-Plan/Documents/Windsor%20Climate%20Change%20Adaptation%20Plan.pdf>

Ville de Windsor (2020). « Degrees of Change. City of Windsor Climate Change Adaptation Plan ». September 2012, 21 p. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.citywindsor.ca/residents/environment/Documents/Climate%20Change%20Adaptation%20Plan%20-%20FINAL.pdf>

Wagner, G., Reuling, M., Khumalo, L., Paul, K. et Cross, M. (2018). « Blackfeet Climate Change Adaptation Plan ». Blackfeet Nation, 129 p. Consulté en avril 2020 sur le site <https://bcapwebsite.files.wordpress.com/2018/04/bcap_final_4-11.pdf>

Wall, E., Smit, B., et Wandel, J. (2007). « Farming in a Changing Climate: Agricultural Adaptation in Canada ». UBC Press, Vancouver, BC.

Walsh, J., Wuebbles, D., Hayhoe, K., Kossin, J., Kunkel, K., Stephens, G., Thorne, P., Vose, R., Wehner, M., Willis, J., Anderson, D., Doney, S., Feely, R., Hennon, P., Kharin, V., Knutson, T., Landerer, F., Lenton, T., Kennedy, J. et Somerville, R. (2014). « Our Changing Climate », Chapitre 2 dans *Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment*. J.M. Melillo, T.C. Richmond et G.W. Yohe (éd.), U.S. Global Change Research Program, 19–67. . Consulté en mai 2020 sur le site <http://s3.amazonaws.com/nca2014/high/NCA3_Full_Report_02_Our_Changing_Climate_HighRes.pdf?download=1>

Walton, M. (2003). « Agriculture in the Central Ontario Zone ». Neptis Foundation. Consulté en février 2022 sur le site <https://neptis.org/sites/default/files/smart_growth_issue_papers_agriculture/agriculture_nip1.pdf>

Wang, J., Bai, X., Hu, H., Clites, A., Colton, M. et Lofgren, B. (2012). « Temporal and spatial variability of Great Lakes ice cover, 1973–2010 », *Journal of Climate*, *25*(4), 1318–1329. . Consulté en juin 2020 sur le site <https://doi.org/10.1175/2011JCLI4066.1>

Wang, J., Ogden, N. et Huaiping, Z. (2011). « The impact of weather conditions on Culex pipiens and Culex restuans (Diptera: Culicidae) abundance: a case study in Peel Region », *Journal of Medical Entomology, 48*(2), 468–475. Consulté en février 2022 sur le site <10.1603/me10117>

Wang, X., Lavigne, E., Ouellette-kuntz, H. et Chen, B. (2014). « Acute impacts of extreme temperature exposure on emergency room admissions related to mental and behavior disorders in Toronto, Canada », *Journal of Affective Disorders, 155,* 154–161. Consulté en avril 2022 sur le site <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24332428/>

Watts, N., Amann, M., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Bouley, T., Boykoff, M., Byass, P., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Chambers, J., Cox, P.M., Daly, M., Dasandi, N., Davies, M., Depledge, M., Depoux, A., Dominguez-Salas, P., Drummond, P., Ekins, P., Flahault, A., Frumkin, H., Georgeson, L., Ghanei, M., Grace, D., Graham, H., Grojsman, R., Haines, A., Hamilton, I., Hartinger, S., Johnson, A., Kelman, I., Kiesewetter, G., Kniveton, D., Liang, L., Lott, M., Lowe, R., Mace, G., Sewe, M.O., Maslin, M., Mikhaylov, S., Milner, J., Latifi, A.M., Moradi-Lakeh, M., Morrissey, K., Murray, K., Neville, T., Nilsson, M., Oreszczyn, T., Owfi, F., Pencheon, D., Pye, S., Rabbaniha, M., Robinson, E., Rocklöv, J., Schütte, S., Shumake-Guillemot, J., Steinbach, R., Tabatabaei, M., Wheeler, N., Wilkinson, P., Gong, P., Montgomery, H. et Costello, A. (2018). « The Lancet Countdown on health and climate change: from 25 years of inaction to a global transformation for public health », *The Lancet*, *391*(10120), 581–630. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32464-9>

Weng, Y.H., Charrette, P. et Lu, P. (2019). « Re-examining breeding zones of white spruce in northwestern Ontario, Canada ». New Forests. Consulté en avril 2020 sur le site <https://www.researchgate.net/profile/Yh-Weng/publication/329018933_Re-examining_breeding_zones_of_white_spruce_in_northwestern_Ontario_Canada/links/5d10e22c92851cf44046eb3d/Re-examining-breeding-zones-of-white-spruce-in-northwestern-Ontario-Canada.pdf>

Werden, L., Barker, I.K., Bowman, J., Gonzales, E.K., Leighton, P.A., Lindsay, L.R. et Jardine, C.M. (2014). « Geography, Deer, and Host Biodiversity Shape the Pattern of Lyme Disease Emergence in the Thousand Islands Archipelago of Ontario, Canada », *PLoS ONE*, *9*(1), e8564. . Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085640>

Williamson, T.B., Colombo, S.J., Duinker, P.N., Gray, P.A., Hennessey, R.J., Houle, D., Johnston, M., Ogden, A. et Spittlehouse, D. (2009). Les changements climatiques et les forêts du Canada: Des impacts à l'adaptation. Réseau de gestion durable des forêts et Service canadien des forêts, Centre de forestrie du Nord, Edmonton, Alberta, 112p. Consulté en avril 2020 sur le site <https://d1ied5g1xfgpx8.cloudfront.net/pdfs/29617.pdf>

Winsor-Essex County Health Unit (2019). « Community Needs Assessment 2019 Update ». Windsor, Ontario. Consulté en janvier 2019 sur le site <https://www.wechu.org/sites/default/files/edit-resource/em-community-needs-assessments-report-2019/cnareport2019.pdf>

Wotton, B.M., Flannigan, M.D. et Marshall, G.A. (2017). « Potential climate change impacts on fire intensity and key wildfire suppression thresholds in Canada », *Environmental Research Letters*, *12*(9), 095003. Consulté en avril 2020 sur le site <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa7e6e>

Woudsma, C. et Towns, W. (2017). Ontario, Chapitre 6 dans *Risques climatiques et pratiques en matière d'adaptation pour le secteur canadien des transports 2016,* K. Palko et D.S. Lemmen (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 153–197. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2016/Chapter-6f.pdf>

Wu, W. et Ma, B.-L. (2018). « Assessment of canola crop lodging under elevated temperatures for adaptation to climate change », *Agricultural and Forest Meteorology*, *248*(15), 329–338. Consulté en août 2020 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.09.017>

Wuebbles, D., Cardinale, B., Cherkauer, K., Davidson-Arnott, R., Hellmann, J., Infante, D., Johnson, L., de Loë, R., Lofgren, B., Packman, A., Seglenieks, F., Sharma, A., Sohngen, B., Tiboris, M., Vimont, D., Wilson, R., Kunkel, K. et Ballinger, A. (2019). « An Assessment of the Impacts of Climate Change on the Great Lakes by Scientists and Experts from Universities and Institutions in the Great Lakes Region ». Environmental Law and Policy Center, 74 p. Consulté en juin 2020 sur le site <https://elpc.org/wp-content/uploads/2020/04/2019-ELPCPublication-Great-Lakes-Climate-Change-Report.pdf>

Xiao, C., Lofgren, B.M., Wang, J. et Chu, P.Y. (2018). « A Dynamical Downscaling Projection of Future Climate Change in the Laurentian Great Lakes Region Using a Coupled Air-Lake Model ». Preprints, 2018070468. Consulté en avril 2022 sur le site <10.20944/preprints201807.0468.v1>

Yeung, A.C.Y., Paltsev, A., Daigle, A., Duinker, P.N. et Creed, I.F. (2019). « Atmospheric change as a driver of change in the Canadian boreal zone », *Environmental Reviews*, *27*(3), 346–376. Consulté en avril 2020 sur le site <https://doi.org/10.1139/er-2018-0055>

Young, B.E., et Hammerson, G. (2015). « Guidelines for Using the NatureServe Climate Change Vulnerability Index, release 3.0-Canada ». NatureServe, Arlington, VA. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.natureserve.org/sites/default/files/guidelines_natureserveclimatechangevulnerabilityindex_r3.0_15_apr2015.pdf>

Zamuda, C., Bilello, D.E., Conzelmann, G., Mecray, E., Satsangi, A., Tidwell, V. et Walker, B.J. (2018). « Energy Supply, Delivery, and Demand », dans *Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II*. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA, 174–201. . Consulté en octobre 2020 sur le site <https://nca2018.globalchange.gov/chapter/4/>

Zaytseva, A. (2016). « Spatio-temporal patterns of extreme weather events and their impacts on corn (Zea mays) and soybeans (Glycine max) in eastern Ontario ». Une thèse soumis à la Faculty of Graduate and Postdoctoral Affairs en vue de satisfaire les exigences partielles du diplôme de Master of Science in Physical Geography, Carlton University, Ottawa, Ontario, 240 p. Consulté en août 2020 sur le site <https://curve.carleton.ca/1b2c826c-1648-4174-8fa1-b0c22a7c15b4>

Zeuli, K., Nijhuis, A. et Gerson-Nieder, Z. (2018). « Resilient Food Systems, Resilient Cities: A High-Level Vulnerability Assessment of Toronto's Food System ». Élaboré par Initiative for a Competitive Inner City for Toronto Public Health, 107 p. Consulté en août 2020 sur le site <https://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2018/hl/bgrd/backgroundfile-118076.pdf>

Zhang, X., Flato, G., Kirchmeier-Young, M., Vincent, L., Wan, H., Wang, X., Rong, R., Fyfe, J., Li, G. et Kharin, V.V. (2019). Les changements de températures et de précipitations au Canada, Chapitre 4 dans *Rapport sur le climat changeant du Canada*, E. Bush, et D. S. Lemmen (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 113–194. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://doi.org/10.4095/327812>

Zhong, Y., Notaro, M., Vavrus, S. et Foster, M. (2016). « Recent accelerated warming of the Laurentian Great Lakes: Physical drivers », *Limnology and Oceanography, 61*(5), 1762–1786. Consulté en avril 2022 sur le site <https://doi.org/10.1002/lno.10331>

Zhu, H., Deng, Z., Liu, J., Qiu, X., Chen, X. et Zhou, X. (2018). « A Look at Ontario's Climate of the Future with the Ontario Climate Data Portal (OCDP) ». Canadian Meteorological and Oceanographic Society (CMOS) *Bulletin, 46*(6), 10–11.

Zuzek, P.J. (2019). « Adapting to the Future Storm and Ice Regime in the Great Lakes Stream 1 Report ». Zuzek Inc.. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://zuzekinc.ca/waves/_Reports/AP659_Stream1Report_20190430.pdf>

Zuzek, P.J. (2020). « Chatham-Kent Lake Erie Shoreline Study ». Zuzek Inc., préparé pour la Municipality of Chattem-Kent. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.lowerthames-conservation.on.ca/wp-content/uploads/2021/09/Chatham-Kent-Lake-Erie-Shoreline-Study-2020.05.25.-reduced-size.pdf>

CHAPITRE 4

# Provinces des Prairies



RAPPORT SUR LES PERSPECTIVES RÉGIONALES

Gouvernement du Canada | Government of Canada

Canada

## Auteurs principaux

David Sauchyn, Ph.D., directeur, Prairie Adaptation Research Collaborative et professeur de géographie et d'études environnementales, Université de Regina

Debra Davidson, Ph.D., professeur, département d'économie des ressources et de sociologie environnementale, UnivErsité de l'Alberta

Mark Johnston, Ph.D., chercheur scientifique principal, division de l'environnement, Saskatchewan Research Council

## Auteurs collaborateurs

Mike Flannigan, Ph.D., professeur, département des ressources renouvelables, Université de l'Alberta

Amber Fletcher, Ph.D., professeur agrégé, département de sociologie et des sciences humaines, Université de Regina

Kendra Isaac, gestionnaire de l'adaptation, Environnement et Parcs de l'Alberta

Suren Kulshreshtha, Ph.D., professeur, département d'économie de l'agriculture et des ressources, Université de la Saskatchewan

Twyla Kowalczyk, Gestion intégrée des ressources en eau, Southern Alberta Institute of Technology (anciennement ingénieur en changements climatiques, ressources en eau, ville de Calgary)

Ian Mauro, Ph.D., directeur, Richardson College for the Environment et co-directeur du Prairie Climate Centre, Université de Winnipeg

Jeremy Pittman, Ph.D., professeur adjoint, École d'aménagement, Université de Waterloo

Maureen G. Reed, Ph.D., professeur et cotitulaire de la chaire de l'UNESCO en matière de diversité, durabilité, réconciliation et renouvellement, Université de la Saskatchewan

Richard Schneider, Ph.D., associé de recherche, sciences biologiques, Université de l'Alberta

Megan Van Ham, responsable principal, programme régional de la planification des bassins versants, ville de Calgary

Elaine Wheaton, Ph.D., professeur auxiliaire, Université de la Saskatchewan, et chercheur émérite, Saskatchewan Research Council

## Citation recommandée

Sauchyn, D., Davidson, D. et Johnston, M. (2020): Provinces des Prairies, chapitre 4 dans Le Canada dans un climat en changement : Le rapport sur les Perspectives régionales, (éd.), F.J. Warren, N. Lulham et D.S. Lemmen, gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario

# Table des matières du chapitre

Messages clés 346

4.1 Introduction 348

4.2 Les écosystèmes des prairies vont se modifier et se transformer à mesure que le climat se réchauffe 354

4.2.1 Changements dans les écosystèmes 354

4.2.2 Réactions des animaux 358

4.2.3 Implications pour la biodiversité et stratégies d'adaptation 358

4.3 Les inondations, sécheresses et feux de forêt s'aggravent 360

4.3.1 Dangers liés au climat 361

4.3.2 Dangers hydrologiques 364

4.3.3 Impacts sociétaux 365

Étude de cas 4.1 : Politiques et mesures visant à réduire le risque d'inondation dans la ville de Calgary 366

Étude de cas 4.2 : Les feux de forêt de 2016 à Fort McMurray 368

4.4 La gestion collaborative de l'eau réduit les impacts négatifs 370

4.4.1 Mécanismes institutionnels 371

Étude de cas 4.3 : Adaptation collaborative dans les bassins versants de l'Alberta 374

4.5 Les changements climatiques apportent des avantages et présentent des menaces à l'agriculture 377

4.5.1 Impacts 377

4.5.2 Adaptation 381

Étude de cas 4.4 : Renforcement de la capacité d'adaptation des collectivités autochtones par l'intermédiaire de l'agriculture 382

4.6 Les groupes sociaux ont des forces et des vulnérabilités uniques 384

4.6.1 Introduction 385

4.6.2 Groupes sociaux vulnérables 386

4.6.3 Sources de vulnérabilité sociale 393

4.7 La planification de l'adaptation aide à réduire les risques posés par les changements climatiques 394
4.7.1 Introduction 394
4.7.2 Planification de l'adaptation et mesures d'adaptation à l'échelle des collectivités 395
Étude de cas 4.5 : Planification de l'adaptation à Edmonton et à Calgary 395
4.7.3 Intégration de l'adaptation 399
4.7.4 Limites actuelles de la planification de l'adaptation et de la résilience 400
4.8 Aller de l'avant 401
4.8.1 Lacunes dans les connaissances et besoins de recherche 401
4.8.2 Nouveaux enjeux 402
4.9 Conclusion 403
Références 405

# Messages clés

## Les écosystèmes des prairies vont se modifier et se transformer à mesure que le climat se réchauffe (voir la section 4.2)

Au fur et à mesure que les espèces réagissent aux changements climatiques, de vastes régions de forêt boréale pourraient se transformer en écosystèmes de forêt-parc à trembles et de prairies, tandis que des écosystèmes de montagne entiers pourraient disparaître. Bien que la biodiversité pourrait augmenter globalement, certaines espèces disparaîtront si le rythme du réchauffement dépasse leur capacité d'adaptation. Les interventions en matière d'adaptation sont principalement basées sur des stratégies de conservation normalisées, telles que la réduction des facteurs de stress et des perturbations anthropiques et autres, ainsi que sur la réduction des obstacles aux déplacements.

## Les inondations, sécheresses et feux de forêt s'aggravent (voir la section 4.3)

L'aggravation des phénomènes météorologiques extrêmes en raison des changements climatiques constituera probablement un défi majeur pour les provinces des Prairies. Les impacts des inondations, des sécheresses et des feux de forêt au cours des dernières années sont sans précédent et les modèles climatiques prévoient un risque accru de ces phénomènes dans le futur. Les administrations municipales et provinciales y font face en proposant des politiques, des structures et des pratiques visant à réduire les impacts des phénomènes météorologiques extrêmes.

## La gestion collaborative de l'eau réduit les impacts négatifs (voir la section 4.4)

La politique et la planification régionales de l'aménagement des terres, ainsi que la préparation aux situations d'urgence, sont essentielles pour réduire les effets des inondations et de la sécheresse dans les provinces des Prairies. Une collaboration est nécessaire entre tous les ordres de gouvernement, et avec les parties prenantes telles que les groupes de gestion des bassins, les municipalités rurales et les districts de conservation, afin de mettre en œuvre ces mesures d'adaptation et de promouvoir des pratiques qui préviennent ou réduisent au minimum les effets négatifs des excès et des pénuries d'eau.

## Les changements climatiques apportent des avantages et présentent des menaces à l'agriculture (voir la section 4.5)

L'agriculture des Prairies, en particulier la production de cultures, pourrait tirer profit de températures plus élevées et d'une saison de croissance plus longue. Obtenir des avantages nets nécessitera une adaptation pour limiter les effets des extrêmes climatiques, notamment sur la disponibilité de l'eau, et le risque accru de ravageurs, de maladies à transmission vectorielle et d'espèces envahissantes. Bien que les producteurs agricoles soient très résilients face aux fluctuations de la météo et du climat, les obstacles à l'adaptation comprennent le manque de renseignements et de sensibilisation aux effets des changements climatiques, combiné à des ressources financières et un appui institutionnel limités.

## Les groupes sociaux ont des forces et des vulnérabilités uniques (voir la section 4.6)

Les impacts des changements climatiques peuvent exacerber les inégalités sociales existantes, en particulier pour les peuples autochtones, les femmes, les personnes de faible statut socioéconomique, les jeunes et les personnes âgées. Les politiques publiques et la planification de l'adaptation devraient tenir compte des vulnérabilités et des forces uniques de ces groupes sociaux, ainsi que des moyens par lesquels la race, l'âge, le sexe et la pauvreté amplifient la vulnérabilité ou la résilience aux dangers liés au climat.

## La planification de l'adaptation aide à réduire les risques posés par les changements climatiques (voir la section 4.7)

Les villes sont au premier plan de la planification de l'adaptation et de la résilience dans les provinces des Prairies. Les gouvernements et les entreprises ont commencé à évaluer les risques climatiques et à élaborer des stratégies d'adaptation, mais peu de plans et de politiques propres au secteur tiennent compte des risques climatiques futurs, ce qui fait qu'un certain nombre d'entreprises, de gouvernements et de secteurs sont mal préparés. L'évaluation de l'efficacité des mesures d'adaptation et la production de rapports significatifs aideront à rendre les collectivités et les économies locales résilientes face aux changements climatiques.

# 4.1 Introduction

Les provinces de l'Alberta, de la Saskatchewan et du Manitoba, situées sous le 60e parallèle, constituent environ le tiers de la superficie du Canada. Cette vaste région est connue sous le nom de « provinces des Prairies » ou plus simplement « les Prairies », bien que seulement 30 % environ de la région se trouve dans l'écozone des Prairies (voir la figure 4.1). Les écosystèmes et les paysages des provinces des Prairies comprennent les montagnes Rocheuses, la forêt boréale, la forêt de la Cordillère, les plaines intérieures semi-arides, la forêt-parc à trembles, le bouclier subarctique et les basses terres de la baie d'Hudson (voir la figure 4.1). La région se caractérise par une grande diversité économique et sociale : elle compte la troisième économie provinciale du Canada (l'Alberta) et les quatrième et cinquième plus grandes villes en termes de population au pays (Calgary et Edmonton, respectivement), ce qui contraste avec les collectivités agricoles rurales du sud des Prairies, les industries minière et forestière et les collectivités éloignées, essentiellement autochtones, du nord de la région. L'extraction et la transformation des ressources non renouvelables (p. ex. le pétrole et le gaz, les mines) constituent un moteur économique majeur, représentant le secteur qui contribue le plus aux économies de l'Alberta et de la Saskatchewan (Diversification de l'économie de l'Ouest Canada, 2018), alors que l'économie du Manitoba est plus variée. Les économies des trois provinces des Prairies sont de plus en plus diversifiées, le secteur pétrolier et gazier ayant ralenti ces dernières années et les industries manufacturières et de haute technologie locales ayant accéléré.

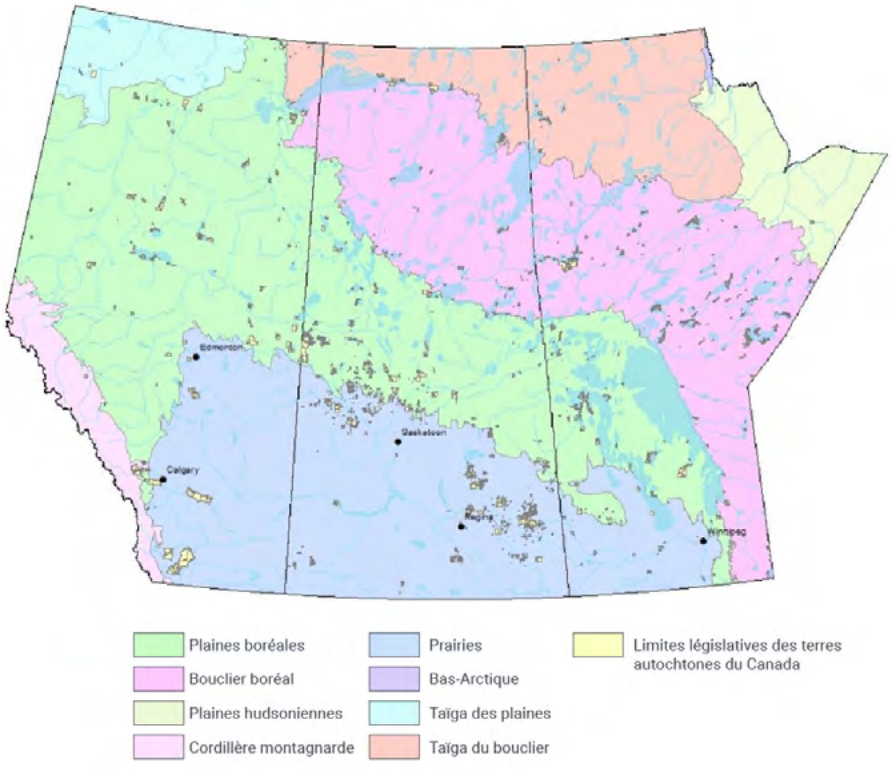



Figure 4.1 : Carte des écozones des provinces des Prairies, montrant également les limites législatives des terres autochtones du Canada, ainsi que les villes, rivières et lacs principaux. Source : Prairie Adaptation Research Collaborative.

Dans l'évaluation des connaissances actuelles sur les impacts des changements climatiques et l'adaptation à ceux-ci, les caractéristiques suivantes des provinces des Prairies apparaissent comme des déterminants importants de la vulnérabilité aux changements climatiques :

- C'est dans les Prairies, et l'Ouest du Canada en général, que l'on a observé le réchauffement le plus marqué jusqu'à maintenant dans le Sud du Canada, en particulier l'hiver;
- Plus de 80 % des terres agricoles du Canada et la majeure partie de l'agriculture irriguée du pays sont situées dans les Prairies;
- Les ressources en eau, les écosystèmes et les économies basées sur les ressources sont sensibles aux importantes variations saisonnières et interannuelles du climat, et surtout aux écarts par rapport aux conditions normales (p. ex. sécheresse);
- Historiquement, la région a connu un déplacement de population des zones rurales vers les zones urbaines, ainsi qu'une immigration en provenance d'autres provinces et de l'étranger en réponse aux occasions économiques. De 2007 à 2017, les quatre villes qui ont connu la croissance la plus rapide au Canada étaient les grandes villes de l'Alberta et de la Saskatchewan. L'Ouest canadien est en tête du pays en termes de taux d'emploi des immigrants admis (Statistique Canada, 2018a).
- La majeure partie de la population et de l'activité commerciale se trouve dans le sud des Prairies, qui est également la partie de la région où l'approvisionnement en eau est le plus limité et le plus variable. La plupart des collectivités rurales dépendent des eaux de ruissellement et des eaux souterraines locales. Les collectivités urbaines ont accès à l'eau des principales rivières et des principaux lacs, qui alimentent également les principales industries, comme l'exploitation des sables bitumineux dans le nord de l'Alberta.
- Les Prairies abritent 39,2 % (656 970) de la population autochtone du Canada, dont 45,8 % (246 485) de la population métisse du Canada, la majorité des autochtones vivant hors réserve (Statistique Canada, 2019). Plus de 10 % de la population autochtone de la région vit à Winnipeg et à Regina (Statistique Canada, 2019). Les provinces des Prairies sont entièrement régies par des traités numérotés, qui constituent la base des relations entre les Premières Nations et le gouvernement du Canada.

Les récents phénomènes météorologiques extrêmes dans les provinces des Prairies comprennent les catastrophes naturelles les plus coûteuses de l'histoire du Canada (voir la figure 4.2; SeaFirst Insurance Brokers, 2018). Les 20 phénomènes météorologiques les plus coûteux au Canada depuis 1983 sont énumérés dans le tableau 4.1; parmi ces événements, 13 se sont produits dans les Prairies. Depuis 2010, six des dix premiers phénomènes ont eu lieu dans la région des Prairies. La concentration des pertes en Alberta reflète en grande partie le fait que sa population est plus de quatre fois supérieure à celle de la Saskatchewan ou du Manitoba. Alors que le coût associé aux dommages causés par les récentes tempêtes, inondations et incendies (notamment l'inondation de 2013 à Calgary et le feu de forêt de 2016 à Fort McMurray) se chiffre en milliards de dollars, la sécheresse est le type de phénomène météorologique le plus coûteux en termes de pertes et de dommages dans les Prairies. Les montants en dollars indiqués dans le tableau 4.1 représentent les pertes assurées. D'autre part, les conséquences socioéconomiques de la sécheresse sont très vastes, tant sur le plan géographique que sur le plan économique. Pendant la sécheresse de 2002, les pertes de récoltes se chiffraient en milliards de dollars, le revenu agricole net étant négatif en Saskatchewan et nul en Alberta (Wheaton et coll., 2008).

## Tableau 4.1 : Les vingt phénomènes météorologiques canadiens les plus dommageables depuis 1983

| DATE | ENDROIT | TYPE DE PHÉNOMÈNE | PERTES (MILLIONS $)* |
|---|---|---|---|
| Du 3 au 19 mai 2016 | Fort McMurray, Alb. | Feux | 3 899,1 |
| Janvier 1998 | Sud du Québec | Tempête de verglas | 2 022,3 |
| Du 19 au 24 juin 2013 | Sud de l'Alberta | Inondations, eaux | 1 737,4 |
| 8 juillet 2013 | Région du Grand Toronto, Ont. | Eaux, inondations et foudre | 1 004,6 |
| 19 août 2005 | Sud de l'Ontario | Grêle, tornades, vents | 779,7 |
| 4 mai 2018 | Hamilton, Ont., Région du Grand Toronto, Ont., Sud du Québec | Vents violents, eaux | 680,0 |
| 15 et 16 mai 2011 | Slave Lake, Alb. | Feux, vents violents | 587,6 |
| 7 août 2014 | Centre de l'Alberta | Grêle, foudre, eaux, vents violents | 582,3 |
| 12 août 2012 | Calgary, Alb. | Grêle, foudre, eaux | 571,8 |
| 12 juillet 2010 | Calgary, Alb. | Grêle, inondations, foudre, vents violents | 557,7 |
| 7 septembre 1991 | Calgary, Alb. | Grêle | 552,2 |
| 30 juillet au 1er août 2016 | Calgary, Alb.; Fort McMurray, Alb.; Yorkton, Sask.; Melville Sask.; Winnipeg, Man. | Grêle, foudre, eaux, vents violents | 480,5 |
| 1er au 3 août 2009 | Calgary, Alb.; Camrose, Alb. | Grêle, foudre, eaux, vents violents | 404,1 |
| 6 au 8 juin et 17 au 19 juin 2005 | Alberta | Inondations | 374,0 |

| DATE | ENDROIT | TYPE DE PHÉNOMÈNE | PERTES (MILLIONS $)* |
|---|---|---|---|
| 21 septembre 2018 | Dunrobin, Ont.; Nepean, Ont.; Ottawa, Ont.; Gatineau, Qc | Inondations, grêle, eaux, vents violents | 334,0 |
| 23 juillet 1996 | Outaouais, Qc | Grêle, vents | 310,9 |
| 25 juillet au 14 août 1993 | Winnipeg, Man. | Inondations | 288,1 |
| 31 juillet 1987 | Edmonton, Alb. | Tornades | 282,5 |
| 21 juillet 2015 | Centre de l'Alberta | Inondations, grêle, eaux, vents violents | 273,3 |
| Été 2003 | Colombie-Britannique | Feux de forêt | 259,5 |

**Pertes chiffrées en dollars de 2018*

SOURCE : BUREAU D'ASSURANCE DU CANADA, 2019

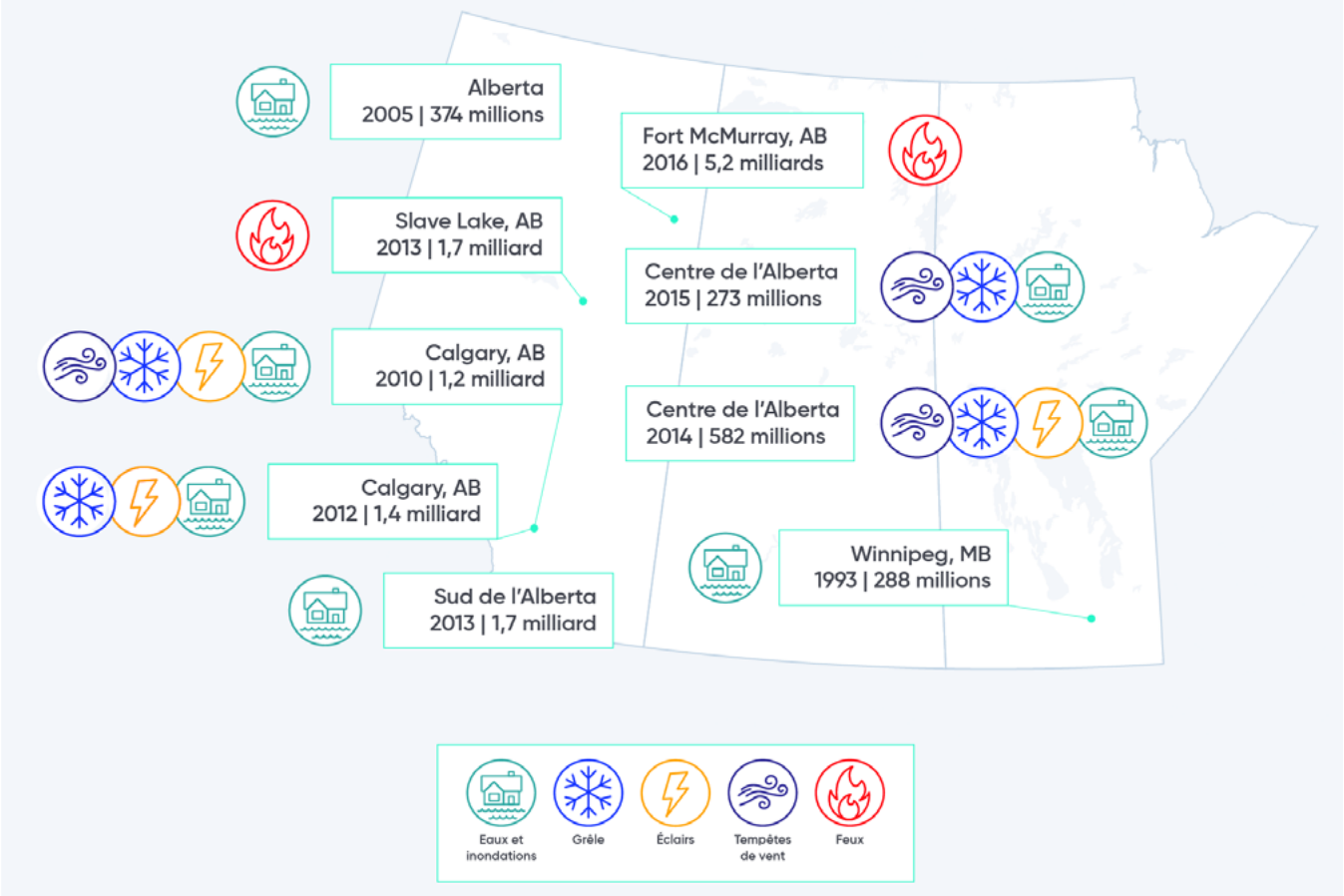



Figure 4.2 : Les impacts économiques des phénomènes météorologiques extrêmes les plus dommageables à ce jour dans les provinces des Prairies. Les coûts représentent les pertes assurées en dollars de 2018. Les coûts totaux sont généralement beaucoup plus élevés. Source des données : Bureau d'assurance du Canada, 2019.

Avec les changements climatiques, les provinces des Prairies devraient être beaucoup moins froides qu'aujourd'hui et connaître des précipitations totales accrues, surtout en hiver et au printemps (Zhang et coll., 2019). L'évaporation augmentera également avec les températures plus élevées, ce qui entraînera des sécheresses plus fréquentes et plus intenses et des déficits d'humidité du sol dans le sud des Prairies pendant l'été (Cohen et coll., 2019). Il y aura beaucoup moins de jours froids, des températures maximales plus élevées et des précipitations plus abondantes, car le réchauffement amplifie la variabilité déjà importante de l'hydroclimat des prairies (voir la figure 4.3). Cette variabilité naturelle sous-tend les changements causés par le réchauffement climatique et explique les différences entre les projections des températures et des précipitations qui ne peuvent pas être expliquées par l'utilisation de différents modèles et scénarios d'émissions de gaz à effet de serre (Barrow et Sauchyn, 2019).

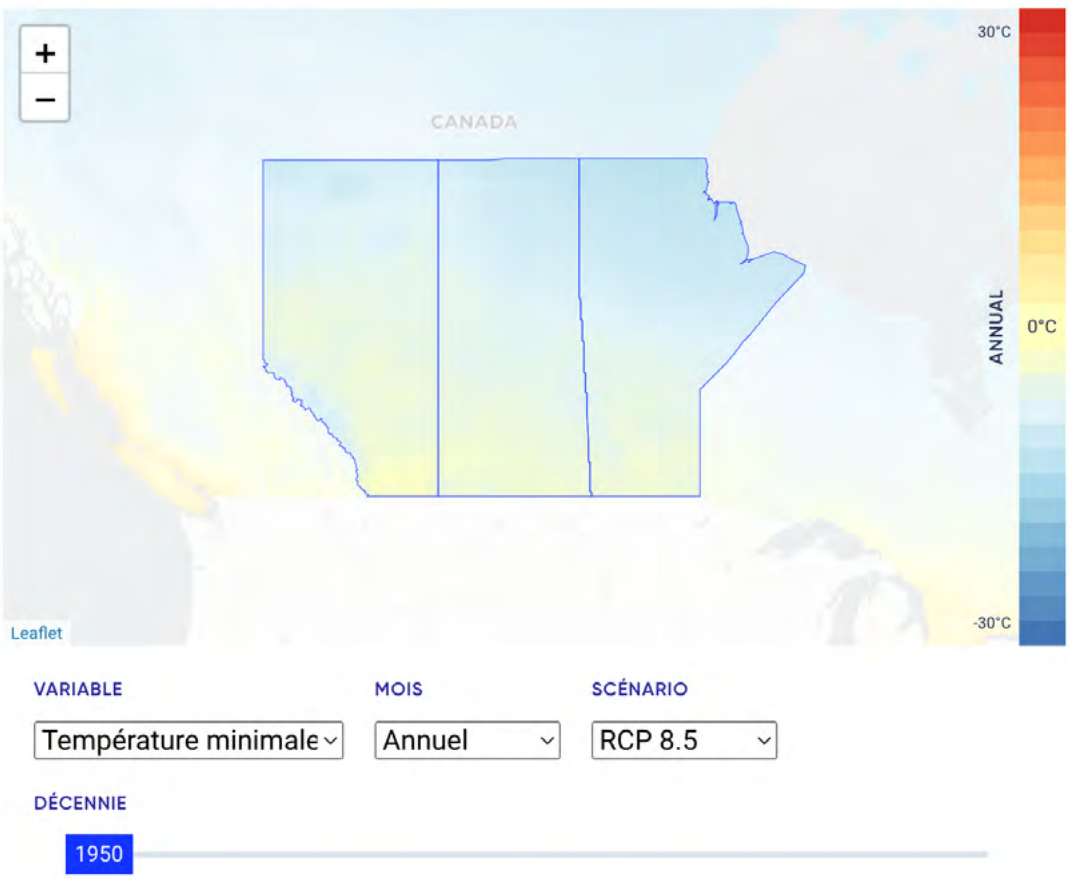



Figure 4.3 : Carte régionale de la région des Prairies illustrant les données historiques et projetées à l'aide du scénario RCP8.5 pour les principales variables des changements climatiques (température hivernale minimale, degrés-jours de croissance et précipitations maximales en un jour) de 1951 à 2100.

Source : donneesclimatiques.ca

Ce chapitre s'appuie sur le chapitre consacré aux Prairies dans l'évaluation nationale précédente (Sauchyn et Kulshreshtha, 2008) en mettant l'accent sur les processus et la planification de l'adaptation et en soulignant les progrès réalisés au cours des dix dernières années. Il se concentre sur les connaissances qui permettent une meilleure adaptation, la planification de la résilience et l'élaboration de politiques. Un thème récurrent dans ce chapitre est la distinction entre les impacts des changements climatiques à évolution lente (tels que les changements de la température moyenne et du régime des précipitations) et l'adaptation à ceux-ci et les changements de la variabilité du climat et la survenance de phénomènes météorologiques extrêmes, qui sont associés à des risques naturels tels que les inondations, la sécheresse et les feux de forêt.

# 4.2 Les écosystèmes des prairies vont se modifier et se transformer à mesure que le climat se réchauffe

Au fur et à mesure que les espèces réagissent aux changements climatiques, de vastes régions de forêt boréale pourraient se transformer en écosystèmes de forêt-parc à trembles et de prairies, tandis que des écosystèmes de montagne entiers pourraient disparaître. Bien que la biodiversité pourrait augmenter globalement, certaines espèces disparaîtront si le rythme du réchauffement dépasse leur capacité d'adaptation. Les interventions en matière d'adaptation sont principalement basées sur des stratégies de conservation normalisées, telles que la réduction des facteurs de stress et des perturbations anthropiques et autres, ainsi que sur la réduction des obstacles aux déplacements.

Dans les provinces des Prairies, les changements climatiques entraîneront des modifications à grande échelle des écosystèmes. Ces changements seront décalés de plusieurs décennies par rapport à l'évolution du climat, et se poursuivront donc pendant longtemps. L'ampleur de la modification des écosystèmes des forêts, des prairies et des forêts-parcs dépendra du rythme des changements climatiques et du succès des mesures d'adaptation. Ces mesures comprennent la plantation d'essences d'arbres adaptées à la sécheresse et la suppression des obstacles aux déplacements causés par les êtres humains, tels que ceux causés par le développement industriel et urbain. Certaines espèces pourraient disparaître lors de la transition des écosystèmes, tandis que dans les montagnes, des écosystèmes entiers pourraient disparaître à mesure que leur enveloppe climatique s'élève. Par contre, le climat associé aux prairies devrait s'étendre, ce qui suggère que les nombreuses espèces en danger dans cette région pourraient en profiter si cela s'accompagne d'une protection et d'une restauration appropriées de l'habitat des prairies.

## 4.2.1 Changements dans les écosystèmes

Sur le long terme, les plantes réagissent aux changements climatiques en modifiant leur aire de répartition. Ces changements passent par la compétition et d'autres interactions interspécifiques (Hargreaves et coll., 2014; HilleRisLambers et coll., 2013). La compétition fait en sorte que les plantes qui existent dans une région particulière sont celles qui sont les mieux adaptées au climat local et aux conditions du site. Lorsque le régime climatique change, l'équilibre établi par la compétition est perturbé et doit être rétabli (Wiens et coll., 2010; Martinez-Meyer et coll., 2004). À grande échelle, cela se manifeste par un lent changement de direction dans la répartition des communautés végétales le long du gradient climatique dominant (Kelly et Goulden, 2008). On décrit souvent ce phénomène comme le fait pour les plantes de « suivre » leur enveloppe climatique, bien qu'il s'agisse en fait d'un processus régi par la compétition (voir le chapitre « Services écosystémiques » et l'encadré 4.1).

## Encadré 4.1 : Mécanismes de transition

Les changements dans l'aire de répartition des espèces accuseront un retard important par rapport aux changements climatiques (Gray et Hamann, 2013). Cela est dû au fait que les systèmes écologiques présentent une certaine inertie, en grande partie un effet de la « priorité du lieu » (HilleRisLambers et coll., 2013; Suttle et coll., 2007). Les plantes déjà établies ne sont pas facilement déplacées par les nouvelles venues, même si le climat est devenu sous-optimal pour elles (Urban et coll., 2012). Les concurrents les plus redoutables finiront par l'emporter, mais il faudra peut-être attendre que la mortalité des plantes existantes leur offre une fenêtre d'opportunité. Cette transition peut prendre des décennies dans les écosystèmes forestiers.

Le tremble offre un bon exemple de ce phénomène. Des études menées le long des pentes orientales des montagnes Rocheuses ont trouvé des semis de tremble poussant à une altitude de 1 500 m, soit 200 m de plus que ce qui avait été enregistré précédemment (Landhäusser et coll., 2010). Tous ces semis poussaient dans des blocs de coupe forestière, qui fournissaient les conditions nécessaires à l'établissement de l'espèce. Le tremble n'a pas pu s'établir dans les peuplements forestiers matures adjacents, même si les conditions climatiques étaient similaires. Ceci implique que l'aire de répartition potentielle du tremble s'est déjà étendue en raison du réchauffement qui s'est produit au cours des dernières décennies. Cependant, la présence de la végétation existante entrave l'utilisation de cette nouvelle aire de répartition. La plupart des espèces sont susceptibles de subir ce genre d'effet retardateur (Gray et Hamann, 2013; Bedford et coll., 2012).

L'exemple du tremble démontre que les taux de perturbation seront un facteur clé régissant le rythme de la transition écologique (Stralberg et coll., 2018; Schneider et coll., 2009; Hogg et coll., 2008). Tout ce qui tue ou affaiblit sérieusement la végétation existante, y compris les perturbations telles que les feux, les sécheresses sévères, les épidémies d'insectes ou les chablis, offre une occasion de rééquilibrage de la compétition et de déplacement des aires de répartition. À l'inverse, les régions qui ne sont pas perturbées connaîtront une transition beaucoup plus lente, malgré les changements climatiques progressifs. Le taux de perturbation naturelle devrait augmenter sous l'effet des changements climatiques, ce qui pourrait accélérer le rythme de la transition écologique (Boucher et coll., 2018; Stralberg et coll., 2018; Wotton et coll., 2017).

Étant donné le rôle joué par les perturbations dans ces transitions écologiques, les frontières des écosystèmes ne se déplaceront pas de manière à former un seul front. Au lieu de cela, les transitions écologiques sont susceptibles d'être largement réparties et éparses, reflétant la répartition éparse des perturbations naturelles (Schneider et coll., 2009). Les types de transitions qui se produisent dans les sites perturbés dépendront du degré de réchauffement climatique qui s'est produit jusqu'à ce point et de facteurs locaux tels que l'humidité du sol et les niveaux de nutriments au moment de la perturbation ou la disponibilité des sources de semences.

La capacité de dispersion est un autre facteur limitant les réponses de la végétation aux changements climatiques (Urban et coll., 2012). La vitesse à laquelle les plantes peuvent envahir de nouveaux paysages, lorsque les conditions sont favorables, dépend de la distance que leurs graines peuvent parcourir et du temps nécessaire aux semis pour atteindre la maturité et produire des graines à leur tour. Le risque de perturbation des relations de codépendance entre les espèces (p. ex. les pollinisateurs et les plantes à fleurs) pourrait également affecter la germination des graines et les schémas de dispersion. Compte tenu du rythme rapide

auquel le climat se réchauffe, de nombreuses espèces ne pourront pas se disperser assez vite pour suivre le rythme de leurs conditions climatiques privilégiées (Corlett et Westcott, 2013). Celles qui le peuvent sont probablement des espèces pionnières, comme l'épilobe à feuilles étroites, qui ont la capacité d'exploiter de nouveaux habitats parfois éloignés. Un corollaire est que les changements climatiques devraient entraîner une multiplication des espèces indigènes et l'arrivée de nouvelles espèces envahissantes (Walther et coll., 2009).

Comme la capacité de dispersion varie selon les espèces, les aires de répartition de ces dernières changeront à des rythmes différents. Ainsi, de nouvelles combinaisons d'espèces devraient se former au sein des écosystèmes pendant la période de transition (Urban et coll., 2012). Le déplacement d'unités écologiques intactes, comme prévu par des modèles bioclimatiques simples, constitue une simplification à outrance (Schneider et coll., 2015).

Les niveaux d'humidité du sol contrôlent les schémas de répartition de la végétation à grande échelle dans les provinces des Prairies (Hogg et Hurdle, 1995; Hogg, 1994). Une prairie mixte occupe les zones les plus sèches de la région, passant à des herbes plus hautes, à une forêt-parc à trembles, à des forêts de trembles fermées et à une forêt boréale en fonction de l'augmentation des niveaux d'humidité (Schneider, 2013; Thorpe, 2011). Les températures plus élevées augmenteront l'évaporation pendant la saison de croissance, ce qui entraînera une baisse de l'humidité du sol, à moins qu'elle ne soit compensée par une augmentation des précipitations saisonnières. Bien que les précipitations annuelles devraient augmenter presque partout dans la région, une grande partie de ces précipitations se produiront au début de l'année et seront probablement insuffisantes pour empêcher la diminution de l'humidité du sol à la fin de l'été (Bonsal et coll., 2019).

Les forêts du nord des provinces des Prairies reçoivent beaucoup moins de précipitations que la plupart des forêts de la Colombie-Britannique et de l'est du Canada (Hogg et Hurdle, 1995). Des températures moyennes plus basses et des taux d'évaporation plus faibles expliquent le bilan hydrique positif et la végétation forestière. Cependant, avec l'augmentation des températures et la diminution de l'humidité du sol, la forêt va se transformer en un type d'écosystème plus ouvert. Il est fort probable que de vastes zones de forêt boréale finiront par se transformer en forêts-parcs à trembles et en prairies, même dans les scénarios de réchauffement les moins élevés (Stralberg et coll., 2018; Ireson et coll., 2015; Schneider et coll., 2015; Hogg et Hurdle, 1995).

En raison du réchauffement progressif, les communautés végétales suivront leurs enveloppes climatiques privilégiées au fur et à mesure qu'elles se déplaceront vers le nord et en amont. Le rythme et le schéma spatial des transitions de la végétation dépendent largement des taux de réchauffement, des taux de perturbation naturelle et des taux de dispersion des espèces individuelles (voir l'encadré 4.1). On prévoit des transitions écosystémiques spectaculaires en Alberta (voir la figure 4.4), car la plupart des zones de faible altitude du nord de l'Alberta sont déjà proches du seuil climatique entre forêt et prairie. Des prairies ouvertes et des collectivités agricoles sont déjà présentes le long de la rivière de la Paix dans le nord de l'Alberta. Le nord de la Saskatchewan et du Manitoba reçoivent plus de précipitations que le nord de l'Alberta, et sont donc moins susceptibles de connaître des transitions similaires. Toutefois, la lisière sud de la forêt

boréale se déplacera sensiblement vers le nord et il est peu probable que les îlots forestiers des parties méridionales de ces provinces restent boisées (Ireson et coll., 2015; Hogg et Bernier, 2005; Henderson et coll., 2002). Avec le réchauffement climatique, les parties méridionales des provinces des Prairies demeureront des écosystèmes de prairie, mais la composition des espèces changera dans les zones qui n'ont pas été converties à l'agriculture. Dans un scénario de faibles émissions, les écosystèmes des prairies de cette région pourraient finir par ressembler aux collectivités des prairies du Montana et du Dakota du Nord (Thorpe, 2011). Des niveaux de réchauffement plus élevés pourraient entraîner un afflux d'espèces qui ne sont pas indigènes au Canada (voir le chapitre « Dimensions internationales »; Thorpe, 2011).

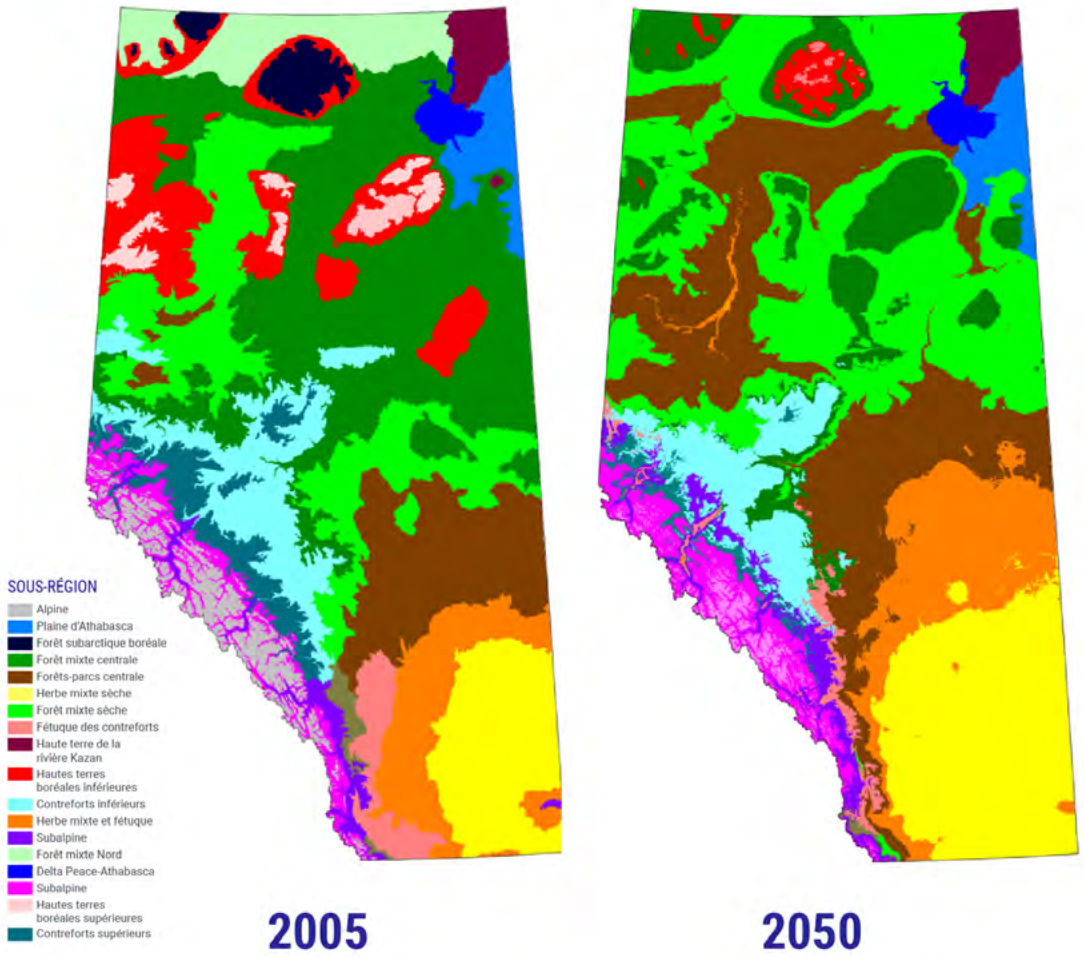



Figure 4.4 : La répartition des principaux types d'écosystèmes de l'Alberta en 2005 (à gauche) et les projections du modèle d'enveloppe bioclimatique de ces écosystèmes pour les années 2050 (à droite), selon un scénario d'émissions moyennes (ECHAM5-A2). Source : Adapté de Schneider et Bayne, 2015.

Les projections du modèle d'enveloppe bioclimatique, telles que celles présentées dans la figure 4.4, prévoient la redistribution de l'équilibre des écosystèmes dans les conditions climatiques futures selon un scénario d'émissions moyennes. Toutefois, comme le climat devrait continuer de changer au moins

pendant une bonne partie du siècle prochain, il faut s'attendre à une période de transition prolongée. Les écosystèmes seront des mélanges complexes d'éléments anciens et nouveaux, ce qui brouillera les limites des écosystèmes et augmentera la diversité des habitats dans la plupart des régions (Savage et Vellend, 2015; Berteaux et coll., 2010).

Une évaporation accrue et une période sans neige plus longue réduiront les niveaux d'eau moyens des zones humides et augmenteront la durée pendant laquelle les zones humides saisonnières seront sèches (Johnson et coll., 2010; Larson, 1995). Ces changements seront plus prononcés dans les prairies du sud, où les déficits d'humidité estivaux représentent déjà la norme. Dans les zones septentrionales, les tourbières prédominent et présentent une résistance considérable aux pertes par évaporation (Kettridge et Waddington, 2014). Néanmoins, la superficie globale des tourbières va lentement se contracter (Schneider et coll., 2015). Dans toutes les zones, les changements seront proportionnels à l'ampleur du réchauffement.

### 4.2.2 Réactions des animaux

Le climat exerce une influence directe et indirecte sur la répartition des animaux, avec des effets différents selon qu'il s'agit de généralistes ou de spécialistes dans leur habitat. Pour les généralistes, les effets directs du réchauffement seront probablement les plus importants. Par exemple, le cerf de Virginie est présent dans de nombreux biomes des Prairies, des forêts boréales aux prairies. On pense que la limite nord de leur aire de répartition est principalement déterminée par la rigueur de l'hiver, qui affecte la survie et la fécondité (Dawe et Boutin, 2016). Ainsi, des hivers plus chauds sont susceptibles d'entraîner une augmentation de leur aire de répartition bien avant que les communautés végétales n'aient réagi. Les preuves d'une telle augmentation de l'aire de répartition induite par le climat s'accumulent déjà dans les provinces des Prairies et dans les régions adjacentes au nord (Dawe et Boutin, 2016; Veitch, 2001).

Pour d'autres espèces animales, un habitat adapté est le facteur clé régissant les changements d'aire de répartition (Nixon et coll., 2016; Kissling et coll., 2010). Par exemple, la chevêche des terriers, une espèce de prairie en voie de disparition à l'extrémité nord de son aire de répartition dans les provinces des Prairies, devrait voir son enveloppe climatique se déplacer assez rapidement vers le nord (Fisher et Bayne, 2014). Toutefois, les chevêches ne pourront pas utiliser cette aire de répartition élargie tant que des écosystèmes de prairie entiers ne seront pas en place, y compris la végétation et les espèces proies appropriées. Ainsi, malgré leur grande mobilité, de nombreuses espèces animales seront incapables de réagir au climat plus rapidement que les espèces de plantes dont elles dépendent en définitive (Nixon et coll., 2016).

### 4.2.3 Implications pour la biodiversité et stratégies d'adaptation

La diversité des espèces au Canada diminue avec l'augmentation de la latitude et est, dans l'ensemble, relativement faible par rapport à de nombreux autres pays (Willig et coll., 2003). Un déplacement vers le nord des enveloppes climatiques devrait stimuler la productivité biotique et la diversité des espèces à toutes les latitudes (Savage et Vellend, 2015; Jia et coll., 2009). Cependant, tous les écosystèmes et les espèces

n'en bénéficieront pas. Par exemple, les écosystèmes alpins des montagnes Rocheuses se contracteront à mesure que les conditions climatiques favorables prendront de l'altitude vers les sommets des montagnes. Les écosystèmes de prairies, qui comptent le plus grand nombre d'espèces en péril dans les provinces des Prairies, bénéficieront de leur propre expansion dans la région boréale du sud (Ireson et coll., 2015; Hogg et Hurdle, 1995).

Ces attentes en matière de schémas de biodiversité sont sujettes à une mise en garde importante. Les espèces doivent avoir la capacité de suivre le rythme des changements climatiques et écologiques à mesure qu'ils se produisent. Si ce n'est pas le cas, le réchauffement peut entraîner la disparition d'espèces plutôt qu'un remaniement des espèces. Bien que les espèces canadiennes aient démontré par le passé leur capacité d'adaptation à des changements climatiques spectaculaires, le rythme actuel sans précédent des changements pourrait empêcher certaines espèces de s'adapter assez rapidement, en particulier celles qui ont une faible capacité de dispersion, de faibles taux de reproduction et de faibles niveaux de variation génétique (Pearson et coll., 2014).

Les paysages des provinces des Prairies sont également fortement touchés par les activités humaines, ce qui limite la capacité d'adaptation des espèces. Ce sont les espèces en péril qui suscitent le plus d'inquiétude, car elles luttent déjà pour leur survie dans les conditions actuelles. Le stress supplémentaire provoqué par les changements rapides des conditions climatiques exacerbe d'autres impacts anthropiques sur les habitats des espèces (Hof et coll., 2011). Par exemple, la chevêche des terriers voit actuellement sa population diminuer, son habitat se resserrant vers le sud, au cœur de son aire de répartition aux États-Unis (COSEPAC, 2006), bien que les conditions climatiques changeantes suggèrent qu'elle devrait pouvoir s'étendre à la limite nord de son aire de répartition lorsque les conditions s'y prêteront. En outre, les petites populations qui subsistent au Canada pourraient ne pas avoir la résilience nécessaire pour résister aux phénomènes météorologiques extrêmes (Fisher et coll., 2015; Oliver et coll., 2013).

Les espèces sont également confrontées à des barrières physiques qui entravent les changements dans leur aire de répartition (Hof et coll., 2011; Melles et coll., 2011). La détérioration de l'habitat constitue l'obstacle le plus répandu et, bien qu'elle ne bloque pas complètement les déplacements, elle ralentit le rythme de l'adaptation. Par exemple, la capacité des espèces des prairies à suivre leur climat de prédilection est susceptible d'être entravée par la présence de terres agricoles gérées de manière intensive (Nixon et coll., 2016). Pour les poissons, la fragmentation des cours d'eau peut réduire l'accès à des cours d'eau dont le climat est optimal (Park et coll., 2008).

Avec un soutien adéquat en matière de gestion, la proportion d'espèces « laissées pour compte » peut être relativement faible dans les scénarios à faibles émissions. Toutefois, un échec généralisé de l'adaptation est une possibilité réelle dans le cadre de scénarios à fortes émissions, qui entraîneront des changements sans précédent (Corlett et Westcott, 2013). Les mesures d'adaptation disponibles sont, pour la plupart, des éléments de la boîte à outils de conservation habituelle (Schneider, 2014; Heller et Zavaleta, 2009). Une des principales approches consiste à réduire les facteurs de stress anthropiques, tels que la perte d'habitat, afin d'améliorer la vitalité et la résilience générales des espèces, renforçant ainsi leur capacité d'adaptation.

Les stratégies de gestion conçues pour réduire au minimum les impacts des perturbations humaines sont primordiales. Dans la gestion des écosystèmes de forêts et de prairies, il est important que les objectifs de conservation soient dynamiques, plutôt que planifiés sur la base des conditions historiques. Le défi consiste

à mettre au point un système de planification qui fait preuve de souplesse, tout en se prémunissant contre les activités incompatibles avec les objectifs de conservation. Il est également nécessaire d'intégrer les changements climatiques aux cadres réglementaires et stratégiques qui appuient la conservation. Le Conseil canadien des ministres des forêts a mis au point une boîte à outils pour aider les gestionnaires de forêts à déterminer la vulnérabilité aux changements climatiques de leurs systèmes de gestion forestière. La pièce maîtresse de cette boîte à outils est un guide (Edwards et coll., 2015) qui accompagne les gestionnaires de forêts dans l'évaluation de la vulnérabilité et la planification de l'adaptation.

Une autre stratégie importante consiste à supprimer ou à réduire au minimum les obstacles aux déplacements, par exemple en restaurant des paysages précédemment perturbés. Des zones protégées stratégiquement situées peuvent également faciliter les déplacements des espèces (Nantel et coll., 2014; Nunez et coll., 2013). Les espèces qui ne sont pas en mesure de suivre efficacement les changements climatiques peuvent avoir besoin d'un soutien actif sous forme de migration assistée (Gallagher et coll., 2015; Warren et Lemmen, 2014). La migration assistée est une option d'adaptation réalisable qui peut être mise en œuvre dès maintenant pour se préparer aux impacts futurs, tels que la sécheresse ou des températures plus élevées, et aux changements d'habitat qui en résulteront (Warren et Lemmen, 2014; Ste-Marie et coll., 2011). Cette forme de migration peut comprendre les éléments suivants : i) l'expansion assistée de populations, en déplaçant des populations (c. à d. des semences) d'autres endroits vers des sites situés dans l'aire de répartition actuelle de l'espèce afin d'améliorer la productivité et la santé au fur et à mesure que le climat change; ii) l'expansion assistée de l'aire de répartition, en déplaçant des semences vers des endroits situés un peu au-delà de l'aire de répartition actuelle de l'espèce, où le climat dans un avenir proche devrait être propice à la croissance de l'espèce; et iii) le transfert d'espèces exotiques, en déplaçant une espèce bien au-delà de son aire de répartition actuelle vers un endroit où elle n'a pas été établie dans le passé (p. ex. vers une nouvelle écorégion ou un continent différent) (voir Ste-Marie, et coll., 2011, pour un examen complet de la migration assistée dans le contexte canadien).

## 4.3 Les inondations, sécheresses et feux de forêt s'aggravent

L'aggravation des phénomènes météorologiques extrêmes en raison des changements climatiques constituera probablement un défi majeur pour les provinces des Prairies. Les impacts des inondations, des sécheresses et des feux de forêt au cours des dernières années sont sans précédent et les modèles climatiques prévoient un risque accru de ces phénomènes dans le futur. Les administrations municipales et provinciales y font face en proposant des politiques, des structures et des pratiques visant à réduire les impacts des phénomènes météorologiques extrêmes.

Les phénomènes météorologiques extrêmes récents dans les provinces des Prairies, y compris les inondations, les sécheresses et les feux de forêt, sont les catastrophes naturelles les plus coûteuses dans l'histoire du pays. Cela inclut des mois de sécheresse record et des niveaux d'eau historiquement élevés.

La fréquence et la gravité accrues des phénomènes météorologiques extrêmes se conjugueront à un changement plus graduel des conditions moyennes, ce qui nécessitera une adaptation pour se préparer à un éventail plus large de conditions météorologiques et à des changements dans la répartition des ressources en eau. En fin de compte, les pénuries d'eau seraient les plus dommageables, entraînant des impacts sociaux et environnementaux, ainsi que des pertes économiques dues à la perte de productivité dans les secteurs agricole, forestier, énergétique et minier (c'est-à-dire l'extraction des sables bitumineux et l'extraction de potasse par dissolution).

## 4.3.1 Dangers liés au climat

Les conditions météorologiques extrêmes constituent le risque climatique le plus imminent pour les provinces des Prairies, comme on peut le constater à la lumière des phénomènes catastrophiques des 10 dernières années (voir la figure 4.2). Des extrêmes en termes de précipitations et de températures entraînent des impacts comme des inondations, des sécheresses et des feux de forêt (voir l'encadré 4.2). Étant donné la vaste superficie des provinces des Prairies ainsi que leur grande diversité hydroclimatique, il n'est pas inhabituel que certaines parties de la région subissent des sécheresses et des feux de forêt simultanément alors que d'autres collectivités sont inondées (Brimelow et coll., 2014). Les phénomènes météorologiques extrêmes qui se superposent aux tendances à long terme de l'évolution des conditions climatiques moyennes ont des impacts sociaux et économiques importants qui posent des problèmes multiples sur le plan de la gestion durable de l'eau, des forêts et des sols.

Le réchauffement climatique pourrait avoir des impacts profonds et immédiats sur l'activité des feux de forêt. La superficie des forêts brûlées au Canada a déjà augmenté, principalement en raison du réchauffement causé par les activités humaines (Gillett et coll., 2004). Les températures plus élevées prolongent la saison des feux (Albert-Green et coll., 2013) et sont associées à une augmentation des coups de foudre (Romps et coll., 2014). Plus important encore, les températures plus élevées conduisent à des combustibles plus secs, car l'humidité du sol et des plantes est perdue au profit d'une atmosphère plus chaude (Flannigan et coll., 2016). La quantité d'humidité retenue par l'atmosphère augmente de façon presque exponentielle avec la hausse de la température. Presque aucun des scénarios futurs ne prévoit une augmentation suffisante des précipitations pour compenser l'effet desséchant des températures plus élevées. Les combustibles plus secs facilitent le démarrage, la propagation et la combustion plus intense des feux, ce qui les rend plus difficiles à éteindre (voir la vidéo 4.1).




Vidéo 4.1 : Les pompiers Métis luttant contre les feux de végétation sont profondément liés à la terre, à leur culture et aux conséquences des changements climatiques dans les prairies canadiennes (disponible avec sous-titres en français). Source : Métis National Council et Prairie Climate Centre, 2020. https://youtu.be/Px4eDr8ozys

## Encadré 4.2 : Évaluation du risque d'inondation et d'autres dangers naturels en Saskatchewan

La province de la Saskatchewan a réalisé une évaluation approfondie des dangers naturels en 2018 (Wittrock et coll., 2018). Le risque global, soit la combinaison de la probabilité et de l'impact, a été évalué pour dix dangers liés au climat (voir le tableau 4.2). La probabilité était fondée sur l'analyse des relevés météorologiques et des projections des modèles climatiques, tandis que le niveau d'impact était estimé à l'aide de données sur les événements météorologiques passés et de renseignements obtenus lors de consultations avec les parties prenantes et les experts du secteur.

## Tableau 4.2 : Degré de risque global des dangers naturels liés au climat en Saskatchewan

| DANGERS NATURELS | RISQUE ACTUEL[1] | RISQUE AU MILIEU DU SIÈCLE[2] |
|---|---|---|
| Sécheresse | Élevé | Élevé à extrême |
| Orages convectifs en été | Élevé | Élevé à extrême |
| Feux de forêt | Modéré à élevé | Modéré à élevé |
| Tempêtes hivernales | Modéré à élevé | Modéré à élevé |
| Inondations | Modéré | Modéré à élevé |
| Feux d'herbe | Modéré | Modéré à élevé |
| Inondation due au ruissellement des plaines | Modéré | Modéré |
| Débordement d'un lac | Modéré | Modéré |
| Inondation due au ruissellement des montagnes | Faible à modéré | Faible à modéré |
| Débordement des eaux souterraines | Faible | Faible |

1 Le pire scénario plausible selon les événements historiques

2 Risques dans les conditions prévues pour le milieu du 21e siècle

SOURCE : WITTROCK ET COLL., 2018.

Cette analyse indique que le risque futur de sécheresses et d'orages convectifs en été augmente jusqu'à devenir « extrême », car le réchauffement amplifie la gravité de ces événements météorologiques. Cet effet se traduit également par un risque accru d'inondation des terres lorsque les précipitations deviennent plus abondantes. Les inondations seront de plus en plus provoquées par de fortes pluies ou des pluies sur la neige, alors que la prévalence historique des inondations est le résultat du ruissellement de la fonte des neiges au printemps (Pomeroy et coll., 2015).

Cette évaluation des risques s'applique aux trois provinces des Prairies, à deux exceptions près. Le risque d'inondation par le ruissellement des montagnes est beaucoup plus élevé pour les centres urbains de l'Alberta étant donné leur plus grande proximité avec les montagnes Rocheuses. Au Manitoba, le risque d'inondation par les eaux de ruissellement des plaines est plus élevé qu'en Saskatchewan, notamment dans les bassins de la rivière Rouge et de la rivière Assiniboine. Outre ces exceptions, les provinces des Prairies subissent une exposition et des conséquences similaires à la sécheresse, aux feux de forêt et aux tempêtes, les dangers liés aux conditions météorologiques qui représentent le plus grand risque à court terme dans la région.

## 4.3.2 Dangers hydrologiques

Les provinces des Prairies sont caractérisées par une grande variabilité interannuelle et des phénomènes hydroclimatiques extrêmes. La présence simultanée de conditions humides et sèches dans la région n'est pas rare; elles se produisent, par exemple, lorsque la haute pression dans l'ouest des Prairies détourne les masses d'air humide vers l'est (p. ex. Szeto et coll., 2011; Rannie, 2006; Liu et coll., 2004).

Tant les changements graduels et à long terme des niveaux d'eau que les fluctuations extrêmes de l'environnement de référence en constante évolution auront des impacts et nécessiteront une adaptation. La distribution de l'eau et la conception des structures de stockage et d'acheminement, comme les réservoirs et les tuyaux d'irrigation, sont principalement basées sur les niveaux d'eau moyens saisonniers. Par ailleurs, les ressources en eau sont gérées de manière à prévenir les effets néfastes des inondations et de la sécheresse.

La sécheresse pluriannuelle la plus récente dans les provinces des Prairies, qui s'est étendue de 1999 à 2004, a fait l'objet de nombreuses analyses (p. ex. Hanesiak et coll., 2011; Bonsal et coll., 2011; Wheaton et coll., 2008). Elle a été suivie d'une période de conditions relativement humides de 2005 à 2019, à l'exception de quelques sécheresses intenses de durée saisonnière, notamment de l'été 2008 à l'hiver 2009-2010 (Wittrock et coll., 2010), de l'été 2015 (Szeto et coll., 2016), du printemps/été 2017 (Jencso et coll., 2019) et du printemps/été 2019 (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2019). Bien que les sécheresses et les inondations sont difficiles à prévoir, leur probabilité est fortement liée aux fluctuations périodiques des températures de surface de la mer dans l'océan Pacifique, connues sous le nom d'oscillation décennale du Pacifique (ODP) et d'oscillation australe El Niño (ENSO) (voir l'encadré 2.5 dans Bush et coll., 2019). L'incertitude quant aux quantités et aux extrêmes des précipitations futures projetées dépend en grande partie de la capacité des modèles à simuler la variabilité interne du climat régional — comme les changements dans les téléconnexions entre les oscillations océan-atmosphère (c'est-à-dire l'ENSO et l'ODP) et dans l'hydroclimat régional (Barrow et Sauchyn, 2019) — et, dans une moindre mesure, de l'utilisation de différents modèles et scénarios d'émissions de gaz à effet de serre.

Les impacts des excès et des déficits en eau diffèrent selon le moment, la durée, l'intensité et l'étendue des inondations et des sécheresses. La sécheresse météorologique (manque de pluie) peut affecter immédiatement l'agriculture en zone aride, tandis que la sécheresse hydrologique (faibles niveaux d'eau) affecte l'irrigation et l'approvisionnement en eau municipale et industrielle. Les impacts cumulés d'une longue période de bas niveaux d'eau contrastent avec l'effet d'une sécheresse courte et intense. Les inondations ont

été les plus dommageables le long de la rivière Rouge au Manitoba et des rivières qui coulent des montagnes Rocheuses, où sont concentrés les centres de population. Dans les Prairies, cependant, l'inondation des terres agricoles est courante étant donné la grande surface de stockage des dépressions (y compris les marécages et les zones humides). Une tempête de pluie torrentielle près de Vanguard, en Saskatchewan, le 3 juillet 2000, a fait tomber 375 mm de pluie en huit heures, et on estime que 62 % de cette eau a été retenue dans le paysage (Hunter et coll., 2002). Si la sécheresse entraîne des pertes de récoltes sur de grandes surfaces, les inondations peuvent empêcher l'ensemencement des cultures, comme cela s'est produit en 2011 sur 5,5 millions d'hectares, principalement au Manitoba (Brimelow et coll., 2014). Les lacs Quill du centre-est de la Saskatchewan ont pris une telle ampleur qu'ils ne forment plus qu'un seul grand lac inondant des milliers d'hectares de terres agricoles, de voies ferrées et d'autoroutes provinciales (Water Security Agency, 2016).

Des études sur la sécheresse de 2015 (Szeto et coll., 2016) ainsi que sur les inondations de 2013 dans le sud ouest de l'Alberta (Teufel et coll., 2017; Pomeroy et coll., 2015) et celles de 2014 dans le bassin de la rivière Assiniboine en Saskatchewan et au Manitoba (Szeto et coll., 2016) ont conclu que ces événements naturels étaient intensifiés par les changements climatiques causés par les activités humaines. L'analyse des données pluviométriques générées par les modèles climatiques indique qu'un réchauffement du climat entraînera un changement significatif par rapport aux valeurs historiques en ce qui concerne l'intensité, la durée et la fréquence des précipitations (Bonsal et coll., 2019). Par exemple, les projections climatiques pour Saskatoon révèlent une augmentation de l'intensité des précipitations extrêmes de courte durée et une diminution de la durée de la période de retour entre ces événements, les précipitations les plus intenses se produisant vers la fin du XXIe siècle selon le scénario de fortes émissions RCP8.5 (Alam et Elshorbagy, 2015).

Une augmentation de l'intensité des précipitations est l'un des changements les plus régulièrement prévus à l'échelle mondiale (GIEC, 2014), nationale (Zhang et coll., 2019) et régionale (Gizaw et Gan, 2015). Dans les Prairies, les terres agricoles et les infrastructures pourraient être périodiquement inondées par des précipitations excessives en hiver qui, dans les décennies à venir, sont de plus en plus susceptibles de tomber sous forme de pluie. Cet excès d'eau se produira lorsque le climat plus chaud convergera avec la phase humide de l'ODP et de l'ENSO. De même, l'amplitude des phases sèches augmentera également en l'absence de pluie, mais aussi avec des températures plus élevées que par le passé (Tan et coll., 2019). Les projections climatiques suggèrent un risque croissant de sécheresse dans les Prairies, en particulier en été et en automne (Bonsal et coll., 2019). Le pire scénario pour les provinces des Prairies est la répétition d'années consécutives de sécheresse grave, comme celles qui se sont produites dans les années 1930 et au cours des siècles précédents (Sauchyn et coll., 2015).

## 4.3.3 Impacts sociétaux

Les inondations de 2013 à Calgary et les feux de forêt de 2016 à Fort McMurray représentent deux des catastrophes naturelles les plus coûteuses de l'histoire du Canada et fournissent des exemples dramatiques d'impacts sociétaux découlant de phénomènes météorologiques extrêmes. Ils donnent également un aperçu des mesures prises pour réduire ces impacts à l'avenir (voir l'étude de cas 4.1) et mettent en évidence les liens entre les changements climatiques et les catastrophes naturelles (voir l'étude de cas PR 2).

## Étude de cas 4.1 : Politiques et mesures visant à réduire le risque d'inondation dans la ville de Calgary

En 2013, Calgary a été frappée par la plus grande inondation depuis le début du XIXe siècle (Ville de Calgary, 2017). Les résidences et les entreprises situées dans les quartiers historiques et au cœur du centre-ville ont subi des dommages dévastateurs à la suite d'inondations causées par l'eau des rivières et l'eau de ruissellement (voir la figure 4.5). La circulation a été perturbée, les entreprises ont été fermées et les services de proximité ont été touchés. Les dommages causés se sont chiffrés à 6 milliards de dollars, dont plus de 400 millions de dollars pour les infrastructures de la ville de Calgary (Ville de Calgary, 2017). Le centre-ville en particulier a été durement touché par les pannes d'électricité et de nombreuses entreprises n'ont pas été accessibles pendant au moins six jours. Il est essentiel de renforcer la protection contre les inondations dans cette région, surtout si l'on considère que 124 sièges sociaux d'entreprises y sont situés et fournissent plus de 99 000 emplois, soit environ 20 % du nombre total d'emplois à Calgary (Ville de Calgary, 2019a).




Figure 4.5 : Dommages et rétablissement suite aux inondations de Calgary en juin 2013 : a) niveaux d'eau presque records sur la rivière Bow, b) perturbation des transports urbains, c) inondation du centre-ville, et d) mur d'endiguement de West Eau Claire. Photos gracieuseté de : Ville de Calgary.

Le renforcement de la résilience aux inondations est une priorité majeure pour la ville de Calgary (Ville de Calgary, 2017). La ville a adopté une approche holistique de la réduction des inondations, en employant de multiples lignes de défense au niveau des bassins versants, des collectivités et des propriétés. Une évaluation complète des mesures d'atténuation des inondations, par exemple, a permis de constater la nécessité d'une combinaison de mesures d'adaptation en amont, à l'échelle locale et de la propriété, ainsi que d'une planification et d'une politique visant à réduire les risques d'inondation et les dommages potentiels (voir la figure 4.6; Ville de Calgary, 2017).

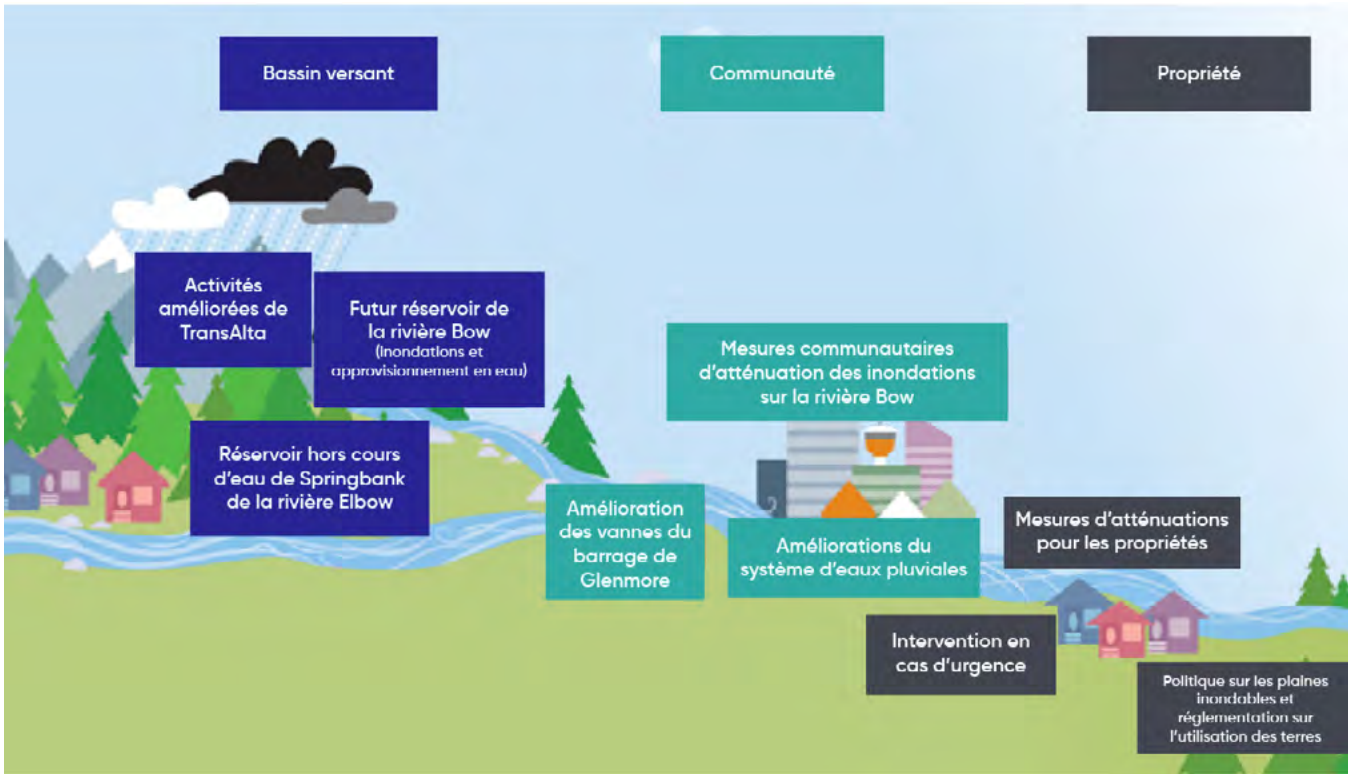



Figure 4.6 : Représentation visuelle des principales mesures d'adaptation du plan de résilience aux inondations de Calgary. Le plan repose sur une approche à trois niveaux : 1) protection contre les inondations en amont sur les rivières Bow et Elbow pour augmenter le stockage de l'eau et aider à ralentir les grands débits provenant des montagnes, 2) protection contre les inondations à l'échelle de la collectivité par l'installation et la modernisation d'infrastructures permanentes, et 3) protection contre les inondations à l'échelle des propriétés par la modification des règlements et des règlements administratifs liés à la construction, la limitation des types de développement dans les zones inondables et par l'éducation du public. Source : Ville de Calgary, 2019b.

Le rapport d'évaluation des mesures d'atténuation des inondations de la ville (Ville de Calgary, 2017) s'est concentré sur la protection contre un événement similaire à celui de 2013, avec une protection accrue dans les zones critiques telles que le centre-ville et les quartiers les plus à risque. Une combinaison de barrières et de protocoles d'opération de contrôle des inondations dans les réservoirs existants viennent appuyer le plan, bien que son succès dépende également de la capacité des réservoirs en amont à fournir un niveau élevé de

protection, afin d'éviter de déplacer les collectivités. Les inondations dues aux eaux de ruissellement et un certain nombre de projets visant à réduire le refoulement des eaux de ruissellement des rivières inondées ont également été pris en compte dans le plan d'atténuation des inondations de la ville. En 2015, le gouvernement de l'Alberta a affecté 150 millions de dollars sur 10 ans à la ville de Calgary afin de mettre en œuvre des projets visant à réduire les risques d'inondation par le biais de l'Alberta Community Resilience Program (Gouvernement de l'Alberta, 2015).

## Étude de cas 4.2 : Les feux de forêt de 2016 à Fort McMurray

Les feux de forêt sont le processus fondamental responsable de la diversité des paysages dans les forêts des Prairies canadiennes. Les feux de forêt peuvent toutefois menacer la vie humaine, les collectivités et les activités commerciales et industrielles de première importance. Un feu de forêt d'origine humaine a été découvert le 1er mai 2016 à environ 7 km à l'ouest de Fort McMurray, en Alberta. Ce feu de forêt de haute intensité et se déplaçait rapidement et s'est propagé dans la ville deux jours plus tard (voir la figure 4.7). Le feu a forcé l'évacuation d'environ 90 000 personnes, a détruit 2 800 bâtiments et a brûlé une superficie de 590 000 hectares (soit légèrement plus grand que l'Île-du-Prince-Édouard) (Kochtubajda et coll., 2017). Le feu de Fort McMurray a été la catastrophe naturelle la plus coûteuse de l'histoire du Canada, entraînant des pertes assurables d'un peu moins de 4 milliards de dollars et un impact négatif sur le PIB national (voir le chapitre « Impacts sur les secteurs et mesures d'adaptation connexes »).



Figure 4.7 : Les feux de forêt de 2016 à Fort McMurray. Source : Shutterstock.

Trois facteurs influencent l'activité des feux de forêt : le combustible (type, structure, quantité et humidité), l'allumage (par les humains ou la foudre) et le temps propice aux incendies (généralement chaud, sec et venteux) (Wotton et coll., 2017). Ces trois facteurs se sont conjugués pour le feu de Fort McMurray avec un combustible extrêmement sec, un allumage humain et des conditions chaudes, sèches et venteuses.

D'autres feux de forêt de grande ampleur et de haute intensité comme celui de Fort McMurray sont prévus selon les projections actuelles des changements climatiques (Zhang et coll., 2019; Flannigan et coll., 2009). Des recherches récentes indiquent que le risque d'incendies extrêmes dans l'Ouest du Canada a été multiplié par un facteur de 1,5 à 6 en raison des changements climatiques d'origine humaine (Zheng et coll., 2019; Kirchmeier-Young et coll., 2017), et que les phénomènes météorologiques extrêmes du printemps pour les feux dans l'Ouest du Canada sont très probablement un effet du réchauffement d'origine humaine (Tan et coll., 2019).

Le potentiel d'interactions entre la société et le feu augmentera dans un monde plus chaud, ce qui exigera que les gens s'adaptent à vivre aux côtés des feux de forêt, tout en s'efforçant de réduire la probabilité qu'ils menacent les collectivités et d'autres biens. Les impacts des feux de forêt sont le résultat d'un réchauffement du climat et d'un développement accru dans les zones forestières. Chaque année, le nombre de jours pendant lesquels il existe un risque d'incendie non maîtrisable devrait plus que doubler (entre les périodes 1971–2000 et 2081–2099) dans certaines parties de la forêt boréale du nord des Prairies (Wotton et coll., 2017). Le danger des feux de forêt peut être réduit à l'échelle des collectivités grâce à des mesures telles que la réduction des risques associés à la végétation située à proximité des bâtiments et la réduction de l'utilisation d'éléments de construction inflammables (FireSmart Canada, 2020). Les recommandations de FireSmart peuvent être appliquées au niveau du paysage en utilisant des pratiques de récolte de bois et de reboisement pour morceler de grandes zones contiguës de couverture de conifères et pour établir des zones de faible inflammabilité avec des espèces à feuilles caduques telles que le tremble (Volney et Hirsch, 2005). Des examens détaillés des options d'adaptation pour la gestion forestière sont disponibles (voir le chapitre « Impacts pour les secteurs et mesures d'adaptation connexes »; Gauthier et coll., 2014; Ogden et Innes, 2009, 2007).

Les impacts des phénomènes météorologiques extrêmes diffèrent considérablement entre les collectivités et les groupes sociaux, en fonction de leurs moyens de subsistance et de leur accès au capital social, économique et naturel (Diaz et coll., 2016). Par exemple, les collectivités autochtones ont souffert de manière disproportionnée des inondations parce qu'elles vivaient dans des logements de mauvaise qualité souvent situés dans des zones de basse altitude et à proximité de rivières (Wittrock et coll., 2012, 2011). Les effets de la sécheresse sur la santé (Yusa et coll., 2015) comprennent les éléments suivants : conséquences sur la santé respiratoire et mentale; risques pour la sécurité alimentaire et hydrique; et exposition accrue aux blessures, aux maladies et à la pollution, y compris l'exposition aux toxines. Par exemple, pendant la sécheresse de 2001–2002, la poussière soulevée par le vent a eu diverses conséquences sur la santé, notamment des accidents de la route qui ont entraîné des décès (Wheaton et coll., 2008). De multiples phénomènes extrêmes, tels que les sécheresses, les feux de forêt et les inondations, aggravent les dommages et les coûts pour les collectivités et les économies, et peuvent même entraîner des réclamations

d'assurance simultanées pour des dommages causés par des inondations et des sécheresses, comme cela s'est produit en 2009 dans le sud du Manitoba (Brimelow et coll., 2014). Les effets de la sécheresse sont moins immédiats que ceux des inondations et des feux de forêt, mais les mauvaises récoltes, l'érosion des sols et les tempêtes de poussière ont toujours été parmi les conséquences les plus graves associées à la sécheresse (Wheaton et coll., 2008). L'adoption à grande échelle du labour minimal du sol et du semis direct dans les paysages agricoles des Prairies a presque éliminé les tempêtes de poussière pendant les étés secs. Toutefois, on peut craindre que les producteurs soient tentés d'abandonner les mesures d'adaptation à la sécheresse, telles que la culture sans labour et les brise-vent, pendant les cycles humides, comme ceux qui se sont produits du début au milieu des années 2010 (Rempel et coll., 2017).

Les renseignements les plus fiables sur les impacts des phénomènes extrêmes sont fournis par ceux qui sont ou ont été touchés, car ils peuvent offrir un savoir fondé sur l'expérience « intense et richement contextuel » (Marchildon et coll., 2016). Les connaissances locales et autochtones peuvent fournir des renseignements sur la préparation aux événements extrêmes et la planification des interventions : « Alors que les plans de secours en cas de catastrophe et d'adaptation au climat aux niveaux national et infranational doivent se concentrer sur le dossier scientifique […] les gouvernements locaux responsables de zones plus petites devraient être en mesure de s'adapter aux différences locales » (Marchildon et coll., 2016). Les conditions locales (p. ex. le sol et la topographie, le capital social, financier et naturel ainsi que la capacité d'adaptation) peuvent exacerber ou réduire les impacts des extrêmes climatiques. Par exemple, la vulnérabilité d'une collectivité à la sécheresse peut dépendre fortement de la stabilité de son approvisionnement en eau (Wittrock et coll., 2011).

## 4.4 La gestion collaborative de l'eau réduit les impacts négatifs

La politique et la planification régionales de l'aménagement des terres, ainsi que la préparation aux situations d'urgence, sont essentielles pour réduire les effets des inondations et de la sécheresse dans les provinces des Prairies. Une collaboration est nécessaire entre tous les ordres de gouvernement, et avec les parties prenantes telles que les groupes de gestion des bassins, les municipalités rurales et les districts de conservation, afin de mettre en œuvre ces mesures d'adaptation et de promouvoir des pratiques qui préviennent ou réduisent au minimum les effets négatifs des excès et des pénuries d'eau.

Les provinces des Prairies ont une grande expérience en matière d'excès et de pénurie d'eau et ont mis au point d'importants mécanismes d'adaptation à la variabilité du climat. Si nombre de ces mécanismes sont adaptés à la sécheresse, certains permettent également de lutter contre les inondations et l'humidité excessive. La gestion soutenue des débits d'eau par les barrages, les dérivations et les prélèvements dans les Prairies rend difficile la détection des changements liés au climat; la gestion adaptative des ressources en eau peut contribuer à compenser les changements dans la disponibilité des approvisionnements en eau, tout en réduisant les effets des inondations et des sécheresses.

## 4.4.1 Mécanismes institutionnels

### Échelle interprovinciale

L'approche décentralisée du Canada en matière de gouvernance de l'eau donne aux provinces une autonomie considérable en ce qui concerne les décisions relatives à l'eau (Heinmiller, 2018). Le Prairie Provinces Water Board (PPWB) est une institution qui existe depuis 1948 pour encourager la coopération en matière de gestion de l'eau entre les provinces de l'Alberta, de la Saskatchewan et du Manitoba. Le Master Agreement on Apportionment (MAA) a été créé par la PPWB en 1969 (Heinmiller, 2018) et stipule que pour une année donnée, chaque province a droit à la moitié du débit naturel des rivières interprovinciales, tel que mesuré à la frontière provinciale (Prairie Provinces Water Board, 2015). Le MAA supprime ainsi les incertitudes potentielles liées à la politique interprovinciale lorsqu'il s'agit de faire face à la pénurie d'eau. Il fournit aux gestionnaires de l'eau de chaque province un quota clair de la quantité d'eau disponible qu'ils vont gérer, même si la quantité réelle d'eau dans la rivière est incertaine ou très variable.

Bien que le PPWB et le MAA fournissent cet important mécanisme pour faire face aux extrêmes hydroclimatiques, en particulier la sécheresse, ils peuvent également être inflexibles dans des conditions climatiques changeantes, étant donné la répartition strictement définie des eaux de surface entre les provinces des Prairies. Le PPWB a examiné la question de la résilience du MAA dans le cadre de divers scénarios climatiques (Prairie Provinces Water Board, 2014). Ce type d'exercice stratégique démontre un des avantages de la PPWB et des réseaux de gouvernance interprovinciaux qu'elle favorise.

### Échelle provinciale

Chacune des provinces des Prairies a une approche différente pour faire face aux extrêmes hydroclimatiques. Par exemple, l'Alberta utilise un système de plafonnement et d'échange pour réaffecter les licences d'utilisation de l'eau en période de pénurie tandis que la Saskatchewan et le Manitoba adoptent une approche plus centralisée avec une forte surveillance gouvernementale (Heinmiller, 2018; gouvernement du Manitoba, 2018). L'Alberta permet la création de marchés de l'eau à l'échelle régionale pour réaffecter l'eau d'utilisations à faible valeur à des utilisations à forte valeur lorsque la sécheresse menace le statu quo. Bien qu'il s'agisse d'un mécanisme institutionnel potentiellement utile, des préoccupations ont été soulevées quant aux questions de justice et d'équité qui pourraient se poser (Hurlbert et Gupta, 2017). Par exemple, la baisse du débit estival des rivières des montagnes Rocheuses pourrait affecter les allocations d'eau dans le sud de l'Alberta, en particulier pour les titulaires de permis junior, puisque les principaux districts d'irrigation détiennent les permis seniors. L'effet des bas niveaux d'eau dans le bassin de la rivière Saskatchewan Sud (BRSS) s'est quelque peu atténué après la sécheresse de 2001-2002 lorsque le transfert des droits d'eau a été introduit et que le gouvernement de l'Alberta a fermé une grande partie du BRSS à de nouvelles allocations d'eau de surface (Gouvernement de l'Alberta, 2006). L'approche plus centralisée de la Saskatchewan peut limiter les occasions de partage et d'apprentissage des mécanismes de réponse à la sécheresse et d'autres défis d'adaptation entre les parties prenantes touchées (Hurlbert et Gupta, 2017).

Les expériences antérieures des provinces des Prairies en matière d'eau et de phénomènes météorologiques extrêmes ont conduit à l'élaboration de mécanismes importants pour l'adaptation à la variabilité climatique.

Les trois provinces ont un plan pour la sécheresse, qui est la pire menace dans la région (voir le tableau 4.3), et le plan de l'Alberta aborde également les risques d'humidité excessive, démontrant comment certains mécanismes adaptés à la sécheresse pourraient être reconvertis pour répondre aux préoccupations concernant les inondations et l'humidité excessive. Le plan de la Saskatchewan est principalement axé sur les risques agricoles, car la planification de la sécheresse fait partie du mandat plus large et du plan sur 25 ans de l'Agence de sécurité de l'eau. La planification de la sécheresse au Manitoba semble tenir compte des impacts environnementaux, économiques et sociétaux plus larges. Tous les plans tiennent compte, dans une certaine mesure, des changements climatiques.

## Tableau 4.3 : Planification provinciale de la sécheresse : Quelques caractéristiques et états

| PROVINCE | DERNIER RAPPORT | MINISTÈRE(S) RESPONSABLE(S) | LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SONT-ILS PRIS EN COMPTE? | PROCHAINES ÉTAPES? (EXEMPLES) | ÉTAPE DE LA MISE EN ŒUVRE (EXEMPLES) |
|---|---|---|---|---|---|
| Alberta | Alberta's Agriculture Drought and Excess Moisture Risk Management Plan (2016) | Ministère de l'Agriculture et de la Foresterie | Oui | Une amélioration continue est envisagée | Groupe de consultation sur la sécheresse et l'excès d'humidité |
| Saskatchewan | Plan de sécurité de l'eau de la Saskatchewan sur 25 ans (2012)* | Ministère de l'Agriculture, Agence de sécurité de l'eau | Oui | Plusieurs sont énumérées (p. ex. la coordination de la surveillance de l'humidité, les nouvelles infrastructures) | Le comité de surveillance de l'humidité se réunit selon les besoins |

| PROVINCE | DERNIER RAPPORT | MINISTÈRE(S) RESPONSABLE(S) | LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SONT-ILS PRIS EN COMPTE? | PROCHAINES ÉTAPES? (EXEMPLES) | ÉTAPE DE LA MISE EN ŒUVRE (EXEMPLES) |
|---|---|---|---|---|---|
| Manitoba | Un plan climatique et vert élaboré au Manitoba (2017) | Ministère du Développement durable et de l'intendance de l'eau (maintenant le ministère de la Conservation et du Climat) | Oui | Évaluer et mettre à jour la stratégie; déterminer le niveau de préparation à la sécheresse | Évaluer et mettre à jour la stratégie; communication de l'état des mesures de suivi (2017) |

** Le plan comprend des mesures de lutte contre la sécheresse.*

### Échelle du bassin versant ou échelle régionale

Dans les provinces des Prairies, les organisations basées sur les bassins versants sont devenues un mécanisme efficace pour la planification de l'adaptation au climat local et la protection des eaux du sol. Au Manitoba, le Watershed Districts Program (anciennement Conservation District Program) est un partenariat entre la province, qui fournit la majeure partie du financement, et plus de 130 municipalités qui développent et administrent des programmes de conservation des sols et de l'eau. La Watershed Districts Act, adoptée le 1er janvier 2020, a transformé 18 districts de conservation en 14 nouveaux districts de bassin versant, dont les limites sont basées sur les lignes de partage des eaux (Gouvernement du Manitoba, 2020). Les plans de gestion intégrée des bassins versants figuraient parmi les 30 documents de planification municipale examinés dans un rapport commandé par le ministère du Développement durable du Manitoba (aujourd'hui le ministère de la Conservation et du Climat) (International Institute for Sustainable Development, 2019). Seuls cinq des 30 documents mentionnent explicitement la nécessité de s'adapter aux changements climatiques et aucun ne contient de projections climatiques, ni ne s'engage à prendre des mesures supplémentaires pour évaluer les risques des changements climatiques pour leurs collectivités. La Saskatchewan a créé des groupes locaux d'intendance des bassins versants afin de collaborer avec le gouvernement provincial en vue d'aborder un large éventail de questions liées à la qualité de l'eau. Ces groupes constituent des forums permettant à de multiples parties prenantes de discuter des problèmes locaux liés à l'eau et de concevoir des solutions adaptées à l'échelle locale. Ils comprennent généralement des participants issus des municipalités, des producteurs agricoles, des ONG environnementales et d'autres industries du bassin versant concerné. Alors qu'ils se concentraient initialement sur la qualité de l'eau, ces groupes se sont depuis diversifiés pour s'attaquer à d'autres problèmes liés à l'eau, notamment la sécheresse et les inondations (Pittman et coll., 2016). De nombreux groupes ont participé à des projets d'adaptation aux changements climatiques, notamment à l'élaboration de scénarios hydroclimatiques extrêmes et de plans d'action visant à fournir des solutions propres aux bassins versants (Pittman et coll., 2016). En Alberta, il existe onze conseils consultatifs et de planification des bassins versants (Watershed Planning and Advisory Councils, WPAC),

des organisations indépendantes à but non lucratif désignées par Environnement et Parcs Alberta pour rendre compte de la santé de leurs bassins, diriger la planification en collaboration et faciliter les activités d'éducation et de gestion. Chaque WPAC fait participer les principaux intervenants de son bassin versant, en cherchant à obtenir un consensus sur les stratégies de gestion des terres et de l'eau afin d'atteindre des objectifs environnementaux, sociaux et économiques communs (voir l'étude de cas 4.3).

## Étude de cas 4.3 : Adaptation collaborative dans les bassins versants de l'Alberta

Compte tenu de la longue histoire de l'Alberta concernant la variabilité des volumes de débit des rivières et de son expérience récente en matière d'inondations et de sécheresse, les experts, les gestionnaires et les utilisateurs de l'eau de toute la province ont reconnu l'importance d'une planification collaborative et proactive de l'adaptation. Depuis 2010, une série de projets ont rassemblé des municipalités, des entreprises, des gouvernements, des groupes de protection des bassins versants, des groupes environnementaux, des groupes autochtones et des universitaires afin d'explorer les implications des changements climatiques sur l'approvisionnement en eau et d'élaborer des stratégies pour appuyer une gestion durable et résiliente de l'eau. Des groupes de travail ont élaboré et utilisé des modèles interactifs de bilan hydrique pour simuler les débits et les opérations selon les données historiques et les scénarios relatifs aux changements climatiques futurs (Sauchyn et coll., 2016).

Le groupe de travail du bassin versant de la rivière Bow (BVRB) a examiné l'utilisation possible des réservoirs pour augmenter le débit des rivières et améliorer la santé de l'écosystème. Les réservoirs sont souvent remplis pendant les périodes de faible débit à la fin de l'été, qui coïncident avec les températures élevées de l'air; ces deux facteurs combinés mettent à rude épreuve la quantité et la qualité de l'eau des rivières en aval. Une stratégie adaptative potentielle est l'utilisation d'une « banque d'eau », qui retiendrait une quantité d'eau spécifique dans les réservoirs supérieurs du BVRB pour être libérée en fonction des conditions de faible débit en aval. À la suite de graves inondations en 2013, le groupe de travail a examiné les options d'utilisation des réservoirs existants et nouveaux dans le système supérieur de la rivière Bow afin de réduire les débits de pointe des inondations dans les collectivités urbaines et rurales (voir la figure 4.8). Le rapport qui en a résulté renfermait 12 recommandations, y compris la tenue d'études de faisabilité pour trois structures potentielles d'atténuation des inondations et pour une série de projets plus petits visant à maintenir un équilibre entre la résistance aux inondations et à la sécheresse (Bow River Water Management Project, 2017).

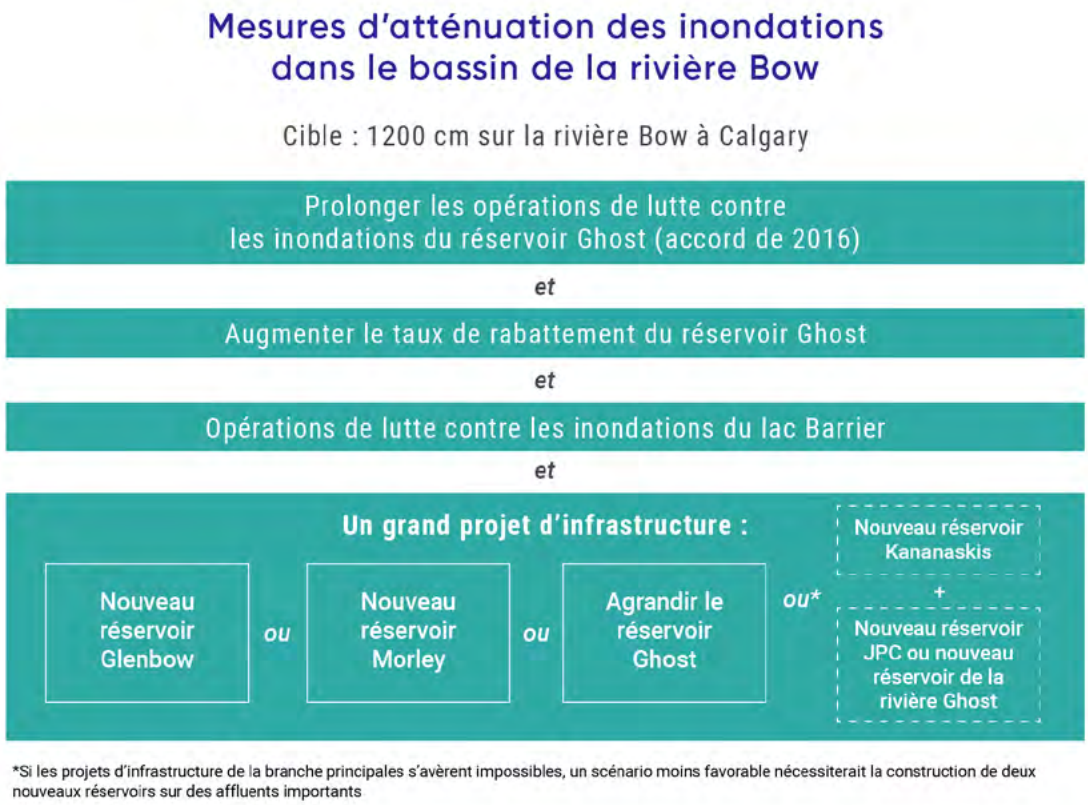



Figure 4.8 : Approches envisagées par le groupe de travail du bassin versant de la rivière Bow pour réduire les impacts des inondations. Source : Bow River Water Management Project, 2017.

Le groupe de travail du bassin versant de la rivière Athabasca a relié un modèle hydrologique du bassin versant basé sur des données physiques à des données sur l'utilisation et la répartition de l'eau afin de mieux comprendre le rôle de la politique et des pratiques d'utilisation des terres dans l'adaptation à l'évolution de l'offre et de la demande en eau. Le groupe de travail a suivi un processus structuré (voir la figure 4.9) qui a établi 12 grandes stratégies et six recommandations pour appuyer la gestion durable de l'eau à l'avenir (WaterSMART Solutions Ltd, 2018). Ces recommandations comprenaient la planification de l'utilisation des terres pour maintenir les fonctions hydrologiques naturelles, le partage et l'application des connaissances autochtones et l'établissement des besoins en matière de débits environnementaux.

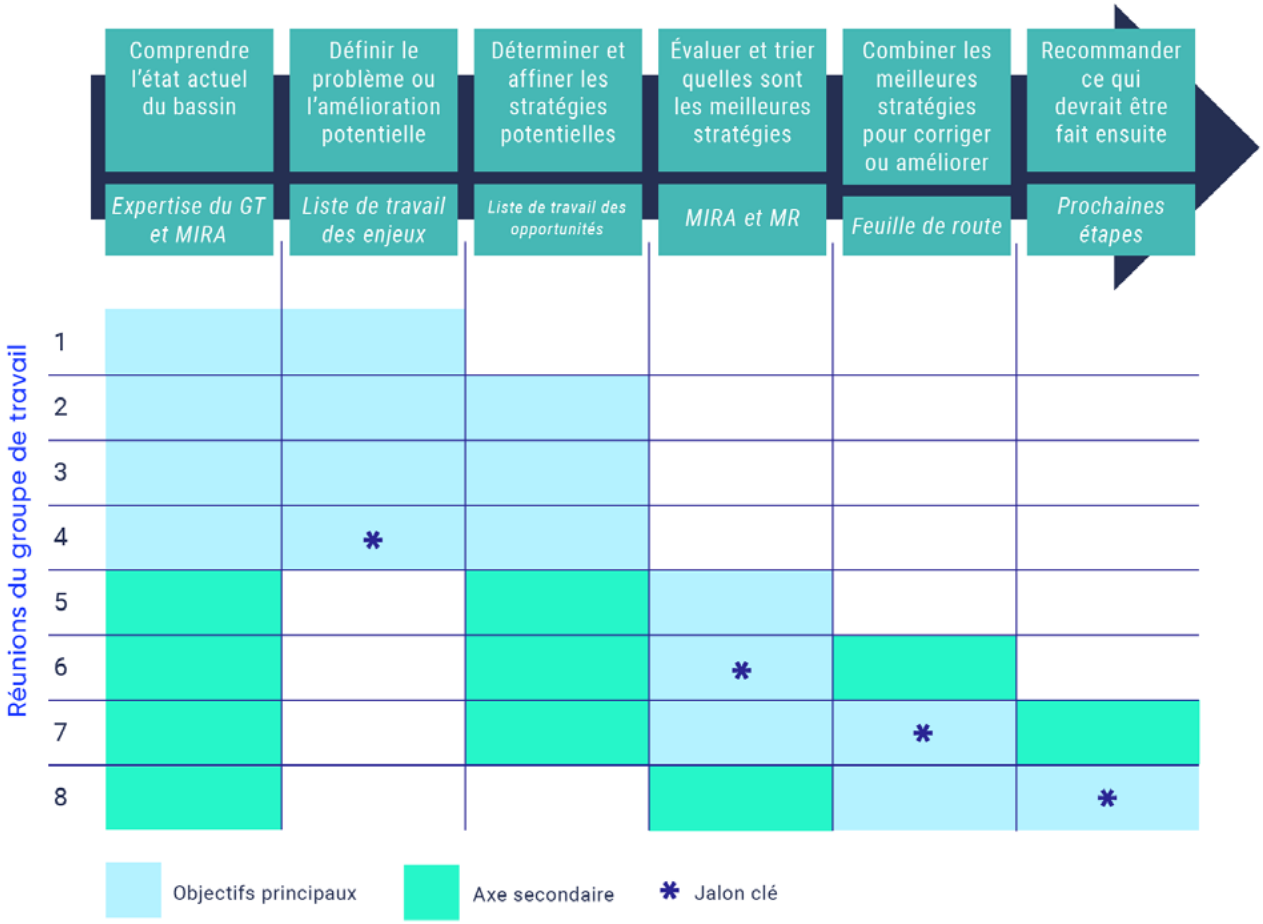



Figure 4.9 : Processus utilisé par le groupe de travail du bassin versant de la rivière Athabasca pour passer d'une meilleure compréhension du bassin de la rivière Athabasca à l'élaboration d'une feuille de route pour la gestion durable de l'eau (MIRA : Modèle intégré de la rivière Athabasca; MR : mesures de rendement). Source : WaterSMART Solutions Ltd., 2018.

Les deux projets de collaboration ont appuyé la résilience institutionnelle en Alberta en réunissant les gestionnaires de ressources en eau et les parties prenantes afin d'établir une compréhension commune des impacts des changements climatiques sur l'équilibre entre l'offre et la demande en eau des bassins. Les participants ont pu trouver et mettre à l'essai des stratégies et des scénarios d'adaptation et proposer collectivement des options pratiques pour accroître la résilience dans le bassin.

Les districts d'irrigation dans les provinces des Prairies sont un autre type de groupe d'intervenants locaux qui aident à gérer les extrêmes hydroclimatiques. Bien qu'ils aient été initialement mis sur pied pour gérer l'eau locale aux fins d'irrigation, ils sont maintenant impliqués dans un plus large éventail d'enjeux. Par exemple, pendant la sécheresse de 2001-2002, les marchés de l'eau mentionnés précédemment ont été coordonnés par le district d'irrigation local du bassin de la rivière Oldman, en Alberta. Les districts d'irrigation

sont des mécanismes locaux permettant d'établir la confiance et de favoriser l'action collective face à l'adversité liée à l'eau. Ils ont participé à des exercices de scénarios participatifs pour se préparer à la sécheresse (Hadarits et coll., 2017) et ont également accepté volontairement de nouveaux rôles concernant l'adaptation à une humidité excessive. L'infrastructure gérée par les districts d'irrigation pour améliorer la production agricole s'est également révélée utile ces dernières années pour faire face à des conditions d'humidité excessive (Hadarits et coll., 2017).

## 4.5 Les changements climatiques apportent des avantages et présentent des menaces à l'agriculture

L'agriculture des Prairies, en particulier la production de cultures, pourrait tirer profit de températures plus élevées et d'une saison de croissance plus longue. Obtenir des avantages nets nécessitera une adaptation pour limiter les effets des extrêmes climatiques, notamment sur la disponibilité de l'eau, et le risque accru de ravageurs, de maladies à transmission vectorielle et d'espèces envahissantes. Bien que les producteurs agricoles soient très résilients face aux fluctuations de la météo et du climat, les obstacles à l'adaptation comprennent le manque de renseignements et de sensibilisation aux effets des changements climatiques, combiné à des ressources financières et un appui institutionnel limités.

Le secteur de l'agriculture est un employeur clé et un moteur important de l'économie des Prairies. Les changements climatiques présentent tant des occasions que des menaces pour l'agriculture. Les impacts directs comprennent des changements dans la durée de la saison de croissance, le moment et la quantité des précipitations, les unités thermiques, les événements extrêmes tels que la chaleur, la grêle et les tempêtes de vent, les inondations et la sécheresse. Les impacts indirects des changements climatiques comprennent les effets sur les mauvaises herbes, les maladies, les insectes et les caractéristiques du sol, ainsi que sur les facteurs socioéconomiques influencés par les changements du climat à l'échelle mondiale. Ces facteurs englobent les effets sur la sécurité alimentaire mondiale ainsi que le commerce et les relations avec les industries d'approvisionnement pour la production agricole et la transformation des aliments. Évaluer la convergence de ces impacts directs et indirects est un défi majeur. Les impacts globaux des changements climatiques dépendront de l'efficacité de l'adaptation non seulement dans les provinces des Prairies, mais au Canada de manière plus générale et dans d'autres pays également.

### 4.5.1 Impacts

Les changements climatiques ont des impacts directs et indirects sur l'agriculture dans les provinces des Prairies, ce qui entraîne à la fois des risques et des possibilités (Kulshreshtha et Wheaton, 2013). Des

changements dans les précipitations, les températures, les niveaux de dioxyde de carbone et d'autres variables affecteront les éléments suivants : la productivité, la qualité et le cycle des nutriments des cultures et des pâturages; les mauvaises herbes, les insectes et les maladies; et la production et le taux de reproduction du bétail (Sudmeyer et coll., 2016). Les impacts biophysiques projetés comportent une plus grande rareté de l'eau, des précipitations extrêmes plus fréquentes, des régimes de précipitations fluctuants et variables, des saisons de croissance plus longues, une augmentation des unités thermiques (c'est-à-dire une mesure du développement des cultures par rapport à la température) et des sécheresses plus fréquentes et plus intenses (p. ex. Bonsal et coll., 2019; Kulshreshtha et Wheaton, 2013).

Certains rendements de récolte et la productivité du foin pourraient augmenter à court terme en réponse à des facteurs climatiques, tels que des saisons de croissance plus longues et une augmentation des unités thermiques (voir l'encadré 4.3). Cependant, les températures élevées, les sécheresses et les précipitations plus variables ont une incidence négative sur le rendement des récoltes, en particulier pour le canola et le blé (Qian et coll., 2018; Meng et coll., 2017). Une exposition accrue à des températures élevées (p. ex. plus de 30 °C), en particulier à des moments critiques, peut également réduire les rendements de maïs, de soja, de canola et de blé (Schauberger et coll., 2017; Meng et coll., 2017).

## Encadré 4.3 : Impacts des changements climatiques sur les futurs rendements des récoltes

Une grande partie de la variation historique des rendements annuels des récoltes est attribuable à la variabilité climatique (Wittrock et coll., 2014; Qian et coll., 2009). Par exemple, dans le bassin fluvial de Swift Current, en Saskatchewan, l'indice du bilan hydrologique et l'écart des rendements du blé de printemps par rapport aux valeurs attendues sont fortement corrélés à des anomalies négatives pour les années de sécheresse et à des rendements plus élevés que prévu pour les années où le bilan hydrologique est positif (voir la figure 4.10; Wittrock et coll., 2014). Les rendements ont généralement augmenté au fil du temps grâce à une meilleure gestion et à de nouvelles technologies. Les données de rendement ont été corrigées afin d'éliminer l'influence des pratiques agricoles, de sorte que les effets de la variabilité du climat sont le point central. Toutefois, les avancées technologiques sont des mesures d'adaptation importantes qui continuent à améliorer la production agricole.

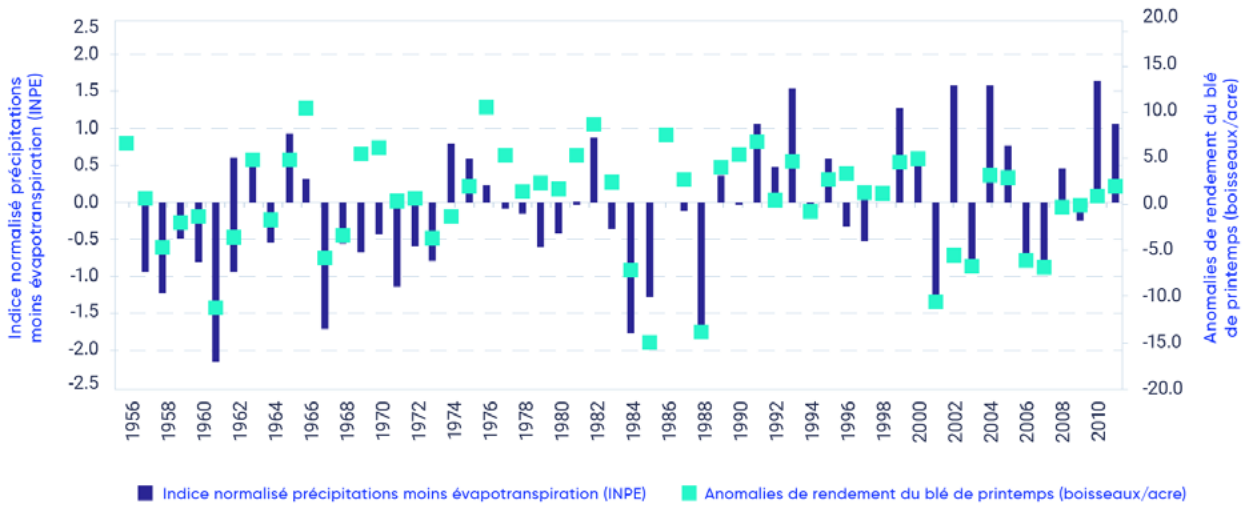



Figure 4.10 : Comparaison entre les anomalies de rendement du blé de printemps (p. ex. écarts par rapport à la tendance) et l'indice de précipitations et d'évapotranspiration normalisé (IPEN) de la saison de croissance pour le bassin versant du ruisseau Swift Current. Source : Wittrock et coll., 2014.

Les projections de l'évolution du rendement des récoltes dans les provinces des Prairies sont limitées, incertaines et seulement disponibles pour quelques cultures principales (voir le tableau 4.4). Les projections prévoient que le rendement du blé de printemps devrait augmenter de 8 % à plus de 37 % d'ici les années 2050 dans le cadre de scénarios d'émissions moyennes et élevées (He et coll., 2018; Qian et coll., 2016, 2015; Smith et coll., 2013). Une grande partie de cette augmentation est due à l'effet direct de l'augmentation des niveaux de dioxyde de carbone. Par exemple, l'augmentation du rendement moyen du blé dans les simulations est de 26 % à 37 % du rendement de base lorsque les effets de la hausse du dioxyde de carbone sont inclus, mais n'atteint que 15 % lorsque les effets du dioxyde de carbone sont exclus (Qian et coll., 2016). Les estimations pour les autres cultures principales sont limitées. L'augmentation de la chaleur et du stress hydrique sur les cultivars cultivés actuellement pourrait réduire les rendements du canola (Qian et coll., 2018). L'irrigation, l'utilisation de cultivars ayant une plus grande tolérance aux stress thermiques et à la sécheresse, ainsi que des dates d'ensemencement et de fertilisation plus précoces sont des exemples de mesures d'adaptation propres à l'agriculture (p. ex. Qian et coll., 2016). Certaines de ces stratégies d'adaptation ont été prises en compte dans les simulations de modèles mentionnées dans le tableau 4.4. Les renseignements et l'appui des ministères de l'agriculture, de l'industrie agricole et des groupes de producteurs permettront aux producteurs de cultures de s'adapter aux changements climatiques, veillant ainsi à ce que ces augmentations de rendement simulées soient pratiques et réalisables.

## Tableau 4.4 : Simulations des changements dans les futurs rendements des récoltes dans les Prairies canadiennes (Qian, 2018)

| LIEU | CULTURE | VARIATION DU RENDEMENT ET PÉRIODE | SCÉNARIO CLIMATIQUE | MODÈLE DE CULTURE | RÉFÉRENCE |
|---|---|---|---|---|---|
| Swift Current, Sask. | Blé de printemps | 8 %–11 % (2041–2070)<br>8 %–15 % (2071–2100) | CanRCM4 RCP4.5 et RCP8.5 | DSSAT | He et coll., 2018 |
| Brandon, Man. | Canola | -21 % à -44 % (2041–2070)<br>-23 % à -74 % (2071–2100) | CanRCM4 RCP4.5 et RCP8.5 | DSSAT | Qian et coll., 2018 |
| 13 emplacements répartis dans les Prairies | Blé de printemps | 15 %–25 % (2041–2070) | CanESM2 et CanRCM4 RCP4.5 et RCP8.5 | DSSAT | Qian et coll., 2016 |
| 11 emplacements répartis dans les Prairies | Blé de printemps | 26 %–37 % (2041–2070) | MCCG3 et HadCM3 GIEC SRES A2 | DSSAT | Qian et coll., 2015 |
| Dauphin, Man.; Melfort, Sask.; Edmonton, Alb.; Fort Vermilion, Alb. | Fléole des prés | >24 % pour la première coupe et < -31 % pour la deuxième coupe (2040–2069) | MCCG3 et HadGEM1 SRES A1B et A2 | CATIMO | Jing et coll., 2013 |
| Swift Current, Sask. | Blé de printemps (Cultivar de biocarburant) | 41 %–74 % (2040–2069) | MCCG3 SRES A1B, A2, B1 | DSSAT | Wang et coll., 2012 |

| LIEU | CULTURE | VARIATION DU RENDEMENT ET PÉRIODE | SCÉNARIO CLIMATIQUE | MODÈLE DE CULTURE | RÉFÉRENCE |
|---|---|---|---|---|---|
| Swift Current, Sask.; Melfort, Sask.; Lethbridge, Alb. | Blé de printemps | ~37 % (2040–2069) | MCCG3 SRES A1B, A2, B1 | DNDC | Smith et coll., 2013 |

Les événements extrêmes, particulièrement les sécheresses, ont un impact négatif sur les cultures, le bétail et la production fourragère, causant des pertes financières comme celles observées en 2001–2002, lorsque la sécheresse a entraîné une réduction de la production agricole de plus de 2,97 milliards de dollars dans les trois provinces des Prairies (Wheaton et coll., 2008). De tels impacts nécessitent une évaluation et une documentation plus approfondies (Craft et coll., 2017), y compris un examen des aspects sociaux (voir la section 4.6). Les extrêmes des changements climatiques affectent également la qualité des sols et de l'eau en augmentant les risques d'érosion, de salinisation, de désertification et de dégradation des sols (Wheaton et Kulshreshtha, 2017). Par exemple, l'inondation de terres agricoles en raison de précipitations extrêmes a causé 1 milliard de dollars de dommages dans le sud-est des Prairies en 2014 (Szeto et coll., 2014) et près de 700 millions de dollars en 2011 pour le Manitoba seulement (Sécurité publique Canada, 2019).

Les déficits futurs en eau de surface et en eau du sol (Bonsal et coll., 2019) auront des effets profonds sur la quantité et la qualité des eaux de surface et sur l'approvisionnement en eau souterraine. La diminution de la disponibilité de l'eau des rivières est une préoccupation pour tous les producteurs, en particulier pour ceux qui irriguent leurs cultures. Les plantes sont très sensibles aux stress hydriques et thermiques lors de leur germination et de leur reproduction (Champagne et coll., 2012). Des impacts négatifs sur la qualité de l'eau résultent également d'événements pluvieux extrêmes, générant un ruissellement fortement chargé en nutriments, ainsi que de périodes plus longues de faible écoulement dans les ruisseaux et les rivières (Venema et coll., 2010).

## 4.5.2 Adaptation

Bien que les producteurs agricoles peuvent tirer profit de saisons de croissance plus longues et plus chaudes et d'une augmentation des niveaux de dioxyde de carbone, d'autres impacts des changements climatiques peuvent être très problématiques, tels que la pénurie d'eau et l'excès d'humidité et de chaleur. Les pratiques d'adaptation existantes comprennent le recours à l'agriculture sans labour, le stockage des aliments pour les animaux, l'augmentation de la taille des fermes, les pratiques de gestion bénéfiques, les assurances, les infrastructures à grande échelle telles que les barrages (p. ex. Warren, 2016a ; McMartin et

Hernani Merino, 2014; Smit et Skinner, 2002), les dates d'ensemencement plus précoces, l'agriculture mixte et les changements de variétés de cultures. Les pratiques de gestion bénéfiques comprennent l'utilisation de méthodes, de politiques, de programmes et d'outils pour améliorer le positionnement environnemental et économique de l'agriculture (McMartin et Hernani Merino, 2014). Des conséquences sociales, économiques et environnementales inattendues découlant des pratiques d'adaptation pourraient rendre certaines stratégies inadaptées, ce qui signifie que même si ces stratégies visent à réduire le risque lié aux changements climatiques, elles augmentent involontairement la vulnérabilité (Müller et coll., 2017).

Les systèmes agricoles doivent s'adapter à une série d'impacts des changements climatiques qui interagissent avec d'autres facteurs, tels que les pressions économiques, les possibilités liées à l'augmentation de la population mondiale, l'évolution des préférences alimentaires de la population, l'augmentation des coûts des intrants et des coûts énergétiques, les pressions concurrentielles en matière d'utilisation des terres et les pressions économiques liées aux décisions politiques. Les producteurs agricoles ont accès à divers types d'options d'adaptation, allant de mesures relativement mineures, comme la culture de variétés de cultivars tolérants à la sécheresse, à des changements plus substantiels, voire transformateurs (c'est-à-dire des mesures majeures et ciblées au niveau de l'exploitation ou à un niveau supérieur), comme des politiques qui suppriment les obstacles à l'adaptation aux changements climatiques ou le passage de la culture non irriguée à l'utilisation de l'irrigation (Rickards et Howden, 2012). Toutefois, les impacts cumulés associés aux multiples moteurs de changement mettront à l'épreuve la capacité d'adaptation globale. L'économie est une motivation majeure pour ce qui est de l'adoption de nouvelles pratiques (voir le chapitre « Impacts sur les secteurs et mesures d'adaptation connexes »), et les mesures d'adaptation les plus appropriées dépendront d'un grand nombre de facteurs, dont la capacité (voir l'étude de cas 4.4).

## Étude de cas 4.4 : Renforcement de la capacité d'adaptation des collectivités autochtones par l'intermédiaire de l'agriculture

Bien que les exploitations agricoles d'une région donnée soient susceptibles de subir les mêmes impacts biophysiques des changements climatiques, des différences dans la vulnérabilité et la capacité d'adaptation peuvent donner lieu à des expériences très différentes, particulièrement entre les collectivités autochtones et non autochtones. Des facteurs sociaux tels que la culture, le statut socioéconomique et l'expérience historique liée à l'agriculture influencent la manière dont les agriculteurs s'adapteront. Par ailleurs, des facteurs comme le faible statut socioéconomique de nombreuses collectivités des Premières Nations exacerbent la vulnérabilité et nuisent à la résilience aux extrêmes climatiques. Bien que des lois fédérales ont historiquement empêché de nombreuses Premières Nations de participer à l'agriculture (Tang, 2003), il existe aujourd'hui plusieurs exemples d'initiatives agricoles réussies entreprises par les Premières Nations dans la région des Prairies. Parmi ces exemples, citons les Blood Tribe Agricultural Producers dans le sud de l'Alberta (Kulshreshtha et coll., 2011), dont les activités sont vulnérables aux inondations périodiques (Magzul, 2009) et la Première Nation de Muskoday, en Saskatchewan, qui exploite avec succès une coopérative d'agriculture biologique depuis plus de dix ans (Martens, 2016). L'utilisation par les Premières Nations de pratiques agricoles alternatives (p. ex. biologique) peut permettre une plus grande résilience en matière de diversité

écologique et de marché, ce qui pourrait inclure la récolte de plantes indigènes et d'aliments traditionnels. Deux séances de consultation entre le gouvernement fédéral et les représentants des Premières Nations en Alberta et au Québec ont révélé des obstacles et des occasions auxquels font face les Premières Nations dans leur pratique de l'agriculture (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2017). Parmi les besoins constatés, notons l'accès au capital, les programmes de soutien et les services de vulgarisation (p. ex. le mentorat, le partage d'information). Bien que l'adaptation aux changements climatiques ne soit pas explicitement mentionnée dans le rapport de consultation (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2017), l'accès aux ressources connexes pourrait améliorer la participation des Premières Nations à l'agriculture, renforçant ainsi leur capacité d'adaptation.

Les exploitations agricoles mixtes, comprenant à la fois des cultures et du bétail, présentent des avantages en matière d'adaptation. Les pratiques de lutte contre la sécheresse pour les exploitations agricoles mixtes peuvent comprendre l'achat d'aliments lorsque cela est nécessaire et le sevrage précoce des veaux, conjugués à des stratégies d'alimentation visant à réduire à la fois la demande d'aliments pour le bétail et le fardeau financier du producteur pendant les périodes de sécheresse (Poudel et coll., 2017; Poudel et Kulshreshtha, 2016). Les options plus propres aux pâturages et à la production de bétail comprennent la gestion des troupeaux, l'élevage de races et d'espèces alternatives, la lutte antiparasitaire et les changements de productions et d'emplacements géographiques (Joyce et coll., 2013).

Les entraves actuelles à l'adaptation comprennent un manque de sensibilisation aux options, une insuffisance de ressources financières et de mécanismes de soutien institutionnel, une préparation insuffisante et une résistance politique (p. ex. Lilliston, 2018). La mise en place de zones irriguées, une adaptation logique au stress hydrique accru dans les systèmes agricoles, implique la construction de barrages et de canaux de distribution, ce qui demande beaucoup de capitaux (Warren, 2016a). La disponibilité de l'eau pour l'irrigation peut également constituer une limitation, car le débit des cours d'eau est réduit lors de graves sécheresses (voir la section 4.4; Wheaton et coll., 2008). Les systèmes d'irrigation existants peuvent ne pas être en mesure de répondre aux demandes en eau face à une sécheresse pluriannuelle. Les tendances observées relativement à l'augmentation de la dette agricole (Statistique Canada, 2017b) peuvent sérieusement entraver la capacité à entreprendre des mesures d'adaptation.

L'augmentation des unités thermiques et l'allongement des saisons de croissance affecteront les pratiques de gestion agronomique telles que les dates d'ensemencement. Le stress thermique peut entraîner une saison de croissance plus courte pour certaines cultures, comme le soja (Jing et coll., 2017). Pour des cultures comme le canola, un ensemencement plus précoce et une fertilisation accrue sont des options limitées en raison de l'augmentation de la chaleur et du stress hydrique, qui sont des facteurs limitants importants pour le rendement des récoltes. Les mesures d'adaptation clé comprennent de nouveaux cultivars tolérants à la chaleur et à la sécheresse (Qian et coll., 2018). Des températures plus élevées pourraient atténuer les limites imposées par une courte saison de croissance le long des marges nord de la zone agricole. Cependant, pour étendre l'agriculture à cette région, il faudra adapter les pratiques agricoles afin de produire des cultures dans des sols forestiers pauvres en nutriments.

Les institutions de gouvernance jouent un rôle important dans l'adaptation et peuvent améliorer la capacité d'adaptation des producteurs et des autres résidents ruraux (Hurlbert et coll., 2009). Cependant, des contraintes dans les capacités et l'isolement exacerbent la vulnérabilité de nombreuses collectivités rurales (Garschagen, 2013; Hanna, 2011; Lal et coll., 2011). Les institutions qui s'occupent de la gestion et de l'aménagement de l'eau, notamment l'ancienne Administration du rétablissement agricole des Prairies, les groupes d'utilisateurs de l'eau, les intendants des bassins versants et les associations de projets d'irrigation (Hurlbert et Gupta, 2017; McLeman et coll., 2014; Marchildon, 2009), sont essentielles pour faciliter les mesures d'adaptation (voir la section 4.4.1).

Les agriculteurs se sont appuyés sur leur compréhension des régimes climatiques locaux pour gérer les risques, et pourraient ne pas envisager d'adopter des pratiques agricoles alternatives sans preuves qu'elles entraîneront des avantages économiques (Wood et coll., 2016; Convery et Wagner, 2015; Yusa et coll., 2015; Heal et Millner, 2014). Bien que les impacts de la sécheresse aient fait l'objet d'études dans le passé, les évaluations des impacts des inondations, des chaleurs extrêmes et des dégels hivernaux sont plus limitées.

## 4.6 Les groupes sociaux ont des forces et des vulnérabilités uniques

Les impacts des changements climatiques peuvent exacerber les inégalités sociales existantes, en particulier pour les peuples autochtones, les femmes, les personnes de faible statut socioéconomique, les jeunes et les personnes âgées. Les politiques publiques et la planification de l'adaptation devraient tenir compte des vulnérabilités et des forces uniques de ces groupes sociaux, ainsi que des moyens par lesquels la race, l'âge, le sexe et la pauvreté amplifient la vulnérabilité ou la résilience aux dangers liés au climat.

Les impacts climatiques interagissent avec les inégalités sociales existantes, qui sont influencées par des histoires d'oppression ou de colonisation touchant différents groupes de personnes de manières différentes. Les peuples autochtones, les personnes de faible statut socioéconomique, les minorités ethniques, les jeunes et les personnes âgées ont tous des forces et des vulnérabilités uniques en matière d'adaptation aux changements climatiques. Les inégalités sociales façonnent les rôles sociaux, l'accès aux ressources et le pouvoir de décision. De multiples formes d'inégalité peuvent se croiser pour créer des expériences différentes, même au sein de certains groupes; c'est ce que l'on appelle l'intersectionnalité. Les inégalités sociales et la marginalisation entravent également l'accès des personnes aux infrastructures sociales, telles que les services et les installations, ainsi qu'aux infrastructures physiques, entraînant ainsi une diminution de leur capacité à faire face aux changements climatiques et à y s'adapter. En tenant compte de ces facteurs sociaux interdépendants, nous pouvons planifier plus efficacement comment faire face aux dangers liés au climat et veiller à ce que les réponses et les infrastructures soient inclusives et bénéfiques pour tous.

## 4.6.1 Introduction

Les impacts des changements climatiques auront des effets très divergents sur les économies et les collectivités des Prairies. La capacité d'adaptation à ces impacts est également très variable. Bien que la dépendance aux ressources naturelles reste importante pour l'économie des trois provinces, les secteurs des affaires et des services sont également importants. La population des Prairies est de plus en plus urbanisée (Statistique Canada, 2011b), avec un petit nombre de villes de moyenne et de grande taille, combinées à de nombreuses collectivités rurales dont la population est relativement faible et, dans de nombreux cas, vieillissante. Ces collectivités rurales dépendent de secteurs sensibles au climat tels que l'agriculture, la foresterie et le tourisme (voir le chapitre « Collectivités rurales et éloignées »).

L'analyse qui suit prend en compte les renseignements disponibles sur le statut des groupes sociaux vulnérables dans les provinces des Prairies. En raison des données limitées sur la façon dont les changements climatiques touchent les groupes vulnérables dans les Prairies en particulier, cette section présente également une revue plus large de la littérature sur les impacts climatiques et l'adaptation en s'appuyant sur les recherches menées dans d'autres régions. Elle bénéficie également de nouveaux cadres conceptuels qui permettent de mieux comprendre la vulnérabilité (voir l'encadré 4.4).

### Encadré 4.4 : Comprendre la vulnérabilité

Les approches techniques de l'évaluation de la vulnérabilité tendent à utiliser des mesures communes de l'exposition, de la sensibilité et de la capacité d'adaptation, et à caractériser de grands groupes de personnes qui vivent collectivement les mêmes formes de vulnérabilité. Cette approche présente plusieurs limites, notamment la catégorisation inappropriée des divers groupes comme étant également vulnérables et comme victimes passives (Cameron, 2012; Arora-Jonsson, 2011), l'incapacité de tenir compte des conceptions culturelles des valeurs et des risques (Reid et coll., 2014; Wolf et coll., 2013; Adger et coll., 2012), des connaissances locales et d'autres caractéristiques des systèmes sociaux propres au contexte (Adger et coll., 2012; Ford, 2012), et l'exclusion de certaines sources d'inégalité et d'oppression (Iniesta-Arandia et coll., 2016) comme le colonialisme (Cameron, 2012). Certaines de ces limites peuvent être surmontées par l'inclusion d'approches relative à l'intersectionnalité et de à l'infrastructure sociale, qui aident à déterminer non seulement des sources de vulnérabilité se recoupant, mais aussi des capacités d'adaptation uniques parmi les groupes marginalisés.

#### Intersectionnalité

Une approche relative à l'intersectionnalité permet d'examiner comment de multiples attributs et identités peuvent se recouper et affecter la vulnérabilité et la capacité d'adaptation (Iniesta-Arandia et coll., 2016; Kaijser et Kronsell, 2014; Moosa et Tuana, 2014). Elle reconnaît que l'expérience des individus en matière de changements climatiques est façonnée par des systèmes de pouvoir qui s'entrecroisent avec la capacité de donner des moyens d'agir ou, au contraire, de marginaliser des personnes selon le sexe ou le genre, la race, le statut socioéconomique, l'âge, l'emplacement, l'identité sexuelle et d'autres facteurs. Par exemple, bien qu'il

existe des tendances liées au sexe dans l'expérience des extrêmes climatiques, toutes les femmes ne vivront pas un extrême de la même manière, car le sexe se combine avec d'autres facteurs, tels que les revenus élevés ou faibles ou l'indigénéité, pour créer des expériences différentes parmi les femmes. Dans la recherche sur les changements climatiques, l'intersectionnalité est utile pour reconnaître que : a) la vulnérabilité d'un groupe aux changements climatiques est un produit des relations sociales qui comprennent le pouvoir et les privilèges et elle n'est pas inhérente ou immuable; et b) tous les membres d'un groupe n'auront pas la même expérience, en raison des différences et des contextes intergroupes. Cette approche reconnaît également l'agentivité, ce qui comprend les contributions et les perspectives qui découlent de points de vue marginalisés, tels que les connaissances autochtones et les expériences des femmes.

#### Infrastructure sociale

Le concept d'infrastructure sociale fait référence aux capacités collectives des institutions, des collectivités ou des organisations à fournir ou à tirer parti des occasions qui améliorent leur bien-être économique et social. L'infrastructure sociale englobe « l'environnement social [installations et infrastructures], les services et les programmes qui appuient l'accumulation et l'amélioration du capital humain » et la qualité de vie, y compris le sentiment d'appartenance qui est fondamental pour maintenir des collectivités saines et durables (Teriman et Yigitcanlar, 2011). En se concentrant sur l'infrastructure sociale, on peut attirer l'attention sur les pratiques existantes et sur la question de savoir si, ou comment, elles peuvent être retenues ou révisées en vue d'une adaptation positive aux changements climatiques.

## 4.6.2 Groupes sociaux vulnérables

S'il est utile de comprendre les facteurs qui rendent divers groupes sociaux (p. ex. les femmes, les peuples autochtones) plus ou moins vulnérables aux changements climatiques, il est important d'éviter de présenter tous les membres de ces groupes comme étant intrinsèquement et uniformément vulnérables et n'ayant pas la capacité de répondre aux risques (p. ex. Moosa et Tuana, 2014; Cameron, 2012; Arora-Jonsson, 2011; O'Shaughnessy et Krogman, 2011). Les principaux éléments de ces vulnérabilités sont décrits ci-dessous, mais il convient de se rappeler que des atouts uniques peuvent favoriser les mesures d'adaptation.

#### Peuples autochtones

De nombreux peuples autochtones sont exposés de manière disproportionnée aux impacts des changements climatiques (Parlee et Furgal, 2012). En outre, les populations autochtones connaissent des taux de pauvreté et de chômage nettement plus élevés et des taux de revenus moyens plus faibles que la population non autochtone (voir le tableau 4.5), tout en ayant moins accès à de nombreux services. Le tableau 4.5 montre les inégalités de revenus à l'intersection du sexe et de l'indigénéité, montrant des différences de revenus notables non seulement entre les femmes autochtones et les femmes non autochtones, mais aussi entre les femmes autochtones et les hommes autochtones. La recherche sur la vulnérabilité des autochtones aux changements climatiques dans les Prairies (Patrick, 2018a,b; Mottershead, 2017; Christianson et coll., 2012;

Wittrock et coll., 2011) a permis de déterminer comment ces facteurs ainsi que d'autres facteurs sociaux interagissent entre eux, exacerbent les effets des changements climatiques et compromettent l'adaptation. Il est toutefois important de noter que les collectivités autochtones dirigent également leurs propres études sur les changements climatiques, par exemple par le biais de programmes fédéraux tels que le Programme d'adaptation aux changements climatiques des Premières Nations et le Programme de surveillance du climat dans les collectivités autochtones.

## Tableau 4.5 : Paramètres socioéconomiques choisis pour les populations autochtones et non autochtones dans les provinces des Prairies et au Canada

| GROUPE | CANADA | SASK. | ALB. | MAN. |
|---|---|---|---|---|
| *Revenu individuel annuel médian après impôt, 2016* | | | | |
| Homme, non autochtone | 36 267 $ | 42 483 $ | 47 723 $ | 36 826 $ |
| Femme, non autochtone | 26 811 $ | 30 528 $ | 30 903 $ | 27 430 $ |
| Homme, autochtone | 26 507 $ | 22 297 $ | 34 122 $ | 22 673 $ |
| Femme, autochtone | 22 799 $ | 23 231 $ | 24 414 $ | 22 206 $ |
| *Taux de chômage, 2018* | | | | |
| Population autochtone de plus de 15 ans, tous les niveaux d'éducation | 10,1 % | 11,5 % | | |
| Population non autochtone de plus de 15 ans, tous les niveaux d'éducation | 5,7 % | 6,1 % | | |

SOURCES : TABLEAUX DE DONNÉES DE STATISTIQUE CANADA N° 98-400-X2016171 ET N° 14-100359-0

Les études canadiennes existantes ont montré que les héritages du colonialisme historique et sa persistance se manifestent aujourd'hui de nombreuses manières, de la pauvreté et des mauvaises conditions de vie jusqu'à l'abus d'alcool ou d'autres drogues (Williams, 2018; Veland et coll., 2013; Cameron, 2012). Ces conditions multiplient les effets du risque, avec des implications particulières sur l'état de santé (Ford et coll., 2010), et peuvent entraîner une réduction des capacités d'adaptation lors d'événements extrêmes (Mottershead, 2017). Les effets de l'inondation de 2013 dans la réserve de la Première Nation des Siksika,

en Alberta, ont été plus graves que dans d'autres collectivités : un quart des résidents ont été évacués, 134 maisons ont été détruites (ce qui représente environ 9 % de toutes les maisons de la Nation, selon les chiffres du recensement de 2011), et 62 % des maisons restantes ont été privées d'eau. Malgré tout, les résidents de la réserve ont dû attendre plus longtemps que les résidents des autres régions pour obtenir de l'aide au rétablissement (Patrick, 2018a). Les études sur les graves inondations survenues en 2011 dans la collectivité du lac St. Martin et dans les collectivités des Premières Nations avoisinantes au Manitoba mettent en évidence un manque d'avertissement, une évacuation forcée avec un court préavis, des efforts de rétablissement inadéquats (certaines familles étaient toujours déplacées au moment de la rédaction du présent chapitre) et un manque de communication persistant entre les organismes d'urgence et les résidents (p. ex. Martin et coll., 2017; Thompson, 2015).

Les peuples autochtones dépendent dans une plus large mesure des aliments locaux, bien que de manière variable, avec pour conséquence que des changements dans la disponibilité de ces sources d'approvisionnement et l'accès à celles-ci peuvent directement toucher la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance. Des limitations dans la pratique d'activités traditionnelles basées sur la terre en raison de changements dans la répartition des espèces, de feux de forêt et de facteurs non climatiques peuvent également affecter le bien-être mental et accroître la dépendance à l'égard de l'économie monétaire (Bunce et coll., 2016).

Les droits issus de traités et autres règlements peuvent restreindre l'accès des peuples autochtones à leurs territoires ou restreindre les stratégies d'adaptation basées sur la terre en précisant les types d'activités auxquelles les peuples autochtones peuvent et ne peuvent pas se livrer (McNeeley et coll., 2018; Natcher et coll., 2016; Wittrock et coll., 2011). Enoutre, l'éloignement de certaines collectivités se traduit par un risque élevé d'événements extrêmes, tels que les inondations et les feux de forêt (Christianson et coll., 2012), ce qui peut être exacerbé en raison de l'absence de systèmes d'alerte rapide (Ford et coll., 2010) et par des réseaux de transport (Tam et coll., 2013) compromis ou non redondants (c'est-à-dire dépourvus d'itinéraires de rechange). Pour de nombreuses collectivités du nord du Manitoba, par exemple, la mobilité hivernale sur les routes de glace est compromise par le réchauffement du climat (Taylor et Parry, 2014; Blair et Sauchyn, 2010).

Des recherches menées dans des régions situées en dehors des provinces des Prairies ont montré que les réseaux de partage de nourriture et d'autres institutions locales dans les collectivités autochtones contribuent de manière importante à la capacité d'adaptation ( Ready, 2018; Baggio et coll., 2016). Des pratiques traditionnelles de partage compromises par la participation accrue au travail salarié, par exemple, peuvent affecter la sécurité alimentaire dans une mesure encore plus grande que la diminution de la disponibilité des denrées alimentaires traditionnelles (Baggio et coll., 2016). Les résidents des collectivités autochtones qui vivent dans leurs maisons traditionnelles expriment également un grand attachement au lieu, ce qui peut favoriser un engagement en faveur de l'adaptation (Cunsolo Willox et coll., 2012). Cependant, cet attachement au lieu peut également interagir avec les conséquences personnelles et culturelles aiguës des impacts climatiques et non climatiques, ce qui peut toucher leur capacité à s'engager dans le paysage local (Cunsolo Willox et coll., 2012) ou entraîner leur relocalisation forcée.

Les peuples autochtones ont également plusieurs sources uniques de capacités d'adaptation. Des formes culturellement appropriées d'inclusion communautaire dans la planification de l'adaptation, en particulier pour les femmes et les jeunes (Reid et coll., 2014; Whyte, 2014; Pennesi et coll., 2012), permettent de cerner

et de prioriser des valeurs déterminées localement (Veland et coll., 2013; Christianson et coll., 2012). Les connaissances autochtones sont très précieuses pour la science du climat et la planification de l'adaptation (Ingty, 2017; Rosales et Chapman, 2015; Reid et coll., 2014; Ignatowski et Rosales, 2013; Veland et coll., 2013; Leonard et coll., 2013; Pennesi et coll., 2012; Downing et Cuerrier, 2011). Elles englobent des observations locales et historiques détaillées des changements liés au climat (Chisholm Hatfield et coll., 2018) et sont réputées mieux inclure les éléments sociaux que la science occidentale (Ignatowski et Rosales, 2013). De nombreux peuples autochtones sont habitués à s'adapter aux changements environnementaux et en mesure de le faire, les connaissances autochtones offrant des perspectives importantes sur la relation entre l'activité humaine et l'environnement (voir la vidéo 4.2; Leonard et coll., 2013; Veland et coll., 2013). Comme il a été mentionné dans la section 4.7.2, les collectivités autochtones élaborent activement des stratégies d'adaptation fondées sur les systèmes de connaissances autochtones.




Vidéo 4.2 : L'aîné Dave Courchene est un gardien du savoir respecté de la nation Anishinaabe et le fondateur de la Turtle Lodge. Dans cette vidéo, il partage son point de vue sur les changements climatiques, l'intendance et la sagesse autochtone. (en anglais seulement) Source : La Turtle Lodge et le Prairie Climate Centre, 2017.
youtu.be/nMt5l9gpWTk

### Femmes

Bien que le nombre d'analyses de la vulnérabilité et de l'adaptation aux changements climatiques selon la perspective du sexe a considérablement augmenté au cours de la dernière décennie, les études propres aux provinces des Prairies restent limitées. La littérature existante dans d'autres contextes reconnaît que,

en général, l'inégalité entre les sexes produit des expériences différentes entre les femmes et les hommes en ce qui concerne les impacts climatiques (Jerneck, 2018). Par exemple, la vulnérabilité des femmes aux changements climatiques est affectée par des revenus moyens plus faibles (Perkins, 2017); une division du travail selon le sexe, en particulier dans les contextes des ressources naturelles et des collectivités rurales (Fletcher et Knuttila, 2016; Vasseur et coll., 2015; Reed et coll., 2014; Alston, 2013); un accès ou un contrôle inégal à la terre, à la technologie et à l'information (Seager, 2014); des normes culturelles et des idéologies liées au sexe (Reed et coll., 2014; Alston et Whittenbury, 2013); et un pouvoir de décision moindre (Pearse, 2017; Fletcher et Knuttila, 2016; Vasseur et coll., 2015; Reed et coll., 2014).

L'intersection des rôles liés au sexe et du faible statut socioéconomique, par exemple, peut accroître la vulnérabilité des femmes. Le revenu affecte la capacité des personnes à faire face aux extrêmes climatiques et à s'y adapter. Au Canada, les femmes continuent de connaître un écart de rémunération par rapport aux hommes, en partie attribuable à la participation disproportionnée des femmes au travail à temps partiel (Statistique Canada, 2018b), qui elle-même est due en partie à la responsabilité permanente et disproportionnée des femmes pour les soins et le travail domestique (Moyser et Burlock, 2018). Même parmi les travailleurs et travailleuses à temps plein, les statistiques montrent des écarts de rémunération provinciaux de 24,6 % en Alberta, 21,6 % en Saskatchewan et 13,2 % au Manitoba (Conference Board of Canada, 2017). Un autre facteur majeur influençant cet écart de rémunération est la division professionnelle du travail, dans laquelle les secteurs à forte représentation féminine ont tendance à avoir des niveaux de rémunération plus faibles que les secteurs à prédominance masculine (Vincent, 2013). Les femmes sont également moins susceptibles que les hommes d'avoir un emploi. Les trois provinces des Prairies (et l'Ontario) présentent les écarts d'emploi entre hommes et femmes les plus importants au Canada, avec 11,3 points de pourcentage pour l'Alberta, 8,8 pour le Manitoba et 8,2 pour la Saskatchewan (Statistique Canada, 2018b).

Le pourcentage de femmes vivant dans la pauvreté au Canada est systématiquement plus élevé que le pourcentage d'hommes vivant dans la pauvreté. En Alberta, 59,6 % des travailleurs à bas salaire sont des femmes. En Saskatchewan, 16,9 % des femmes de plus de 65 ans font partie de la catégorie à faible revenu, contre 11,1 % des femmes de 18 à 64 ans et 14,5 % des hommes de 65 ans et plus (Statistique Canada, 2016). Les mères célibataires, les lesbiennes, les femmes ayant un handicap, les femmes autochtones, les femmes de couleur et les femmes qui ont été incarcérées ont souvent des difficultés financières plus graves que les autres personnes vivant au Canada (The Women's Centre of Calgary, 2017). Les personnes transgenres peuvent également rencontrer des obstacles supplémentaires pour trouver un emploi rémunéré (Trans PULSE, 2011), ce qui pourrait accroître leur vulnérabilité. Il n'existe pas de documentation sur les expériences des personnes transgenres en matière de changements climatiques dans la région des Prairies; cependant, des recherches commencent à explorer les défis auxquels sont confrontés les lesbiennes, les homosexuels et les transgenres qui subissent des catastrophes climatiques ailleurs (p. ex. Gorman-Murray et coll., 2017; Dominey-Howes et coll., 2014; Balgos et coll., 2012).

Dans la région des Prairies, les recherches disponibles suggèrent que les rôles rigides liés aux sexes dans l'agriculture, la sylviculture et d'autres contextes associés aux ressources créent des expériences différentes pour les femmes et les hommes. Les femmes dans l'agriculture pourraient avoir moins d'influence sur les décisions d'adaptation dans les exploitations agricoles, y compris l'utilisation de technologies comme des semences résistantes à la sécheresse (Fletcher et Knuttila, 2016). En matière de foresterie, le faible

pouvoir de décision des femmes et des populations autochtones sur la gestion des ressources naturelles peut s'étendre aux stratégies d'adaptation (Reed et coll., 2014; Reed et Davidson, 2011;). Bien que les femmes soient plus susceptibles de subir des inégalités, des recherches menées dans les Prairies (Fletcher et Knuttila, 2016) et ailleurs (p. ex. Alston, 2012) ont montré que les hommes peuvent être exposés à des risques physiques et psychologiques particuliers en raison des attentes en matière de masculinité lors des catastrophes climatiques.

Les connaissances et les capacités des femmes et d'autres groupes marginalisés (Moosa et Tuana, 2014) peuvent contribuer de façon précieuse à l'adaptation. Les femmes jouent souvent un rôle actif, mais négligé, dans les exploitations agricoles, les ménages et les collectivités, et lors des interventions en cas de catastrophe. Les rôles particuliers joués par les femmes peuvent leur donner un niveau ou un type de conscience environnementale différent de celui des hommes (Fletcher, 2017; Bunce et coll., 2016; MacGregor, 2010), mais elles continuent à être sous-représentées dans la gouvernance en matière de climat (Williams, 2018; Pearse, 2017; MacGregor, 2010).

### Collectivités rurales

La tendance générale au dépeuplement et à l'urbanisation dans les provinces des Prairies a entraîné une réduction du financement disponible pour les municipalités rurales (Canadian Rural Revitalization Foundation, 2015) et la croissance importante de la taille des exploitations agricoles au cours des deux dernières décennies (Statistique Canada, 2017a, 2011a, 2007) a entraîné une réduction du capital social et des services locaux qui sont des éléments clés de la capacité d'adaptation (Desmarais et coll., 2015; McLeman, 2010). La dépendance de l'agriculture à l'égard de ressources en eau qui sont en diminution augmente le risque de conflit entre les utilisateurs industriels (p. ex. le pétrole, le gaz et les mines), les utilisateurs agricoles et les ménages ruraux (Clark et coll., 2017). La précarité financière est un facteur de vulnérabilité supplémentaire dans l'agriculture (Fletcher et Knuttila, 2016; Pittman et coll., 2011; Wittrock et coll., 2011; Patiño et Gauthier, 2009), au même titre que le manque d'appui institutionnel, notamment le désinvestissement du fédéral dans les infrastructures de lutte contre la sécheresse ( Shuba et coll., 2016; Marchildon, 2009), la fragmentation des instruments donnant moyen d'agir contre les inondations et une planification qui ne tient pas compte des projections climatiques (Hurlbert, 2018), ainsi que la volatilité des marchés (Diaz et coll., 2016; Patiño et Gauthier, 2009; O'Brien et Leichenko, 2000).

Malgré ces vulnérabilités, les résidents des zones rurales ont souvent une capacité d'adaptation considérable. Les résidents ruraux sont peut-être mieux équipés que les résidents urbains pour faire face aux événements extrêmes (McLeman, 2010), et une culture de l'innovation a aidé les agriculteurs des Prairies à s'adapter à la sécheresse au cours du siècle dernier (Warren, 2016a). Il existe un fort capital social dans de nombreuses collectivités rurales des Prairies, y compris des normes culturelles d'entraide en cas de crise (Shuba et coll., 2016). Comme il est indiqué à la section 4.7.2, certaines municipalités rurales mènent leurs propres processus de planification de l'adaptation. Les priorités en matière de planification de l'adaptation comprennent la planification participative avec une implication accrue des intervenants (Hurlbert, 2018; Lal et coll., 2011), des régimes politiques stables, cohérents et constants (Hurlbert, 2018; Pittman et coll., 2011) et la prise en compte des scénarios climatiques dans la planification future (Hurlbert, 2018).

### Familles à faible revenu

Les résidents des Prairies qui vivent dans la pauvreté peuvent être plus sensibles aux extrêmes climatiques en raison de la précarité des sources d'emploi, de la mauvaise qualité des habitations, de l'absence d'assurances, du manque de ressources financières pour l'adaptation et d'une moindre représentation dans les instances de prise de décision. La vulnérabilité et la capacité d'adaptation des personnes vivant dans la pauvreté dans les Prairies n'ont pas encore été le sujet de recherches. Cependant, l'information sur la pauvreté dans les provinces des Prairies peut éclairer la prise en compte de la vulnérabilité de ce groupe aux changements climatiques. Les jeunes, les femmes, les personnes racialisées et les Autochtones sont plus susceptibles d'occuper des emplois mal rémunérés, à temps partiel et précaires, et ils représentent une grande partie des travailleurs pauvres. Les taux de pauvreté standards varient entre 9 % et 14 % à travers les Prairies, mais la prévalence des faibles revenus basée sur la mesure du faible revenu après impôt, qui est de 13,6 % en Alberta, 18,1 % en Saskatchewan et 20,7 % au Manitoba (Statistique Canada, 2016), est un indicateur plus précis.

La pauvreté tend à se concentrer dans certaines collectivités rurales ainsi que dans les centres-villes qui, dans certains cas, peuvent être plus exposés aux dangers liés au climat que d'autres régions; par exemple, lorsque des logements insalubres sont associés aux quartiers centraux ou lorsque les collectivités rurales économiquement sous-développées n'ont pas la capacité d'entretenir leurs infrastructures. Les familles monoparentales représentent également une grande partie de ce groupe, en particulier les ménages dirigés par une femme. Par extension, les taux de pauvreté des enfants sont nettement plus élevés que les taux de pauvreté de la population dans son ensemble. Le pourcentage d'enfants vivant dans la pauvreté est de 15,7 % en Alberta (Edmonton Social Planning Council, 2017a), de 24 % en Saskatchewan (Hunter et Sanchez, 2017) et de 27,5 % au Manitoba (Campaign 2000, 2017). Les personnes âgées et les personnes ayant des conditions de santé préexistantes sont particulièrement sensibles aux vagues de chaleur et autres extrêmes climatiques (Rapaport et coll., 2015) et les personnes à faible revenu n'ont souvent pas accès à des climatiseurs (Gronlund, 2014).

### Nouveaux immigrants

Bien qu'ils représentent un nombre important de résidents dans de nombreuses collectivités des Prairies et peuvent être soumis à de multiples sources de vulnérabilité, les nouveaux immigrants sont rarement étudiés dans le cadre de la recherche sur les changements climatiques. Le manque de ressources et les barrières linguistiques auxquels sont confrontés certains immigrants peuvent limiter leur capacité d'adaptation (Burke et coll., 2012). Les travailleurs migrants saisonniers connaissent non seulement les vulnérabilités du migrant moyen, mais aussi la précarité du travail dans le secteur agricole dans le contexte des changements climatiques. Les réfugiés en particulier peuvent souffrir de traumatismes en raison d'expériences vécues dans leur pays d'origine et beaucoup sont des minorités visibles qui peuvent être victimes de discrimination raciale; même les enfants subissent cette gamme d'effets (Oxman-Martinez et coll., 2012). De nombreux nouveaux immigrants ne connaissent pas les sources de soutien social qui s'offrent à eux. Chacun de ces facteurs accroît la vulnérabilité aux changements climatiques, en particulier aux événements extrêmes.

Ce groupe devrait s'accroître, en partie en raison de l'augmentation de l'émigration en réponse aux impacts des changements climatiques dans d'autres régions du monde (voir le chapitre « Dimensions internationales »). L'Alberta, en particulier, devient une destination privilégiée pour les immigrants, après l'Ontario et la

Colombie-Britannique, les immigrants admis représentant actuellement 23,6 % de la population active (Gouvernement de l'Alberta, 2018). En 2015, 16 739 immigrants et réfugiés se sont installés à Edmonton, contre 6 016 en 2005 (Edmonton Social Planning Council, 2017b).

## 4.6.3 Sources de vulnérabilité sociale

Une prise en compte de la vulnérabilité qui se concentre exclusivement sur l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation peut perpétuer la désautonomisation plutôt que de permettre le développement des capacités (Veland et coll., 2013). Par exemple, la représentation des peuples autochtones comme étant très vulnérables pourrait servir à reproduire les relations paternalistes reflétées dans le colonialisme (Klenk et coll., 2013; Veland et coll., 2013). Les stratégies de réduction des émissions de GES et d'adaptation peuvent renforcer les approches occidentales, masculines ou technocratiques et les secteurs économiques à prédominance masculine (Williams, 2018). Par exemple, l'approche dominante en matière d'adaptation aux changements climatiques privilégie les infrastructures et les solutions technologiques, comme les barrages et l'agriculture sans labour, au détriment d'approches plus propices à l'intégration sociale qui tiennent compte des inégalités structurelles, des vulnérabilités sociales et des obstacles institutionnels (VandenBygaart, 2016; Zeitoun et coll., 2016).

L'analyse intersectionnelle (voir l'encadré 4.4) attire l'attention sur le fait que près de 80 % des parents monoparentaux au Canada sont des femmes (Statistique Canada, 2015). Combinée à l'écart de rémunération entre les sexes, l'intersection du sexe et du statut monoparental peut également affecter la vulnérabilité et contribuer à la pauvreté des enfants. De même, bien qu'en général les adultes plus âgés soient plus susceptibles que les autres catégories d'âge d'avoir un faible revenu (Hunter, 2011), les revenus des hommes âgés (65 ans et plus) sont encore 1,5 fois supérieurs à ceux des femmes âgées (Statistique Canada, 2018b) et plus de 30 % des femmes âgées vivent seules, contre 16 % des hommes âgés (Statistique Canada, 2018b). Dans la région des Prairies, l'analyse intersectionnelle révèle des problèmes particuliers rencontrés par les femmes autochtones à faible revenu vivant dans les réserves par rapport aux hommes, aux non-Autochtones et aux Autochtones vivant hors des réserves. En effet, les femmes autochtones sont plus susceptibles d'être des parents seuls et moins susceptibles d'avoir un emploi que les hommes ou les femmes non autochtones. En outre, elles sont plus susceptibles de vivre dans des habitations insalubres dans les réserves et se déclarent en moins bonne santé que les hommes autochtones (Arriagada, 2016).

Les personnes caractérisées par des causes de vulnérabilité qui s'entrecroisent disposent également de connaissances importantes pour contribuer à l'adaptation aux changements climatiques en raison de leurs perspectives et de leur expérience (Whyte, 2014). Les femmes et les hommes autochtones peuvent posséder des connaissances uniques sur l'environnement et les changements climatiques (Dowsley et coll., 2010) générées par leurs rôles et responsabilités traditionnels. Le rôle des femmes autochtones en tant que protectrices des eaux, par exemple, peut fournir des indications sur les changements climatiques (Whyte, 2014). Les personnes plus âgées, y compris les aînés et aînées autochtones, détiennent des connaissances importantes qui corroborent et enrichissent les données scientifiques sur le climat. Les connaissances et les contributions des groupes socialement marginalisés peuvent apporter un éclairage crucial pour promouvoir

une adaptation plus efficace et plus inclusive aux changements climatiques. Qui plus est, les politiques et processus d'adaptation socialement équitables peuvent aller au delà de l'inclusion, en réduisant les causes profondes de la vulnérabilité et en augmentant potentiellement l'égalité au fil du temps.

## 4.7 La planification de l'adaptation aide à réduire les risques posés par les changements climatiques

Les villes sont au premier plan de la planification de l'adaptation et de la résilience dans les provinces des Prairies. Les gouvernements et les entreprises ont commencé à évaluer les risques climatiques et à élaborer des stratégies d'adaptation, mais peu de plans et de politiques propres au secteur tiennent compte des risques climatiques futurs, ce qui fait qu'un certain nombre d'entreprises, de gouvernements et de secteurs sont mal préparés. L'évaluation de l'efficacité des mesures d'adaptation et la production de rapports significatifs aideront à rendre les collectivités et les économies locales résilientes face aux changements climatiques.

Les gouvernements, l'industrie, les entreprises, les collectivités autochtones et la société civile dans les provinces des Prairies adoptent lentement la planification de l'adaptation. Le leadership est particulièrement évident de la part des municipalités de la région, tandis que les gouvernements provinciaux en sont à leurs débuts. Les gouvernements et les entreprises ont commencé à évaluer et à divulguer les risques climatiques auxquels sont confrontés les actifs publics et privés. L'amélioration continue par l'évaluation des progrès n'est pas courante. Une autre limite est la dépendance continue aux conditions climatiques historiques récentes pour définir la variabilité et les extrêmes climatiques, plutôt que de se référer aux projections climatiques.

### 4.7.1 Introduction

Les considérations relatives aux changements climatiques sont de plus en plus intégrées aux processus de planification et de gestion des municipalités, des gouvernements et des entreprises ayant des objectifs opérationnels et de gestion variés (TransAlta Corporation, 2018; Ville de Regina, 2018; EPCOR, 2017). Les projets et initiatives en matière d'adaptation en cours incluent le renforcement de la mobilisation et de la sensibilisation, la recherche et la planification, la formation et le perfectionnement des compétences, ainsi que la conception et la construction d'infrastructures dans une perspective climatique (Bruised Head, 2018; Blackfeet Nation, 2018; Austin, 2015; Zizzo, 2014).

La Saskatchewan et le Manitoba disposent de plans de lutte contre les changements climatiques qui prévoient des mesures d'adaptation, de réduction des émissions de GES et de renforcement de la résilience

au climat. La stratégie de la Saskatchewan en matière de changements climatiques (Gouvernement de la Saskatchewan, 2017) met l'accent sur les pratiques gouvernementales existantes (p. ex. la recherche pour appuyer l'adoption de nouvelles variétés de cultures) et s'engage à mettre en place de nouvelles stratégies pour améliorer la résilience au climat dans la province (p. ex. améliorer la compréhension des tendances climatiques futures). Le Plan vert et climatique du Manitoba (Manitoba Sustainable Development, 2017) repose sur quatre piliers : le climat, les emplois, l'eau et la nature. Les stratégies d'adaptation prévues dans le plan sont axées sur la connaissance du climat, les collectivités durables et résilientes au climat et l'agriculture durable.

### 4.7.2 Planification de l'adaptation et mesures d'adaptation à l'échelle des collectivités

En vertu de la loi provinciale, les deux plus grandes villes d'Alberta sont tenues d'élaborer des plans de lutte contre les changements climatiques (voir l'étude de cas 4.5; Gouvernement de l'Alberta, 2018). Treize autres municipalités albertaines ont adopté des plans d'adaptation élaborés selon le processus Climate Resilience Express (Boyd et coll., 2016). Ce processus simplifié de planification de l'adaptation est basé sur un atelier d'un jour qui explore les risques climatiques encourus par les actifs et les opérations municipales. Plutôt que de présenter une analyse quantitative détaillée, la méthode de dépistage de haut niveau se veut simple et accessible aux collectivités dont les capacités sont limitées. Le résultat est un plan d'action pour les collectivités qui demande à être mis en œuvre, révisé et mis à jour. Le processus a été utilisé pour produire des plans pour de nombreuses villes, municipalités et comtés.

### Étude de cas 4.5 : Planification de l'adaptation à Edmonton et à Calgary

Pour appuyer leur planification de l'adaptation, les villes d'Edmonton et de Calgary ont commandé une série de livres blancs sur la construction d'une ville résiliente au climat dans les Prairies (Venema et coll., 2017). Les documents portaient sur l'économie et la finance, l'agriculture et la sécurité alimentaire, les écosystèmes urbains, l'adaptation transformationnelle, les infrastructures de transport, les systèmes d'approvisionnement et d'assainissement de l'eau, les infrastructures électriques, les technologies de l'information et de la communication, l'environnement bâti, la préparation aux catastrophes et la gestion des urgences. Ces documents ont contribué à mettre en forme les plans de lutte contre les changements climatiques élaborés par les deux villes.

Calgary a lancé son Climate Program en 2017 pour faciliter la réduction des émissions de GES et l'adaptation aux changements climatiques par la ville, ses résidents et ses entreprises (voir la figure 4.11; Ville de Calgary, 2018). Les initiatives en matière d'adaptation comprennent la planification des inondations, les efforts de conservation de l'eau, la planification de la gestion des déchets, la gestion des forêts urbaines et la

planification des parcs pour appuyer la biodiversité et la résilience écologique, la naturalisation des paysages urbains, la construction écologique et le développement à faible impact, et l'amélioration des installations de traitement des eaux usées.

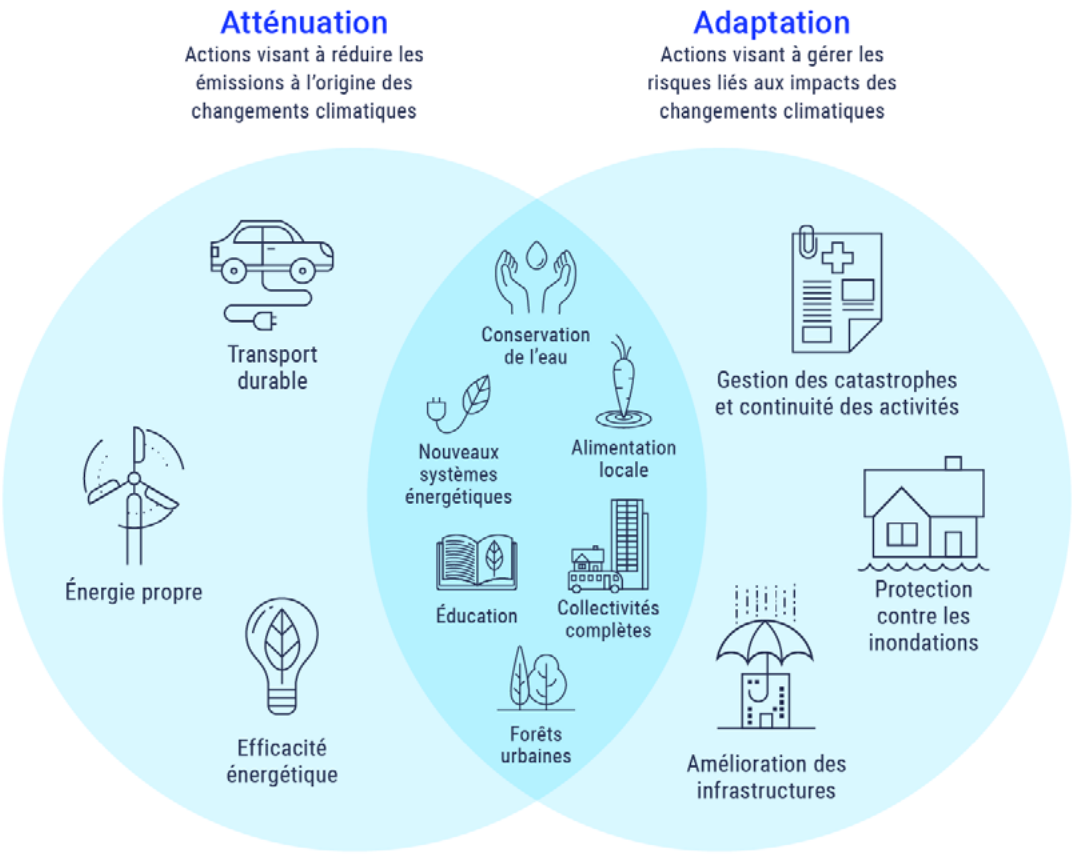



Figure 4.11 : Considérations relative au renforcement de la résilience climatique dans la ville de Calgary. Cette figure a été utilisée pour améliorer les connaissances d'intervenants multiples au sujet de l'enjeu des changements climatiques. Source : Ville de Calgary, 2018.

Le Climate Resilience Plan de Calgary (Ville de Calgary, 2018) décrit ce que la ville fait pour réduire les émissions de GES et s'adapter aux changements climatiques. Le plan cerne les risques et les vulnérabilités auxquels les services et les opérations de la ville sont confrontés à la suite de phénomènes météorologiques extrêmes, ainsi que les unités opérationnelles responsables de la mise en œuvre des mesures visant à réduire ces risques. Il s'articule autour de cinq pratiques exemplaires pour les municipalités : le leadership gouvernemental, le renforcement des capacités, la planification climatique intégrée à long terme, l'harmonisation avec d'autres initiatives (p. ex. 100 Resilient Cities, 2020) et la sensibilisation du public par le biais de l'éducation et de la diffusion. En mars 2018, la ville a lancé une série de symposiums sur les

changements climatiques afin d'appuyer une conversation sur le sujet avec les Calgariens, les dirigeants des collectivités et les leaders de la jeunesse, les entrepreneurs, les experts du climat et le personnel de la ville.

La ville d'Edmonton a adopté une approche progressive pour élaborer sa stratégie d'adaptation aux changements climatiques (Ville d'Edmonton, 2018a), en commençant par une évaluation des risques dans les conditions climatiques actuelles, en examinant les changements climatiques au cours du siècle dernier et les projections des changements, et en préparant une analyse économique des coûts de l'inaction et une revue des études de cas. Une évaluation stratégique des risques et de la vulnérabilité aux changements climatiques reposant sur des modèles quantitatifs a permis de déterminer les dommages physiques et la perte potentielle de services associés à divers impacts climatiques. Des ateliers thématiques pour intervenants, réunissant plus de 100 participants, ont été organisés afin de valider l'analyse des risques et l'établissement des priorités. Des résumés graphiques de ces ateliers rendent compte des conversations et des idées des participants (Hester, 2018).

Les mesures visant à gérer les risques climatiques ont été évaluées selon cinq critères : durabilité, efficacité, risque et incertitude, occasion et mise en œuvre. Ils ont également été condensés en cinq voies potentielles de gestion des risques, comprenant des décisions et des mesures préparatoires fondées sur la science et sur des données probantes pour répondre aux changements de température, aux précipitations, aux extrêmes météorologiques et aux écosystèmes.

Un sommet des maires de villes du monde entier s'est tenu le 6 mars 2018 et a abouti à la Déclaration d'Edmonton : un appel à l'action pour que les maires prennent le leadership en matière de changements climatiques. Élaborée avec la contribution de la Fédération canadienne des municipalités, de Cités et Gouvernements Locaux Unis, du C40 et de l'ICLEI – Local Governments for Sustainability en prévision de la conférence scientifique du GIEC sur les villes et les changements climatiques, la déclaration engage les administrations locales à entreprendre des évaluations des risques climatiques et de la vulnérabilité afin d'orienter leurs décisions de planification et d'investissement, d'accroître la résilience au climat et de réduire au minimum l'exposition des personnes et des actifs aux impacts des changements climatiques (Ville d'Edmonton, 2018b). Elle a été signée par plus de 3 000 villes dans le monde. La stratégie d'Edmonton a été conçue pour respecter les engagements en matière d'adaptation de la Déclaration d'Edmonton (Ville d'Edmonton, 2018a).

Le Climate Action Plan de la ville de Saskatoon, qui comprend sa stratégie Corporate Climate Adaptation Strategy, a été publié en 2019 (Ville de Saskatoon, 2019). La ville a entrepris un processus de mobilisation (groupes de discussion, enquêtes, événements communautaires spontanés et ateliers d'experts) auprès des entreprises locales, des organisations à but non lucratif, des résidents et des experts en la matière afin que ceux-ci puissent orienter son Climate Change Business Mitigation Plan (Lura Consulting, 2018). Les intervenants ont déterminé les activités liées aux changements climatiques qui présentent un intérêt et les risques potentiellement préoccupants, ainsi que les avantages potentiels. Les coûts initiaux, le manque

d'infrastructures ou de services, et le manque de responsabilité et de soutien ont été définis comme les principaux obstacles à une action plus importante.

La Ville de Selkirk, au Manitoba, a élaboré sa stratégie d'adaptation aux changements climatiques en tenant compte des impacts saisonniers des changements climatiques sur les actifs municipaux, les services locaux ainsi que la santé et le bien-être des personnes, et en donnant la priorité aux risques et aux mesures d'adaptation associées. Ces mesures ont été classées en fonction de leur efficacité, et les coûts ont été calculés et intégrés dans le processus budgétaire tactique annuel de la ville afin de soutenir la mise en œuvre de celles-ci. La ville a remporté le prix Tereo 2019 du réseau canadien des gestionnaires d'actifs en reconnaissance de son approche innovante et de son engagement en faveur de l'action climatique (Ville de Selkirk, 2019).

Les collectivités autochtones des provinces des Prairies sont également très actives dans la planification de l'adaptation (Relations Couronne-Autochtones et Affaires du Nord Canada, 2019). Les domaines d'intérêt communs parmi les projets d'adaptation comprennent la sécurité alimentaire et l'accès aux aliments traditionnels, la sécurité sur les terres, la surveillance des eaux et les impacts physiques et psychologiques des changements climatiques (Myers et coll., 2017).

La planification de l'adaptation dans les collectivités autochtones des Prairies tient souvent compte des connaissances autochtones et locales, ainsi que de la science et des projections en matière de changements climatiques (Bruised Head, 2018; Okorosobo, 2018; Patrick, 2018a). Par exemple, le plan d'adaptation aux changements climatiques des Pieds-Noirs (Blackfeet Nation, 2018) s'appuie sur les renseignements fournis par les observations culturelles des impacts des changements climatiques et sur les témoignages des Amskapi Piikani conservés dans la tradition et l'histoire orales. Des récits des chasses saisonnières, des activités des guerriers, des obligations sociales, des rassemblements de nations et de nombreux autres événements importants ont été conservés par des récits oraux sur des centaines de générations. Les changements climatiques apparaissent maintenant dans ces histoires, alors qu'elles progressent vers le présent et l'avenir. Les tendances et les projections climatiques fondées sur la science ont également été utilisées pour élaborer le plan, qui s'articule autour des vulnérabilités et des impacts propres à chaque secteur. Les objectifs, les stratégies et les mesures d'adaptation aux changements climatiques dans huit secteurs, dont l'agriculture, les eaux et les forêts, sont basés sur la compréhension des Pieds-Noirs selon laquelle les personnes et la nature ne font qu'un, et que les personnes ne peuvent être en bonne santé que si l'on veille à la santé de l'environnement. Une vision dynamique du monde naturel et la reconnaissance de sa relation réciproque avec les Pieds-Noirs sont considérées comme nécessaires pour concilier les besoins de tous (voir l'étude de cas 4.5).

Des modèles sont en train d'émerger pour tisser ensemble les connaissances autochtones et la science du climat dans la planification de l'adaptation aux changements climatiques. Par exemple, Lynes et Boyd (2018) décrivent un processus de planification en vue de l'élaboration d'un plan d'action local précoce, comprenant des stratégies et des actions pour faire face et s'adapter aux priorités immédiates déterminées par les collectivités autochtones. Le processus comprend une série d'ateliers éducatifs et de dialogues communautaires suivis d'un atelier sur l'adaptation. Les experts en changements climatiques et les détenteurs de connaissances locales animent des ateliers et des dialogues conjointement avec des concepts traduits dans la langue orale et écrite locale.

## 4.7.3 Intégration de l'adaptation

Par intégration, on entend l'analyse systématique des risques climatiques et l'inclusion de l'adaptation aux processus de décision et de planification. Des membres du gouvernement du Manitoba et de la Saskatchewan ont évalué l'adaptabilité des politiques provinciales aux changements climatiques et leur capacité à soutenir l'adaptation sectorielle. Les participants ont cerné les possibilités de définir la souplesse politique nécessaire dans un climat futur incertain (Bizikova, 2018). Les évaluations étaient particulièrement utiles lorsque la réponse aux changements climatiques était définie comme un objectif politique, soit lors de la conception initiale de la politique, soit après que les politiques aient été en vigueur pendant un certain temps, afin qu'il y ait des preuves de leur efficacité.

L'analyse et la planification de l'utilisation et de la gestion de l'eau dans les provinces des Prairies portent de plus en plus les implications des changements climatiques (TransAlta Corporation, 2018; Patrick, 2018b). Par exemple, une exploration collaborative de la gestion de l'eau dans les bassins des rivières Oldman et Saskatchewan Sud a examiné des scénarios d'écoulement fluvial pour la période de 2025 à 2054 (Sauchyn et coll., 2016). Les stratégies d'adaptation potentielles, telles que la modification des infrastructures existantes, la construction de nouvelles infrastructures, la modification des opérations pour appuyer les débits environnementaux, la réduction de la demande et le partage de l'offre, ont été évaluées lors de séances de modélisation interactives. Les résultats indiquent que le rationnement basé sur les prévisions, associé à un nouveau stockage élargi, pourrait réduire considérablement les pénuries d'eau. De même, la stratégie de Manitoba Hydro en matière de changements climatiques (Manitoba Hydro, 2014) s'appuie sur des projections de changements climatiques et sur de nombreuses études menées dans le bassin versant Nelson Churchill, qui mettent en évidence d'importantes tendances spatiales et temporelles dans la manière dont les changements climatiques peuvent affecter ses activités de base.

Les gouvernements et les entreprises commencent également à divulguer les risques climatiques sur les actifs publics et privés (voir le chapitre « Divulgation, litiges et aspects financiers liés au climat »). Par exemple, Suncor (Suncor Énergy Inc., 2018) a indiqué qu'elle gère les risques climatiques par le biais de la conception des installations, des procédures opérationnelles et de l'assurance pour les dommages ou la perte d'actifs, ainsi que l'interruption de la production. De même, TransAlta Corporation (2018) note qu'elle a subi des impacts financiers négatifs à la suite d'événements climatiques extrêmes et qu'elle a recours à des assurances, à la mise hors service d'anciennes installations, à l'amélioration des infrastructures de drainage et au stockage de fournitures pour faire face aux risques. L'entreprise a utilisé la modélisation climatique et les coûts passés pour estimer les éventuelles implications financières de la réduction ou de la perturbation de la capacité de production dans un climat en changement, ainsi que les bénéfices financiers positifs potentiels (TransAlta Corporation, 2018). Les contrôles de risques comprennent l'utilisation de barrages pour le contrôle des inondations et des sécheresses, le maintien du capital, la surveillance des configurations météorologiques et l'ajustement des opérations du site.

## 4.7.4 Limites actuelles de la planification de l'adaptation et de la résilience

Bien que la plupart des politiques actuellement en place ne tiennent pas compte du climat futur, la gestion adaptative, une approche itérative de prise de décision dans un contexte d'incertitude, offre une flexibilité et un potentiel d'apprentissage à mesure que les conditions climatiques des Prairies évoluent. La gestion adaptative est conçue pour être plus souple et plus réceptive aux conditions locales changeantes et elle est centrée sur la prise de décision fondée sur des données probantes qui vise à réduire l'incertitude par la surveillance, l'expérimentation et l'apprentissage (Holling, 1978). Par exemple, plusieurs politiques en matière d'énergie et d'environnement régissant le secteur du pétrole et du gaz en Alberta reflètent des principes de gestion adaptative qui pourraient permettre aux exploitants de s'adapter aux changements des conditions climatiques (Cobb et coll., 2015). Cependant, un manque d'attention en matière de conception expérimentale et des exigences relatives à l'établissement de rapports vagues ou inapplicables peuvent limiter l'apprentissage réel et compromettre la nature adaptative de cette approche (Olszynski, 2017). De plus, les opinions très diverses sur les changements climatiques et leurs impacts sur le secteur pétrolier et gazier dans l'Ouest canadien (Wiensczyk, 2014) suggèrent qu'un certain nombre d'entreprises, de gouvernements et de secteurs s'appuieront sur des mesures d'adaptation réactives et ne se prépareront peut-être pas à des changements climatiques rapides ou à des points de bascule environnementaux et socioéconomiques qui entraînent des changements dans des états nouveaux ou différents (p. ex. l'eau pour l'agriculture d'irrigation est devenue peu fiable après trois décennies de sécheresse, comme il est décrit dans Warren, 2016b).

Un manque de détermination ou de motivation pour faire face aux changements climatiques peut également limiter les possibilités d'apprentissage institutionnel. Un examen de l'évolution du système de gestion des urgences et des catastrophes du Manitoba a révélé que, bien que les événements extrêmes aient généré des possibilités d'apprentissage importantes, les changements de politique étaient en grande partie des initiatives réactives, motivées par un processus décisionnel descendant, avec une évolution institutionnelle réduite par rapport à d'autres questions politiques (Haque et coll., 2018). Par ailleurs, certaines organisations peuvent être réticentes à divulguer les risques climatiques en raison de préoccupations concernant la valeur des actions de leur entreprise ou la responsabilité légale (voir le chapitre « Divulgation, litiges et aspects financiers liés au climat »). Certains rapports de l'industrie peuvent même dissimuler les impacts des changements climatiques, réduisant ainsi l'intérêt pour une meilleure compréhension ou gestion des risques climatiques (QUEST, 2015).

Pour améliorer l'adaptation dans son ensemble, la planification de l'adaptation nécessite une évaluation régulière de l'efficacité, une révision basée sur les apprentissages et une meilleure production de rapports sur les progrès réalisés en matière d'apprentissages sur les changements climatiques et l'adaptation dans les Prairies. Toutefois, les rapports sur les progrès réalisés jusqu'à présent, qui sont peu nombreux, ont principalement porté sur les mesures entreprises. Par exemple, au Manitoba, les rapports provinciaux sur les changements climatiques et les rapports indépendants de divers ministères ont abordé les risques liés aux changements climatiques et les activités d'adaptation, mais n'ont pas la mesure dans laquelle les mesures ont réussi à réduire ou à minimiser les risques les plus importants (Vérificateur général du Manitoba, 2017).

Bien que les mesures de rendement liées à l'adaptation et la vérification de l'atteinte des objectifs d'adaptation ne soient pas encore courantes (Bureau du vérificateur général du Canada, 2018; Gouvernement de la Saskatchewan, 2018), la Saskatchewan a élaboré un cadre pour mesurer les progrès réalisés en vue de rendre la province plus résiliente aux changements climatiques. La stratégie de la Saskatchewan en matière de changements climatiques (Gouvernement de la Saskatchewan, 2017) décrit la résilience face au climat et se concentre sur les principes de la préparation, avec un engagement envers la tenue d'évaluations annuelles et la production des rapports connexes. La stratégie est composée de 25 indicateurs des changements climatiques dans cinq domaines clés : les systèmes naturels, l'infrastructure physique, la durabilité économique, la préparation des collectivités et le bien-être humain (Gouvernement de la Saskatchewan, 2018). Ce cadre de travail permettra au gouvernement provincial de suivre les progrès réalisés à l'égard du renforcement de la résilience aux changements climatiques et d'en rendre compte.

Une autre faiblesse de la planification de l'adaptation est la dépendance continue aux conditions climatiques historiques récentes pour définir la variabilité et les extrêmes climatiques futurs. Souvent, les évaluations des risques ne tiennent pas compte des extrêmes en dehors de l'intervalle des observations enregistrées (Sauchyn et coll., 2014). Les sécheresses prolongées, comme celles qui se sont produites entre les années 1920 et le début des années 1940, sont une caractéristique commune de l'histoire du climat dans les Prairies, mais elles sont antérieures à une attribution industrielle aussi importante des eaux de surface telle que celle utilisée dans l'extraction du pétrole et du gaz. Prendre en compte ces extrêmes dans les processus de planification peut aider à déterminer les mesures d'adaptation qui pourraient être suffisamment solides pour faire face à des scénarios de changements climatiques peu probables et à fort impact qui auraient de profondes répercussions sur les utilisateurs d'eau (p. ex. Sauchyn et coll., 2015; EPCOR, 2017).

## 4.8 Aller de l'avant

### 4.8.1 Lacunes dans les connaissances et besoins de recherche

L'évaluation des connaissances actuelles présentée dans le présent chapitre révèle des lacunes et des besoins en matière de recherche supplémentaire. Il s'agit avant tout d'indicateurs et de méthodologies permettant d'évaluer l'efficacité des stratégies et des mesures qui ont été mises en œuvre. D'autres lacunes et besoins clés en matière de connaissances comprennent les éléments suivants.

Des pratiques exemplaires et des conseils pour :

- Intégrer les projections des modèles des scénarios sur le climat futur dans la planification de l'adaptation. De nombreux processus d'évaluation des risques sont basés sur l'analyse de scénarios climatiques historiques récents. Sans des efforts pour prendre en compte les projections climatiques dans la prise de décision, ainsi que les incertitudes liées à ces projections, des entreprises, gouvernements et secteurs pourraient ne pas être suffisamment préparés;
- Établir, mettre en œuvre, mesurer et modifier le suivi et l'évaluation des progrès accomplis dans la réalisation des objectifs de résilience climatique.

Une meilleure compréhension de ce qui suit :

- Les possibilités nouvelles découlant des changements climatiques;
- La façon dont l'agriculture pourrait s'étendre au-delà des marges de l'écozone des Prairies et dans les zones boisées de sols forestiers pauvres en nutriments;
- Les impacts sociaux, environnementaux et économiques d'une sécheresse soutenue (pluriannuelle) et de l'inondation prolongée des terres dans des conditions d'humidité excessive;
- La vulnérabilité et la capacité d'adaptation de groupes sociaux particuliers, notamment les familles à faible revenu et les nouveaux immigrants, et en particulier les différences entre les populations autochtones urbaines et celles des collectivités rurales et éloignées;
- La façon dont les connaissances autochtones peuvent améliorer l'adaptation et les pratiques durables, et la manière d'intégrer les connaissances autochtones dans les processus de planification de l'adaptation.

## 4.8.2 Nouveaux enjeux

Cette évaluation des connaissances actuelles sur l'adaptation aux changements climatiques et leurs impacts dans les provinces des Prairies fait apparaître les nouveaux enjeux suivants.

### Adaptation transformationnelle

Comme un climat en réchauffement amplifie les extrêmes météorologiques régionaux, la gravité des inondations, des tempêtes et des sécheresses dépassera l'expérience historique des collectivités des Prairies. Il est peu probable que les ajustements progressifs apportés aux pratiques et politiques historiques permettent une adaptation adéquate aux changements de l'hydroclimat et ils pourraient être potentiellement mal adaptés à la longue. Par conséquent, un nouvel enjeu important est la nécessité d'une adaptation transformationnelle qui remet en question les politiques, les structures et les systèmes existants.

### Adaptation dans les collectivités rurales

Les récentes tendances sociales et économiques rurales, l'exode rural et l'augmentation de la taille des exploitations agricoles, en particulier, sont des facteurs qui compromettent la capacité d'adaptation des

collectivités rurales. Les services de vulgarisation dans les régions rurales, auparavant assurés par les universités et les organismes gouvernementaux des Prairies, ont diminué. Les groupes d'intendance des bassins versants et les municipalités rurales fournissent maintenant ces services dans une certaine mesure, mais manquent de ressources pour la planification de l'adaptation.

### Considérations sociales et culturelles dans les décisions en matière d'adaptation

Les approches conventionnelles à l'évaluation de la vulnérabilité des groupes sociaux selon les indicateurs d'exposition et de capacité d'adaptation ne tiennent pas compte de la compréhensionculturelle des valeurs et des risques, des connaissances locales, de certains facteurs causaux d'inégalité et d'oppression et des capacités d'agir uniques, y compris les contributions et les idées provenant de perspectives marginalisées telles que les connaissances autochtones et les expériences des femmes.

### Perspectives d'intersectionnalité

Parmi les tendances émergentes positives, citons l'accent mis sur les politiques et la planification en matière de climat, ainsi que les approches novatrices pour accéder aux connaissances et les interpréter afin d'éclairer ces processus, notamment en intégrant les connaissances autochtones au sujet des changements climatiques et de l'adaptation (Lynes et Boyd, 2018; Myers et coll., 2017). La perspective émergente de l'intersectionnalité reconnaît comment de multiples attributs et identités peuvent se croiser pour influer sur la vulnérabilité et la capacité d'adaptation, tandis que l'accent mis sur l'infrastructure sociale peut attirer l'attention sur la question de savoir si et comment les pratiques existantes peuvent être conservées ou révisées en vue d'une adaptation positive.

## 4.9 Conclusion

Dans les provinces des Prairies, les changements climatiques entraînent une redistribution du capital naturel. Ils transforment les saisons vers des hivers plus humides et des étés plus secs, et nécessitent des changements dans la gestion des ressources en eau. La transition vers une nouvelle répartition des approvisionnements en eau et de nouveaux écosystèmes régionaux sera ponctuée de phases de changement, le réchauffement planétaire interagissant avec la variabilité régionale et les événements météorologiques. La collaboration entre les gouvernements, les municipalités et les collectivités autochtones est nécessaire pour faire face aux changements géographiques dans la disponibilité de l'eau et des ressources écologiques.

Comme les changements climatiques modifient la fréquence et l'intensité des extrêmes climatiques, les risques à plus long terme posés par les changements climatiques comprennent des écarts de niveaux d'eau amplifiés et les conséquences qui y sont associées : inondations, incendies, déficits d'approvisionnement en eau, perturbations des écosystèmes et productivité plus variable des forêts et des exploitations agricoles. L'intensité croissante des événements météorologiques représente un écart croissant par rapport à un

climat de référence, sachant que ce dernier est lui aussi en train de changer. Cet état de changement continu pourrait en fin de compte être le scénario le plus exigeant. La température, les précipitations et les niveaux d'eau finiront par dépasser un seuil au-delà duquel les impacts s'aggraveront abruptement. On peut citer comme exemples la perte permanente de l'eau stockée sous forme de neige et de glace, l'intensité des précipitations qui dépasse la capacité de stockage des infrastructures et des bassins versants et la perte des basses températures qui empêchent de nombreux organismes nuisibles et vecteurs de maladies de proliférer dans les régions agricoles et forestières.

La réponse aux changements climatiques dans les provinces des Prairies est passée de la reconnaissance à la réaction aux impacts potentiels. Les organismes gouvernementaux, le secteur privé, les collectivités autochtones, les municipalités et les organismes communautaires régionaux (p. ex. les organismes d'intendance des bassins versants, les districts d'irrigation) sont maintenant engagés dans la planification de la résilience et de l'adaptation. Les impacts nets des changements climatiques régionaux dépendront du succès, de l'étendue et de la portée de la planification de l'adaptation et de sa mise en œuvre efficace. Des plans ont vu le jour au cours de la dernière décennie et la planification de l'adaptation est à l'ordre du jour de nombreuses municipalités, entreprises, associations industrielles et organisations civiques. Chacun des gouvernements provinciaux des Prairies a une stratégie climatique qui intègre l'adaptation et la plupart des grandes villes sont engagées dans une planification de la résilience, bien que la mise en œuvre n'en soit qu'au stade initial.

# Références

100 Resilient Cities (2020). Consulté en juin 2020 sur le site https://www.100resilientcities.org/

Adger, W. N., Barnett, J., Brown, K., Marshall, N. et O'Brien, K. (2012). « Cultural dimensions of climate change impacts and adaptation ». Nature Climate Change, 3(2), 112–117. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1038/nclimate1666

Agriculture et agroalimentaire Canada (2017). Ce que nous avons entendu - Séances d'information à l'intention des Premières Nations - printemps 2017. Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.agr.gc.ca/fra/les-peuples-autochtones-et-lagriculture-canadienne/ce-que-nous-avons-entendu-seances-dinformation-a-lintention-des-premieres-nations-printemps-2017/?id=1527720564716

Agriculture et Agroalimentaire Canada (2019). Guetter la sécheresse — Archive des cartes. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.agr.gc.ca/DW-GS/historical-historiques.jspx?lang=-fra&jsEnabled=true

Alam, M.S. et Elshorbagy, A. (2015) « Quantification of the climate change-induced variations in Intensity-Duration-Frequency curves in the Canadian Prairies ». Journal of Hydrology, 527, 990-1005. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.05.059

Alberta Agriculture and Forestry (2016). « Alberta's Agriculture Drought and Excess Moisture Risk Management Plan ». Gouvernement de l'Alberta, 36p. Consulté en juin 2020 sur le site https://open.alberta.ca/publications/alberta-s-agriculture-drought-and-excess-moisture-risk-management-plan

Albert-Green, A., Dean, C.B., Martell, D. L. et Woolford, D.G. (2013). « A methodology for investigating trends in changes in the timing of the fire season with applications to lightning-caused forest fires in Alberta and Ontario, Canada ». Canadian Journal of Forest Research, 43(1), 39-45. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1139/cjfr-2011-0432

Alston, M. (2012). « Rural male suicide in Australia ». Social Science & Medicine, 74(4), 515-522. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2010.04.036

Alston, M. (2013). « Gender mainstreaming and climate change ». Women's Studies International Forum. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.wsif.2013.01.016

Alston, M. et Whittenbury, K. (2013). « Does climatic crisis in Australia's food bowl create a basis for change in agricultural gender relations? » Agriculture and Human Values, 30(1), 115-128. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s10460-012-9382-x

Arora-Jonsson, S. (2011). « Virtue and vulnerability: Discourses on women, gender and climate change ». Global Environmental Change, 21(2), 744–751. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.005

Arriagada, P. (2016). Les femmes des Premières Nations, les Métisses et les Inuites. Femmes au Canada : rapport statistique fondé sur le sexe, No. 89-503- X. Statistique Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2020 sur le site https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/89-503-x/2015001/article/14313-fra.htm

Austin, S. E., Ford, J. D., Berrang-Ford, L., Araos, M., Parker, S. et Fleury, M. D. (2015). « Public health adaptation to climate change in Canadian jurisdictions ». International Journal of Environmental Research and Public Health, 12(1), 623–651. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.3390/ijerph120100623

Baggio, J.A., BurnSilver, S.B., Arenas, A., Magdanz, J. S., Kofinas, G. P. et De Domenico, M. (2016). « Multiplex social ecological network analysis reveals how social changes affect community robustness more than resource depletion ». Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(48), 13708–13713. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1073/pnas.1604401113

Balgos, B., Gaillard, J.C. et Sanz, K. (2012). « The warias of Indonesia in disaster risk reduction: The case of the 2010 Mt Merapi eruption in Indonesia ». Gender & Development, 20(2), 337–348. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1080/13552074.2012.687218

Barrow, E. et Sauchyn, D. (2019). « Uncertainty in climate projections and time of emergence of climate signals in the western Canadian Prairies ». International Journal of Climatology, 39(11) 4358–4371. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1002/joc.6079

Bedford, F., Whittaker, R. et Kerr, J. (2012). « Systemic range shift lags among a pollinator species assemblage following rapid climate change ». Botany 90, 587–597. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1139/b2012-052

Berteaux, D., de Blois, S., Angers, J., Bonin, J. et Casajus, N. (2010). « The CC-Bio Project: studying the effects of climate change on Quebec biodiversity ». Diversity 2, 1181–1204. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.3390/d2111181

Bizikova, L., Swanson, D., Tyler, S., Roy, D. et Venema, H.D. (2018). « Policy adaptability in practice ». Policy Design and Practice, 1(1), 47–62. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1080/25741292.2018.1436376

Blackfeet Nation (2018). « Blackfeet Nation Climate Change Adaptation Plan ». Browning, Montana, 129 p.

Blair, D. et Sauchyn, D. (2010). « Winter roads in Manitoba », Chapitre 20 dans The New Normal : The Canadian Prairies in a Changing Climate, D. Sauchyn, H. Diaz et S. Kulshreshtha (éd.). Canadian Plains Research Center Press, Regina, Saskatchewan, 322–325.

Bonsal, B. R., Wheaton, E.E., Chipanshi, A.C., Lin, C., Sauchyn, D.J. et Wen, L. (2011). « Drought Research in Canada: A Review ». Atmosphere-Ocean 49(4) 303–319. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1080/07055900.2011.555103

Bonsal, B. R., Peters, D. L., Seglenieks, F., Rivera, A. et Berg, A. (2019). Évolution de la disponibilité de l'eau douce à l'échelle du Canada, Chapitre 6 dans Rapport sur le climat changeant du Canada, E. Bush et D.S. Lemmen (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 261–342. Consulté en juin 2020 sur le site https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/chapitre/6-0/

Boucher, D., Boulanger, Y., Aubin, I., Bernier, P. et Beaudoin, A. (2018). « Current and projected cumulative impacts of fire, drought, and insects on timber volumes across Canada ». Ecological Applications 28, 1245–1259. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1002/eap.1724

Bow River Water Management Project (2017). « Advice to Government on Water Management in the Bow River Basin ». Environment and Parks, Edmonton, Alberta, 226 p.

Boyd, R., Zukiwsky, J., Reasoner, M., Stark, C., Corbett, H. et al (2016). « Climate Resilience Express Action Kit and Municipal Action Plans ». Consulté en juin 2020 sur le site https://www.allonesky.ca/climate-resilience-express

Brimelow, J., Stewart, R., Hanesiak, J., Kochtubajda, B., Szeto, K. et Bonsal, B. (2014). « Characterization and assessment of the devastating natural hazards across the Canadian Prairie Provinces from 2009 to 2011 ». Natural Hazards 73, 761–785. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s11069-014-1107-6

Bruised Head, D. (2018). « Building Climate Resilience and Adaptation in the Kainai First Nation ». Blood Tribe Land Management, Standoff, Alberta, 19 p.

Bunce, A., Ford, J., Harper, S., Edge, V. et IHACC Research Team. (2016). « Vulnerability and adaptive capacity of Inuit women to climate change: a case study from Iqaluit, Nunavut ». Natural Hazards, 83, 1419–1441. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s11069-016-2398-6

Bureau d'assurance du Canada (2019). Assurance de dommages au Canada 2019. Consulté en juin 2020 sur le site http://www.ibc.ca/fr/on/ressources/état-de-lindustrie/publication-assurances-de-dommages-au-canada

Burke, S., Bethel, J. W. et Britt, A.F. (2012). « Assessing Disaster Preparedness among Latino Migrant and Seasonal Farmworkers in Eastern North Carolina ». International Journal of Environmental Research and Public Health, 9(9), 3115–3133. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.3390/ijerph9093115

Bush, E., Gillett, N., Watson, E., Fyfe, J., Vogel, F. et Swart, N. (2019). Comprendre les changements climatiques mondiaux observés, Chapitre 2 dans Rapport sur le climat changeant du Canada, E. Bush et D.S. Lemmen (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 25–72. Consulté en juin 2020 sur le site https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/chapitre/2-0/

Bureau du vérificateur général du Canada (2018). Perspectives sur l'action contre les changements climatiques au Canada — Rapport collaboratif de vérificateurs généraux. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.oag-bvg.gc.ca/internet/Francais/parl_otp_201803_f_42883.html

Cameron, E.S. (2012). « Securing Indigenous politics: A critique of the vulnerability and adaptation approach to the human dimensions of climate change in the Canadian Arctic ». Global Environmental Change, 22(1), 103–114. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.11.004

Campaign 2000 (2017). « Manitoba Child and Family Report Card 2017 ». Waiting for the Plan. Consulté en juin 2020 sur le site https://campaign2000.ca/wp-content/uploads/2017/11/2017-MB_ChildFamilyPovReportCard_FINAL.pdf

Canadian Rural Revitalization Foundation (2015). « State of Rural Canada 2015 ». Rural Development Institute, Brandon University, Brandon, Manitoba. 114 p. Consulté en juin 2020 sur le site http://sorc.crrf.ca/wp-content/uploads/2015/09/SORC2015.pdf

Champagne, C., Berg, A., McNairn, H., Drewitt, G. et Huffman, T. (2012). « Evaluation of Soil Moisture Extremes for Agricultural Productivity in the Canadian Prairies ». Agricultural and Forest Meteorology 165, 1-11. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.06.003

Chisholm Hatfield, S., Marino, E., Whyte, K. P., Dello, K.D. et Mote, P.W. (2018). « Indian time: time, seasonality, and culture in Traditional Ecological Knowledge of climate change ». Ecological Processes, 7(1). Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1186/s13717-018-0136-6

Christianson, A., McGee, T. K. et L'Hirondelle, L. (2012). « Community support for wildfire mitigation at Peavine Métis Settlement, Alberta, Canada ». Environmental Hazards, 11(3), 177–193. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1080/17477891.2011.649710

Clark, R., Andreichuk, I., Sauchyn, D. et McMartin, D. (2017). « Incorporating climate change scenarios and water-balance approach to cumulative assessment models of solution potash mining in the Canadian Prairies ». Climatic Change, 145(3), 321–334. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s10584-017-2099-5

Cobb, P., D'Souza, D., Switzer, J. et Douglas, A. (2015). « Role of Policy in Oil and Gas Adaptation: An analysis of policy drivers and barriers in the Alberta Oil and Gas Sector ». Soumis à la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques. Ressources naturelles Canada, Ottawa, Ontario, 73 p.

Cohen, S., Bush, E., Zhang, X., Gillett, N., Bonsal, B., Derksen, C., Flato, G., Greenan, B., Watson, E. (2019). Le contexte national et mondial des changements régionaux au Canada, Chapitre 8 dans Rapport sur le climat changeant du Canada, E. Bush et D.S. Lemmen (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 424–443. Consulté en juin 2020 sur le site https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/chapitre/8-0/

Conference Board of Canada (2017). « How Canada performs: Gender wage gap ». Conference Board of Canada. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.conferenceboard.ca/hcp/provincial/society/gender-gap.aspx?AspxAutoDetectCookieSupport=1

Convery, F.J. et Wagner, G. (2015). « Reflections-Managing Uncertain Climates: Some Guidance for Policy Makers and Researchers ». Review of Environmental Economics and Policy, 9(2), 304–320. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1093/reep/rev003

Corlett, R. et Westcott, D. (2013). « Will plant movements keep up with climate change? » Trends in Ecology & Evolution 28, 482–488. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.04.003

COSEPAC [Comité sur la situation des espèces en péril au Canada] (2006). Chevêche des terriers (Athene cunicularia) évaluation et rapport de situation du COSEPAC : chapitre 1. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril/evaluations-rapports-situations-cosepac/cheveche-terriers/chapitre-1.html

Craft, K., Mahmood, R., King, S., Goodrich, G. et Yan, J. (2017). « Droughts of the twentieth and early twenty-first centuries: Influences on the production of beef and forage in Kentucky, USA ». Science of the Total Environment 577, 122–135 Consulté en juin 2020 sur le site doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.128

Cunsolo Willox, A., Harper, S.L., Ford, J. D., Landman, K., Houle, K. et Edge, V. L. (2012). « "From this place and of this place:" Climate change, sense of place, and health in Nunatsiavut, Canada ». Social Science & Medicine, 75(3), 538–547. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.03.043

Dawe, K. et S. Boutin. (2016). « Climate change is the primary driver of white-tailed deer (Odocoileus virginianus) range expansion at the northern extent of its range; land use is secondary ». Ecology and Evolution 6(18), 6435-6451. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1002/ece3.2316

Desmarais, A.A., Qualman, D., Magnan, A. et Wiebe, N. (2015). « Land grabbing and land concentration: Mapping changing patterns of farmland ownership in three rural municipalities in Saskatchewan, Canada ». Canadian Food Studies / La Revue canadienne des études sur l'alimentation, 2(1), 16-47. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.15353/cfs-rcea.v2i1.52

Diaz, H.P., Hurlbert, M. et Warren, J.W. (2016). « Vulnerability and adaptation to drought: The Canadian prairies and South America. Energy, ecology, and the environment series; no. 9 ». University of Calgary Press, Calgary, Alberta. Consulté en juin 2020 sur le site http://hdl.handle.net/1880/51490

Diversification de l'économie de l'Ouest Canada (2018). « Aperçu économique ». Consulté en juin 2020 sur le site https://www.wd-deo.gc.ca/fra/243.asp

Dominey-Howes, D., Gorman-Murray, A. et McKinnon, S. (2014). « Queering disasters: On the need to account for LGBTI experiences in natural disaster contexts ». Gender, Place & Culture, 21(7), 905 918. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1080/0966369X.2013.802673

Downing D.J. et Pettapiece. W.W. (s.d.) Gouvernement de l'Alberta. Consulté en juin 2020 sur le site http://www.cd.gov.ab.ca/preserving/parks/anhic/Natural_region_report.asp

Downing, A. et Cuerrier, A. (2011). « A synthesis of the impacts of climate change on the First Nations and Inuit of Canada ». Indian journal of traditional knowledge 10(1), 57–70. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.semanticscholar.org/paper/A-synthesis-of-the-impacts-of-climate-change-on-the-Downing-Cuerrier/02302b6430553b2315f19fc57adc973f615afb90

Dowsley, M., Gearheard, S., Johnson, N. et Inksetter, J. (2010). « Should we turn the tent? Inuit women and climate change ». Inuit Studies, 34(1), 151–165. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.7202/045409ar

Edmonton Social Planning Council (2017a). « Keep Investing in Alberta's Children: The Government's Role in Ending Child and Family Poverty ». Consulté en juin 2020 sur le site https://campaign2000.ca/wp-content/uploads/2017/11/AB-Child-Poverty-Report-2017-FINAL-for-releaseNov24.pdf

Edmonton Social Planning Council (2017b). « A Profile of Poverty in Edmonton Update ». Consulté en juin 2020 sur le site ESPC Documents/PUBLICATIONS/A.06.C RESEARCH UPDATES/CityOfEdmontonPovertyProfileUpdate_2017.pdf

Edwards, J., Pearce, C., Ogden, A. E. et Williamson, T.B. (2015). Changements climatiques et aménagement forestier durable au Canada : guide d'évaluation de la vulnérabilité et d'intégration des mesures d'adaptation dans le processus décisionnel. Conseil canadien des ministres des forêts, Ottawa, Ontario, 172 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.ccmf.org/pdf/Guide%20vulnérabilité_2%20juin_FR.pdf

EPCOR (2017). « Source Water Protection Plan, Edmonton's Drinking Water System ». 138 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.epcor.com/products-services/water/Documents/source-water-protection-plan.pdf

FireSmart Canada (2020) Consulté en juin 2020 sur le site https://firesmartcanada.ca/

Fisher, R., Wellicome, T., Bayne, E., Poulin, R. et Todd, L. (2015). « Extreme precipitation reduces reproductive output of an endangered raptor ». Journal of Applied Ecology 52, 1500–1508. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/1365-2664.12510

Fisher, R.F. et Bayne, E. (2014). « Burrowing Owl Climate Change Adaptation Plan for Alberta ». Alberta Biodiversity Monitoring Institute, Edmonton, Alberta. 63 p. Consulté en juin 2020 sur le site http://biodiversityandclimate.abmi.ca/wp-content/uploads/2015/01/FisherandBayne_2014_BurrowingOwlAdaptationPlan.pdf

Flannigan, M.D., Krawchuk, M.A., de Groot, J., Wotton, B.M. et Gowman, L.M. (2009). « Implications of changing climate for global wildland fire ». International Journal of Wildland Fire 18, 483–507. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1071/WF08187

Flannigan, M.D., Wotton, B.M., Marshall, G.A., de Groot, W. J., Johnston, J., Jurko, N. et A. S. Cantin (2016). « Fuel moisture sensitivity to temperature and precipitation: climate change implications ». Climatic Change 134, 59–71. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s10584-015-1521-0

Fletcher, A.J. (2017). « "Maybe tomorrow will be better": Gender and farm work in a changing climate », Chapitre 12 dans Climate Change and Gender in Rich Countries: Work, public policy and action, M.G. Cohen (éd.). Routledge Abingdon, Oxon, New York, New York, 185–198. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.4324/9781315407906-12

Fletcher, A.J. et Knuttila, E. (2016). « Gendering change: Canadian farm women respond to drought », Chapter 7 dans Vulnerability and adaptation to drought: The Canadian prairies and South America, H. Diaz, M. Hurlbert et J. Warren (éd.). University of Calgary Press, Calgary, Alberta, 159–177. Consulté en juin 2020 sur le site www.jstor.org/stable/j.ctv6gqwv1

Ford, J.D. (2012). « Indigenous Health and Climate Change ». American Journal of Public Health, 102(7), 1260–1266. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.2105/AJPH.2012.300752

Ford, J.D., Berrang-Ford, L., King, M. et Furgal, C. (2010). « Vulnerability of Aboriginal health systems in Canada to climate change ». Global Environmental Change, 20(4), 668–680. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.05.003

Gallagher, R., Makinson, R., Hogbin, P. et Hancock, N., (2015). « Assisted colonization as a climate change adaptation tool ». Austral Ecology 40, 12–20. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/aec.12163

Garschagen, M. (2013). « Resilience and organisational institutionalism from a cross-cultural perspective: an exploration based on urban climate change adaptation in Vietnam ». Natural Hazards 67(1), 25–46. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s11069-011-9753-4

Gauthier, S., Bernier, P., Burton, P.J., Edwards, J., Isaac, K., Isabel, N., Jayen, K., Le Goff, H. et Nelson, E.A. (2014). « Climate change vulnerability and adaptation in the managed Canadian boreal forest ». Environmental Reviews 22, 256–285. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1139/er-2013-0064

GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] (2014). Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R.K. Pachauri et L.A. Meyer (éd.). Genève, Suisse, 161 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_fr.pdf

Gillett, N.P., Weaver, A. J., Zwiers, F. W. et Flannigan, M.D. (2004). « Detecting the effect of climate change on Canadian forest fires ». Geophysical Research Letters 31(18) L18211, Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1029/2004GL020876

Gizaw, M. S. et Gan, T. Y. (2015). « Possible impact of climate change on future extreme precipitation of the Oldman, Bow and Red Deer River Basins of Alberta ». International Journal of Climatology 36(1), 208–224. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1002/joc.4338

Gorman-Murray, A., Morris, S., Keppel, J., McKinnon, S. et Dominey-Howes, D. (2017). « Problems and possibilities on the margins: LGBT experiences in the 2011 Queensland floods ». Gender, Place & Culture, 24(1), 37–51. https://doi.org/10.1080/0966369X.2015.1136806

Gouvernement de l'Alberta (2006). « Approved Water Management Plan for the South Saskatchewan River Basin ». 52 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://open.alberta.ca/publications/0778546209

Gouvernement de l'Alberta (2015) « Alberta moves to protect Calgary, neighbouring communities from severe flooding ». Consulté en juin 2020 sur le site https://www.alberta.ca/release.cfm?xID=3873971607DE6-AA9E-CE00-9521CF82FC5D4567

Gouvernement de l'Alberta (2018). « 2017 Alberta Labour Force Profiles ». Immigrants in the Labour Force, 15 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://open.alberta.ca/dataset/cab80384-59c6-42a1-9d7c-4b1f8b676ad8/resource/8914b60c-0962-42ea-9480-54f1b29b0186/download/labour-profile-immigrants.pdf

Gouvernement de la Saskatchewan (2017). « Prairie Resilience: A Made-in-Saskatchewan Climate Change Strategy ». Gouvernement de la Saskatchewan, Saskatchewan, 13 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.saskatchewan.ca/business/environmental-protection-and-sustainability/a-made-in-saskatchewan-climate-change-strategy/prairie-resilience

Gouvernement de la Saskatchewan (2018) « Climate Resilience Measurement Framewor ». Gouvernement de la Saskatchewan, Saskatchewan, 8 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.saskatchewan.ca/business/environmental-protection-and-sustainability/a-made-in-saskatchewan-climate-change-strategy/prairie-resilience

Gouvernement du Manitoba (2018). « Manitoba Drought Management Strategy ». 50 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.gov.mb.ca/sd/pubs/research_data_maps/drought_management_strategy.pdf

Gouvernement du Manitoba (2020) « Manitoba's Watershed Districts ». 50 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.gov.mb.ca/sd/water/watershed/cd/

Gray, L. et Hamann, A. (2013). « Tracking suitable habitat for tree populations under climate change in western North America ». Climatic Change 117, 289–303. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s10584-012-0548-8

Gronlund, C. J. (2014). « Racial and Socioeconomic Disparities in Heat-Related Health Effects and Their Mechanisms: a Review ». Current Epidemiology Reports, 1(3), 165–173. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s40471-014-0014-4

Guyadeen, D., Thistlethwaite, J. et Henstra, D. (2018). « Evaluating the Quality of Municipal Climate Change Plans in Canada ». Climatic Change, 152, 121–143. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s10584-018-2312-1

Hadarits, M., Pittman, J., Corkal, D., Hill, H., Bruce, K. et Howard, A. (2017). « The interplay between incremental, transitional, and transformational adaptation: a case study of Canadian agriculture ». Regional Environmental Change 17(5), 1515–1525. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s10113-017-1111-y

Hanesiak, J.M., Stewart, R. E., Bonsal, B.R., Harder, P., Lawford, R., Aider, R., Amiro, B.D., Atallah, E. Barr, A.G., Black, T.A., Bullock, P., Brimelow, J. C., Brown, R., Carmichael, H., Derksen, C., Flanagan, L. B., Gachon, P., Greene, H., Gyakum, J., Henson, W., Hogg, E.H., Kochtubajda, B., Leighton, H., Lin, C., Luo, Y., McCaughey, J. H., Meinert, A., Shabbar, A., Snelgrove, K., Szeto, K., Trishchenko, A., van der Kamp, G., Wang, S., Wen, L., Wheaton, E., Wielki, C., Yang, Y., Yirdaw S. et Zha, T. (2011). « Characterization and Summary of the 1999–2005 Canadian Prairie Drought ». Atmosphere-Ocean, 49(4), 421–452. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1080/07055900.2011.626757

Hanna, E. G., Kjellstrom, T. et Bennett, C. (2011). « Climate Change and Rising Heat: Population Health Implications for Working People in Australia ». Asia-Pacific Journal of Public Health. Supplement to 23(2), 14S–26S. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/:10.1177/1010539510391457

Haque, H., Choudhury, M. et Sikder, S. (2018). « "Events and failures are our only means for making policy changes" : learning in disaster and emergency management policies in Manitoba, Canada ». Natural Hazards, 98, 137–162. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s11069-018-3485-7

Hargreaves, A., Samis, K. et Eckert, C. (2014). « Are species' range limits simply niche limits writ large? A review of transplant experiments beyond the range ». The American Naturalist 183(2), 157–173. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1086/674525

He, W., Yang, J., Qian, B., Drury, C., Hoogenboom, G., He, P., Lapen, D. et Zhou, W. (2018). « Climatic change impacts on crop yield, soil water balance and nitrate leaching in the semiarid and humid regions of Canada ». PLOS ONE 13(11), e0207370. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207370

Heal, G. et Millner, A. (2014). « Reflections: Uncertainty and decision making in climate change economics ». Review of Environmental Economics and Policy. 8(1), 120–137. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1093/reep/ret023

Heinmiller, B.T. (2018). « Canadian federalism and the governance of water scarcity in the South Saskatchewan River Basin ». Regional Environmental Change 18, 1667–1677. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s10113-018-1314-x

Heller, N. et Zavaleta, E. (2009). « Biodiversity management in the face of climate change: a review of 22 years of recommendations ». Biological Conservation 142(1) 14–32. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.10.006

Henderson, N., Hogg, E., Barrow, E. et Dolter, B. (2002). « Climate change impacts on the island forests of the Great Plains and the implications for nature conservation policy ». Prairie Adaptation Research Collaborative, Regina, Saskatchewan. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.parc.ca/project/climate-change-impacts-on-the-island-forests-of-the-great-plains-and-the-implications-for-nature-conservation-policy-the-outlook-for-sweet-grass-hills-montana-cypress-hills-alberta-saskatchewan/

Hester, S. (2018). « Air Transportation + Fuel Supply ». Ville d'Edmonton, Edmonton, Alberta. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.edmonton.ca/city_government/documents/Images/AirFuelsmall.jpg

HilleRisLambers, J., Harsch, M., Ettinger, A., Ford, K. et Theobald, E. (2013). « How will biotic interactions influence climate change-induced range shifts? » Annals of the New York Academy of Sciences 1297, 112–125. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/nyas.12182

Hof, C., Levinsky, I., Araujo, M. et Rahbek, C. (2011). « Rethinking species' ability to cope with rapid climate change ». Global Change Biology 17, 2987–2990. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02418.x

Hogg, E. (1994). « Climate and the southern limit of the western Canadian boreal forest ». Canadian Journal of Forest Research 24(9), 1835–1845. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1139/x94-237

Hogg, E. et Bernier, P. (2005). « Climate change impacts on drought-prone forests in western Canada ». The Forestry Chronicle, 81(5), 675–682. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.5558/tfc81675-5

Hogg, E. et Hurdle, P. (1995). « The aspen parkland in western Canada: a dry-climate analogue for the future boreal forest? » Water, Air, Soil Pollution, 82, 391–400. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/BF01182849

Hogg, E., Brandt, J. et Michaelian, M. (2008). « Impacts of a regional drought on the productivity, dieback, and biomass of western Canadian aspen forests ». Canadian Journal of Forest Research 38, 1373–1384. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1139/X08-001

Holling, C.S. (1978). « Adaptive Environmental Assessment and Management ». John Wiley and Sons. Chichester, Royaume-Uni, 402 p.

Hunter, F. G., Donald, D. B., Johnson, B. N., Hyde, W.H., Hopkinson, R.F., Hanesiak, J.M., Markus O.B. Kellerhals, M.O.B. et Oegema, B. W. (2002). « The Vanguard Torrential Storm (Meteorology and Hydrology) ». Canadian Water Resources Journal / Revue canadienne des ressources hydriques,27(2), 213–227. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.4296/cwrj2702213

Hunter, G. (2011). « Poverty in Canada and Saskatchewan in 2011: No Closer to the Truth (Poverty Papers No. 4) ». Social Research Unit, University of Regina, Regina, Saskatchewan, 26 p.

Hunter, G. et Sanchez, M. (2017). « Child and Family Poverty in Saskatchewan: November 2017 ». Social Policy Research Centre, University of Regina, Regina, Saskatchewan. Consulté en juin 2020 sur le site https://campaign2000.ca/wp-content/uploads/2017/11/2017_Sask_ChildPovertyReport_Nov21.pdf

Hurlbert, M. (2018). « Adaptive governance of disaster: Drought and flood in rural areas ». Cham, Springer International Publishing, 247 p.

Hurlbert, M. et Gupta, J. (2017). « The adaptive capacity of institutions in Canada, Argentina, and Chile to droughts and floods ». Regional Environmental Change, 17(3), 865–877. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s10113-016-1078-0

Hurlbert, M., Diaz, H., Corkal, D.R. et Warren, J. (2009). « Climate change and water governance in Saskatchewan, Canada ». International Journal of Climate Change Strategies and Management, 1(2), 118–132. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1108/17568690910955595

Ignatowski, J.A. et Rosales, J. (2013). « Identifying the exposure of two subsistence villages in Alaska to climate change using traditional ecological knowledge ». Climatic Change, 121(2), 285–299. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s10584-013-0883-4

International Institute for Sustainable Development (2019). « Local Climate Change Adaptation Planning in Manitoba ». International Institute for Sustainable Development, Winnipeg, Manitoba, 60 p. Consulté en juin 2020, https://www.iisd.org/system/files/publications/climate-change-adaptation-planning-manitoba.pdf

Ingty, T. (2017). « High mountain communities and climate change: adaptation, traditional ecological knowledge, and institutions ». Climatic Change, 145(1-2), 41–55. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s10584-017-2080-3

Iniesta-Arandia, I., Ravera, F., Buechler, S., Díaz-Reviriego, I., Fernández-Giménez, M.E., Reed, M. G.,Thompson-Hall, M., Wilmer, H., Aregu, L., Cohen, P., Djoudi, H., Lawless, S., Martín-Lopez, B., Smucker, T., Villamor, G. B. et Wangui, E.E. (2016). « A synthesis of convergent reflections, tensions and silences in linking gender and global environmental change research ». Ambio, 45(S3), 383–393. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s13280-016-0843-0

Ireson, A., Barr, A., Johnstone, J., Mamet, S., Van der Kamp, G., Whitfield, C. J., Michel, N. L., North, R.L., Westbrook, C. J., DeBeer, C.M., Chun, K. P., Nazemi, A. et Sagin, J. (2015). « The changing water cycle: the Boreal Plains ecozone of Western Canada ». Wiley Interdisciplinary Reviews: Water 2, 505–521. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1002/wat2.1098

Jencso, K., Parker, B., Downey, M., Hadwen, T., Howell, A., Rattling Leaf, J., Edwards, L., Akyuz, A., Kluck, D., Peck, D., Rath, M., Syner, M., Umphlett, N., Wilmer, H., Barnes, V., Clabo, D., Fuchs, B., He, M., Johnson, S., Kimball, J., Longknife, D., Martin, D., Nickerson, N., Sage J. et Fransen, T. (2019). « Flash Drought: Lessons Learned from the 2017 Drought Across the U.S. Northern Plains and Canadian Prairies ». NOAA National Integrated Drought Information System, 76 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.drought.gov/drought/documents/flash-drought-lessons-learned-2017-drought-across-us-northern-plains-and-canadian-0

Jerneck, A. (2018). « What about Gender in Climate Change? Twelve Feminist Lessons from Development ». Sustainability, 10(3), 627. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.3390/su10030627

Jia, G., Epstein, H. et Walker, D. (2009). « Vegetation greening in the Canadian Arctic related to decadal warming ». Journal of Environmental Monitoring 11, 2231–2238. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1657/AAAR0016-075

Jing, Q., Bélanger, G., Qian, B. et Baron, V. (2013). « Timothy Yield and Nutritive Value under Climate Change in Canada ». Agronomy Journal, 105(6). Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.2134/agronj2013.0195

Jing, Q., Huffman, T., Shang, J., Liu, J., Pattey, E., Morrison, M., Jego, G. et Qian, B. (2017). « Modelling soybean yield responses to seeding date under projected climate change scenarios ». Canadian Journal of Plant Science 97, 1152–1164. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1139/cjps-2017-0065

Johnson, W., Werner, B., Guntenspergen, G., Voldseth, R., Millett, B., Naugle, D.E., Tulbere, M.,Carroll, R.W.H., Tracy, J. et Olawsky, C. (2010). « Prairie wetland complexes as landscape functional units in a changing climate ». BioScience 60,128–140. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1525/bio.2010.60.2.7

Joyce, L., Briske, D., Brown, J., Polley, H., McCarl, B. et Bailey, D. (2013). « Climate Change and North American Rangelands: Assessment of Mitigation and Adaptation Strategies ». Rangeland Ecology & Management, 66(5), 512–528. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.2111/REM-D-12-00142.1

Kaijser, A. et Kronsell, A. (2014). « Climate change through the lens of intersectionality ». Environmental Politics, 23(3), 417–433. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1080/09644016.2013.835203

Kelly, A. et Goulden, M. (2008). « Rapid shifts in plant distribution with recent climate change ». Proceedings of the National Academy of Sciences 105, 11823–11826. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1073/pnas.0802891105

Kettridge, N. et Waddington, J. (2014). « Towards quantifying the negative feedback regulation of peatland evaporation to drought ». Hydrological Processes 28, 3728–3740. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1002/hyp.9898

Kirchmeier-Young, M.C., Zwiers, F. W., Gillett, N. P. et Cannon, A.J. (2017). « Attributing extreme fire risk in Western Canada to human emissions ». Climatic Change 144, 365–379. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s10584-017-2030-0

Kissling, W., Field, R., Korntheuer, H., Heyder, U. et Bohning-Gaese, K. (2010). « Woody plants and the prediction of climate-change impacts on bird diversity ». Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences 365, 2035–2045. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0008

Klenk, N.L., Reed, M.G., Lidestav, G. et Carlsson, J. (2013). « Models of representation and participation in Model Forests: Dilemmas and implications for networked forms of environmental governance involving Indigenous people ». Environmental Policy and Governance, 23(3), 161–176. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1002/eet.1611

Kochtubajda, B., Brimelow, J., Flannigan, M., Morrow, B. et Greenhough, M.D. (2017). « The Extreme 2016 Wildfire in Fort McMurray, Alberta, Canada », Encadré 7.1 dans State of the Climate in 2016, supplément spécial au Bulletin of the American Meteorological Society, 98(8), 176–177. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1175/2017BAMSStateoftheClimate.1

Kulshreshtha, S., Wheaton, E. (2013). « Climate change and agriculture: some knowledge gaps ». International Journal of Climate Change: Impacts and Responses 4(2), 127–148. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.18848/1835-7156/CGP/v04i02/37165

Kulshreshtha, S., Wheaton, E. et Wittrock, V. (2011). « Natural Hazards and First Nations Community Setting: Challenges for Adaptation », Section 5 : Socio-economic issues dans Management of Natural Resources, Sustainable Development and Ecological Hazards, C.A. Brebbia et S.S. Zubir (éd.). WIT Press, Ashhurst, Southampton, Royaume-Uni, 277–288. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.2495/RAV110261

Lal, P., Alavalapati, J.R.R. et Mercer, E.D. (2011). « Socio-economic impacts of climate change on rural United States ». Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 16(7), 819–844. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s11027-011-9295-9

Landhäusser, S., Deshaies, D. et Lieffers, V. (2010). « Disturbance facilitates rapid range expansion of aspen into higher elevations of the Rocky Mountains under a warming climate ». Journal of Biogeography 37, 68–76. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2009.02182.x

Larson, D. (1995). « Effects of climate on numbers of northern prairie wetlands ». Climate Change 30, 169–180. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/BF01091840

Leonard, S., Parsons, M., Olawsky, K. et Kofod, F. (2013). « The role of culture and traditional knowledge in climate change adaptation: Insights from East Kimberley, Australia ». Global Environmental Change, 23(3), 623–632. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.02.012

Lilliston, B et, Athanasiou, L. (2018). « From the ground up: The state of the States on Climate Adaptation for Agriculture. Institute for Agriculture and Trade Policy ». Minneapolis, Minnesota, 43 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.cakex.org/documents/ground-state-states-climate-adaptation-agriculture

Liu J., Stewart R.E. et Szeto K.K. (2004). « Moisture transport and other hydrometeorological features associated with the severe 2000/01 drought over the western and central Canadian Prairies ». Journal of Climate, 17, 305–319. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1175/1520-0442(2004)017<0305:MTAOHF>2.0.CO;2

Lura Consulting (2018). « City of Saskatoon Climate Change Mitigation Business Plan Executive Summary of Feedback from Engagement Activities ». Rapport préparé par la ville de Saskatoon. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.saskatoon.ca/sites/default/files/documents/corporate-performance/environmental-corporate-initiatives/climate-change/executive_summary_engagement_-_climate_change.pdf

Lynes, L. et Boyd, R. (2018). « Adaptation Planning and Local Early Action Plan: A Guide for Indigenous Communities ». The Rockies Institute and All One Sky Foundation, Alberta, 40 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.prairiesrac.com/wp-content/uploads/2019/01/Guide_facilitating_co-created_adaptation_planning_Indigenous_communities_2018.pdf

MacGregor, S. (2010). « A stranger silence still: The need for feminist social research on climate change ». The Sociological Review, 57, 124–140. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/j.1467-954X.2010.01889.x

Magzul, L. (2009). « The Blood Tribe: Adapting to Climate Change », Part III : Case Studies of Vulnerability dans A Dry Oasis. Regina, G. P. Marchildon (éd.). Canadian Plains Research Center, University of Regina, Regina, Saskatchewan, 289–309.

Manitoba Hydro (2014). « Climate Change Report ». 48 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.hydro.mb.ca/environment/pdf/climate_change_report_2014_15.pdf

Manitoba Sustainable Development (2017). « A Made-in-Manitoba Climate and Green Plan ». 64 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.gov.mb.ca/asset_library/en/climatechange/climategreenplandiscussionpaper.pdf

Marchildon, G., Wheaton, D., Fletcher, A. et Vanstone, J. (2016). « Extreme drought and excessive moisture conditions in two Canadian watersheds: comparing the perception of farmers and ranchers with the scientific record ». Natural Hazards 82, 245–266 Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s11069-016-2190-7

Marchildon, G.P. (2009). « The Prairie Farm Rehabilitation Administration: Climate crisis and federal–provincial relations during the Great Depression ». Canadian Historical Review, 90(2), 275–301. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.3138/chr.90.2.275

Martens, T. (2016). « Land and the Food That Grows on It ». Briarpatch Magazine, 45(5). Consulté en juin 2020 sur le site https://briarpatchmagazine.com/articles/view/land-and-the-food-that-grows-on-it

Martin, D.E., Thompson, S., Ballard, M. et Linton, J. (2017). « Two-Eyed Seeing in Research and its Absence in Policy: Little Saskatchewan First Nation Elders' Experiences of the 2011 Flood and Forced Displacement ». International Indigenous Policy Journal, 8(4), 1–25. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.18584/iipj.2017.8.4.6

Martinez-Meyer, E., Townsend P. et Hargrove, W. (2004). « Ecological niches as stable distributional constraints on mammal species, with implications for Pleistocene extinctions and climate change projections for biodiversity ». Global Ecology and Biogeography 13, 305–314. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/j.1466-822X.2004.00107.x

McLeman, R. (2010). « Impacts of population change on vulnerability and the capacity to adapt to climate change and variability: a typology based on lessons from "a hard country" ». Population and Environment, 31(5), 286–316. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s11111-009-0087-z

McLeman, R.A., Dupre, J., Berrang-Ford, L., Ford, J., Gajewski, K. et Marchildon, G. (2014). « What we learned from the Dust Bowl: lessons in science, policy, and adaptation ». Population and Environment, 35(4), 417–440. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s11111-013-0190-z

McMartin, D.W. et Hernani Merino, B. H. (2014). « Analysing the links between agriculture and climate change: Can 'best management practices' be responsive to climate extremes? » International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology, 10(1) : 50–62. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1504/IJARGE.2014.061042

McNeeley, S.M., Dewes, C. F., Stiles, C. J., Beeton, T.A., Rangwala, I., Hobbins, M.T. et Knutson, C. L. (2018). « Anatomy of an interrupted irrigation season: Micro-drought at the Wind River Indian Reservation ». Climate Risk Management, 19, 61–82. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.09.004

Melles, S., Fortin, M., Lindsay et Badzinski, D. (2011). « Expanding northward: influence of climate change, forest connectivity, and population processes on a threatened species' range shift ». Global Change Biology 17, 17–31. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02214.x

Meng, T., Carew, R., Florkowski, W et Klepacka, A. (2017). « Analyzing temperature and precipitation influences on yield distributions of canola and spring wheat in Saskatchewan ». Journal of Applied Meteorology and Climatology 56, 897–913. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1175/JAMC-D-16-0258.1

Moosa, C.S. et Tuana, N. (2014). « Mapping a Research Agenda Concerning Gender and Climate Change: A Review of the Literature ». Hypatia, 29(3), 677–694. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/hypa.12085

Mottershead, K.D. (2017). « The 2012 wildfire evacuation experiences of Dene Tha' First Nation ». University of Alberta, Edmonton, Alberta. Consulté sur le site https://era.library.ualberta.ca/items/ed07c2b5-c18b-4674-b953-7eb10796d6fd/view/cfe9fcd0-b91e-4446-8aeb-eb4427ad9a83/Mottershead_Kyla_D_201704_MA.pdf

Moyser, M. et Burlock, A. (2018). Emploi du temps : la charge de travail totale, le travail non rémunéré et les loisirs. Catalogue No. 89-503-X. Statistique Canada, Ottawa, Ontario, 22 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/pub/89-503-x/2015001/article/54931-fra.pdf?st=UODIOiZF

Müller, B., Johnson, L. et Kreuer, D. (2017). « Maladaptive Outcomes of Climate Insurance in Agriculture ». Global Environmental Change 46, 23–33. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.06.010

Myers, S.S., Smith, M.R., Guth, S., Golden, C.D., Vaitla, B., Mueller, N.D., Dangour, A.D. et Huybers, P. (2017). « Climate change and global food systems: Potential impacts on food security and undernutrition ». Annual Review of Public Health, 38, 259–277. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031816-044356

Nantel, P., Pellatt, M.G., Keenleyside, K. et Gray, P. A. (2014) : Biodiversité et aires protégées, dans Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation, F.J. Warren et D.S. Lemmen (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario159–190. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Chapitre6-Biodiversite_Fra.pdf

Natcher, D.C., Shirley, S., Rodon, T. et Southcott, C. (2016). « Constraints to wildlife harvesting among Aboriginal communities in Alaska and northern Canada ». Food Security, 8(6), 1153–1167. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s12571-016-0619-1

Nixon, A., Fisher, R. J., Stralberg, D., Bayne, E. et Farr, D. (2016). « Projected responses of North American grassland songbirds to climate change and habitat availability at their northern range limits in Alberta, Canada ». Avian Conservation and Ecology 11(2). Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.5751/ACE-00866-110202.

Nunez, T., Lawler, J., McRae, B., Pierce et Krosby, M. (2013). « Connectivity planning to address climate change ». Conservation Biology 27,407–416. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/cobi.12014

O'Brien, K.L. et Leichenko, R.M. (2000). « Double exposure: assessing the impacts of climate change within the context of economic globalization ». Global Environmental Change, 10(3), 221–232. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/S0959-3780(00)00021-2

O'Shaughnessy, S. et Krogman, N.T. (2011). « Gender as contradiction: From dichotomies to diversity in natural resource extraction ». Journal of Rural Studies, 27(2), 134–143. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2011.01.001

Ogden, A.E. et Innes, J. (2007). « Incorporating climate change adaptation considerations into forest management planning in the boreal forest ». International Forestry Review 9, 713–733. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1505/ifor.9.3.713

Ogden, A.E. et Innes, J. (2009). « Application of structured decision making to an assessment of climate change vulnerabilities and adaptation options for sustainable forest management ». Ecology and Society 14, 11. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art11/

Okorosobo, T. (2018). « Anthropogenic Climate Change: A Slow Moving Emergency ». PRAC Regional Workshop. Prairies Regional Adaptation Collaborative, Edmonton, Alberta. Consulté sur le site https://www.prairiesrac.com/wp-content/uploads/2018/10/Tosan-Okorosobo-Interlake-Reserve-Tribal-Council-2018.pdf

Oliver, T., Brereton, T. et Roy, D. (2013). « Population resilience to an extreme drought is influenced by habitat area and fragmentation in the local landscape ». Ecography 36, 579–586. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07665.x

Olszynski, M. (2017). « Failed experiments: an empirical assessment of adaptive management in Alberta's energy resources sector ». UBC Law Review (Forthcoming). Consulté en juin 2020 sur le site https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2909040

Oxman-Martinez, J., Rummens, A.J., Moreau, J., Choi, Y. R., Beiser, M., Ogilvie, L. et Armstrong, R. (2012). « Perceived Ethnic Discrimination and Social Exclusion: Newcomer Immigrant Children in Canada ». American Journal of Orthopsychiatry, 82(3), 376–388. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/j.1939-0025.2012.01161.x

Park, D., Sullivan, M., Bayne, E. et Scrimgeour, G. (2008). « Landscape-level stream fragmentation caused by hanging culverts along roads in Alberta's boreal forest ». Canadian Journal of Forest Research 38, 566–575. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1139/X07-179

Parlee, B. et Furgal, C. (2012). « Well-being and environmental change in the arctic: a synthesis of selected research from Canada's International Polar Year program ». Climatic Change, 115(1), 13–34. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s10584-012-0588-0

Patiño, L. et Gauthier, D.A. (2009). « Integrating local perspectives into climate change decision making in rural areas of the Canadian prairies ». International Journal of Climate Change Strategies and Management, 1(2), 179–196. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1108/17568690910955630

Patrick, R. (2018a). « Social and cultural impacts of the 2013 Bow River flood at Siksika Nation, Alberta, Canada ». Indigenous Policy Journal, 28(3). Consulté en juin 2020 sur le site http://www.indigenouspolicy.org/index.php/ipj/article/view/521

Patrick, R. J. (2018b). « Adapting to Climate Change Through Source Water Protection: Case Studies from Alberta and Saskatchewan, Canada ». The International Indigenous Policy Journal, 9(3). Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.18584/iipj.2018.9.3.1

Pearse, R. (2017). « Gender and climate change ». Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 8(2), e451. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1002/wcc.451

Pearson, R., Stanton, J., Shoemaker, K., Aiello-Lammens, M. et Ersts, P. (2014). « Life history and spatial traits predict extinction risk due to climate change ». Nature Climate Change 4, 217–221. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1038/nclimate2113

Pennesi, K., Arokium, J. et McBean, G. (2012). « Integrating local and scientific weather knowledge as a strategy for adaptation to climate change in the Arctic ». Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 17(8), 897–922. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s11027-011-9351-5

Perkins, P.E. (2017). « Canadian Indigenous female leadership and political agency on climate change », Chapitre 18 dans Climate Change and Gender in Rich Countries: Work, Public Policy and Action, M.G. Cohen (éd.). 282-296. Routledge, New York, New York

Pittman, J., Corkal, D.R., Hadarits, M., Harrison, T., Hurlbert, M. et Unvoas, A. (2016). « Bridging knowledge systems for drought preparedness: A case study of the Swift Current Creek watershed ». Chapitre 12 dans Vulnerability and Adaptation to Drought: The Canadian Prairies and South America, H. P. Diaz, M. Hurlbert, and J. Warren (éd.). University of Calgary Press, Calgary, Alberta, 279–299. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.2307/j.ctv6gqwv1.15

Pittman, J., Wittrock, V., Kulshreshtha, S. et Wheaton, E. (2011). « Vulnerability to climate change in rural Saskatchewan: Case study of the Rural Municipality of Rudy No. 284 ». Journal of Rural Studies, 27(1), 83–94. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2010.07.004

Pomeroy, J., Stewart, R. et Whitfield, P. (2015). « The 2013 flood event in the South Saskatchewan and Elk River basins: Causes, assessment and damages ». Canadian Water Resources Journal / Revue canadienne des ressources hydriques, 41(1-2), 105–117. Consulté en juin 2020 sur le site http://dx.doi.org/10.1080/07011784.2015.1089190

Poudel, S. et Kulshreshtha, S. (2016). « Choice of Beef Herd Adaptation Strategy on Canadian Prairie Mixed Farms under Extreme Climate Events ». Sociological Study 6(3), 147–163. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.17265/2159-5526/2016.03.001

Poudel, S., Kulshreshtha, S., Wheaton, E. (2017). « The economic impacts of climate change and climatic extremes on the mixed farms of the Canadian Prairie ». International Journal of Climate Change: Impacts and Responses 9(4), 35–52. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.18848/1835-7156/CGP/v09i04/35-52

Prairie Province Water Board (2014). « Annual Report 2014–2015 ». Regina, Saskatchewan. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.ppwb.ca/uploads/media/5c8175a94bf18/ppwb-annual-report-final-resizeden2014.pdf?v1

Prairie Provinces Water Board (2015). « The 1969 Master Agreement on Apportionment ». Regina, Saskatchewan, 110 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.ppwb.ca/uploads/media/5cad077eeae53/master-agreement.pdf?v1

Qian B., De Jong R., Gameda S. (2009) « Multivariate analysis of water-related agroclimatic factors limiting spring wheat yields on the Canadian prairies ». European Journal of Agronomy 30, 140–150. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.09.003

Qian, B. (2018) Communication personnelle avec Budong Qian, novembre 2018. Agroclimatologue à Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ottawa, Ontario.

Qian, B., De Jong, R., Huffman, T., Wang, H. et Yang, J. (2015). « Projecting yield changes of spring wheat under future climate scenarios on the Canadian Prairies ». Theoretical and Applied Climatology 123, 651–669. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s00704-015-1378-1

Qian, B., Jing, Q., Belanger, G., Shang, J., Huffman, T., Liu, J.,et Hoogenboom, G. (2018). « Simulated canola yield responses to climate change and adaptation in Canada ». Agronomy Journal 2018, 110 (1), 133–146. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.2134/agronj2017.02.0076

QUEST [Quality Urban Energy Systems of Tomorrow] (2015). « Resilient Pipes and Wires: Assessing policies as driver and barriers to integration of adaptation in the planning and operation of the energy distribution sub-sector ». Rapport pour Ressources naturelles Canada via la plateforme d'adaptation, 52 p.

Rannie, W. F. (2006). « A comparison of 1858-59 and 2000-2001 drought patterns on the Canadian Prairies ». Canadian Water Resources Journal / Revue canadienne des ressources hydriques, 31(4), 263–274. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.4296/cwrj3104263

Rapaport, E., Manuel, P., Krawchenko, T. et Keefe, J. (2015). « How can aging communities adapt to coastal climate change? Planning for both social and place vulnerability ». Canadian Public Policy / Analyse de politiques, 41(2), 166–177. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.3138/cpp.2014-055

Ready, E. (2018). « Sharing-based social capital associated with harvest production and wealth in the Canadian Arctic ». PLOS ONE, 13(3), e0193759. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193759

Reed, M. G. et Davidson, D. (2011). « Terms of engagement: The intersections among gender, class and race in Canadian sustainable forest management », Chapitre 11 dans Reshaping gender and class in rural spaces, B. Pini & B. Leach (éd.). Ashgate Publishing, Aldershot, 199–220.

Reed, M., Scott, A., Natcher, D. et Johnston, M. (2014). Linking gender, climate change, adaptive capacity and forest-based communities in Canada. Canadian Journal of Forest Research, 44(9): 995–1004.Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1139/cjfr-2014-0174

Reid, M.G., Hamilton, C., Reid, S.K., Trousdale, W., Hill, C., Turner, N., Picard, C. R., Lamontangue, C. et Matthews, H.D. (2014). « Indigenous Climate Change Adaptation Planning Using a Values-Focused Approach: A Case Study with the Gitga'at Nation ». Journal of Ethnobiology, 34(3), 401–424. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.2993/0278-0771-34.3.401

Relations Couronne-Autochtones et Affaires du Nord Canada (2019). Programme d'adaptation aux changements climatiques des Premières Nations. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.rcaanc-cirnac.gc.ca/fra/1481305681144/1594738692193

Rempel, J. C., Kulshreshtha, S. N., Amichev B. Y. et Van Rees, K. C.J. (2017). « Costs and benefits of shelterbelts: A review of producers' perceptions and mind map analyses for Saskatchewan ». Canada Canadian Journal of Soil Science 97(3), 341–352. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1139/cjss-2016-0100

Rickards, L. & Howden, S. M. (2012). « Transformational adaptation: Agriculture and climate change ». Crop and Pasture Science 63(3) 240–250. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1071/CP11172

Romps, D.M., Seeley, J.T., Vollaro, D. et Molinari, J. (2014). « Projected increase in lightning strikes in the United States due to global warming ». Science 346, 851–854. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1126/science.1259100

Rosales, J. et Chapman, J. (2015). « Perceptions of Obvious and Disruptive Climate Change: Community-Based Risk Assessment for Two Native Villages in Alaska ». Climate, 3(4), 812–832. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.3390/cli3040812

Sauchyn, D. et Kulshreshtha, S. (2008). Prairies, dans Vivre avec les changements climatiques au Canada, D.S. Lemmen, F.J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 276–328. Consulté sur le site https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2007/pdf/ch7_f.pdf

Sauchyn, D., Bonsal, B., Kienzle, S., St. Jacques, J-M, Vanstone, J. et Wheaton, E. (2014). « Adaptation according to mode of climate variability: A case study from Canada's western interior », dans Handbook of Climate Change Adaptation, W. Leal Filho (éd.). Springer, Berlin Heidelberg, Germany, 1-24. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40455-9_93-1

Sauchyn, D., St-Jacques, J., Barrow, E., Nemeth, M., MacDonald, R., Sheer, M. et Sheer, D. (2016). « Adaptive Water Resource Planning in the South Saskatchewan River Basin: Use of Scenarios of Hydroclimatic Variability and Extremes ». Journal of the American Water Resources Association, 52(1), 222–240. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/1752-1688.12378

Sauchyn, D., Vanstone, J., St.-Jacques, J. et Sauchyn, R. (2015). « Dendrohydrology in Canada's western interior and applications to water resource management ». Journal of Hydrology, 529, 548–558. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.11.049

Savage, J. et Vellend, M. (2015). « Elevational shifts, biotic homogenization and time lags in vegetation change during 40 years of climate warming ». Ecography 38, 546–555. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/ecog.01131

Schauberger, B., Archontoulis, S., Arneth, A., Balkovic, J., Ciais, P., Deryng, D., Elliot, J., Folberth, C., Khabarov, N., Muller, C., Pugh, T., Rolinski, S., Schaphoff, S., Schmid, E.,Wang, X., Shlenker, W. et Frieler, K. (2017). « Consistent negative response of US crops to high temperatures in observations and crop models ». Nature Communications 8, 13931. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1038/ncomms13931

Schneider, R et Bayne, E.M. (2015). « Reserve Design under Climate Change: From Land Facets Back to Ecosystem Representation ». PLoS ONE 10(5). Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126918

Schneider, R. (2013). « Alberta's natural subregions under a changing climate: past, present, and future ». Alberta Biodiversity Monitoring Institute, Edmonton, Alberta. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.7939/R3WS8HM1N

Schneider, R., Devito, K., Kettridge, N. et Bayne, E. (2015). « Moving beyond bioclimatic envelope models: integrating upland forest and peatland processes to predict ecosystem transitions under climate change in the western Canadian boreal plain ». Ecohydrology 9, 899-908. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1002/eco.1707

Schneider, R., Hamann, A., Farr, D., Wang, X. et Boutin, S. (2009). « Potential effects of climate change on ecosystem distribution in Alberta ». Canadian Journal of Forest Research 39, 1001–1010. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1139/X09-033

Schneider, R.R. (2014). « Conserving Alberta's Biodiversity Under a Changing Climate: A Review and Analysis of Adaptation Measures ». Alberta Biodiversity Monitoring Institute, Edmonton, Alberta. Consulté en juin 2020 sur le site https://era.library.ualberta.ca/items/fdb2f52f-89ff-4341-8c1a-42996364c4d1/view/4acadc1f-7809-49d0-b627-2f2dcd2138e4/Schneider-202014-20--20Adapting-20to-20climate-20change.pdf.

SeaFirst Insurance Brokers (2018). « The Top 5 Most Expensive Natural Disasters in Canada ». Consulté en juin 2020 sur le site https://www.seafirstinsurance.com/top-5-most-expensive-natural-disasters-canada

Seager, J. (2014). « Disasters are gendered: What's new? » dans Reducing disaster: Early warning systems For climate change, A. Singh et Z. Zommers (éd.), 265–281. Springer, Dordrecht, Germany Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/978-94-017-8598-3_14

Sécurité publique Canada (2019). Base de données canadienne sur les catastrophes. Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.securitepublique.gc.ca/cnt/rsrcs/cndn-dsstr-dtbs/index-fr.aspx

Shuba, C., Ozog, C., Diaz, H.P., Hurlbert, M. et Fletcher, A. J. (2016). « Community and governance vulnerability: The Canada case study ». Vulnerability and Adaptation to Climate Extremes in the Americas (VACEA). University of Regina, Regina, Saskatchewan.

Smit, B. et M. Skinner. 2002. « Adaptation options in agriculture to climate change: a typology ». Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, Vol 7(1), 85–114. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1023/A:1015862228270

Smith, W.N., Grant, B. B., Desjardins, R. L., Kroebel, R., Li, C., Qian, B., Worth, D.E., McConkey, B. G. et Drury, C.F. (2013). « Assessing the effects of climate change on crop production and GHG emissions in Canada ». Agriculture, Ecosystems & Environment, 179, 139–150. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.015

Statistique Canada (2007). Un portrait statistique de l'agriculture, Canada et provinces : années de recensement 1921 à 2006 (No. 95-632- XWE). Statistique Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2020 sur le site https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/95-632-x/2007000/t/4185570-fra.htm

Statistique Canada (2015). Familles monoparentales : le nouveau visage d'un ancien phénomène. Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2020 sur le site https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-630-x/11-630-x2015002-fra.htm

Statistique Canada (2016) Situation de faible revenu après impôt des déclarants et dépendants selon la Mesure de faible revenu de la famille de recensement (FRMFR - Apl), selon le type de famille et la composition de la famille. Tableau : 11-10-0018-01(anciennement CANSIM 111-0046). Statistique Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2020 sur le site https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1110001801&request_locale=fr

Statistique Canada (2017a). Le Quotidien — Recensement de l'agriculture de 2016. Statistique Canada, Ottawa, Ontario Consulté en juin 2020 sur le site https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/170510/dq170510a-fra.htm

Statistique Canada (2017b). La dette agricole en cours, classée par source de crédit (x 1 000). Tableau : 32-10-0051-01(anciennement CANSIM 002-0008). Statistique Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2020 sur le site https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3210005101&request_locale=fr

Statistique Canada (2018a) Les immigrants sur le marché du travail canadien : tendances récentes entre 2006 et 2017. Consulté en juin 2020 sur le site https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/71-606-x/71-606-x2018001-fra.htm

Statistique Canada (2018b). Femmes au Canada : rapport statistique fondé sur le sexe (No. 89-503- X). Statistique Canada, Ottawa, Ontario Consulté en juin 2020 sur le site https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/catalogue/89-503-X

Statistique Canada (2019). Peuples autochtones – Faits saillants en tableaux, Recensement de 2016. Statistique Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2020 sur le site https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/abo-aut/Tableau.cfm?Lang=Fra&T=102&SR=1&S=54&O=A&RPP=25&PR=0&D1=1&D2=1&D3=1&TABID=2

Statistique Canada. (2011a). Recensement de l'agriculture de 2011. Statistique Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2020 sur le site https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/120510/dq120510a-fra.htm

Statistique Canada. (2011b). « Canada's rural population since 1851 ». Statistique Canada, Ottawa, Ontario : Consulté en juin 2020 sur le site https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/as-sa/98-310-x/98-310-x2011003_2-eng.pdf

Ste-Marie, C., Nelson, E.A., Dabros, A. et Bonneau, M.E. (2011). « Assisted migration: introduction to a multifaceted concept ». Forestry Chronicle 87(6), 724–730. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.5558/tfc2011-089

Stralberg, D., Wang, X., Parisien, M., Robinne, F. et Solymos, P. (2018). « Wildfire-mediated vegetation change in boreal forests of Alberta, Canada ». Ecosphere 9, e02156. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1002/ecs2.2156

Sudmeyer, R A, Edward, A, Fazakerley, V, Simpkin, L et Foster, I. (2016). « Climate change: impacts and adaptation for agriculture in Western Australia ». Bulletin 4870. Department of Agriculture and Food, Perth, Western Australia. Consulté en juin 2020 sur le site https://researchlibrary.agric.wa.gov.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1043&context=bulletins

Suncor Énergy Inc. (2018). Rapport climat 2018 : risque et résilience. Calgary, Alberta. 32 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://sustainability.suncor.com/fr/search#t=coveofa9a361e

Suttle, K., Thomsen, M. et Power, M. (2007). « Species interactions reverse grassland responses to changing climate ». Science 315, 640–642. Consulté en juin 2020 sur le site http://angelo.berkeley.edu/wp-content/uploads/Suttle_2007_Science.pdf

Szeto, K., Gysbers, P., Brimelow, J. et Stewart, R. (2014). « The 2014 Extreme Flood on the Southeastern Canadian Prairies », dans Explaining Extreme Events of 2014 from a Climate Perspective. Supplément spécial pour le Bulletin of the American Meteorological Society 96(12), S20-4. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1175/BAMS-D-15-00110.1

Szeto, K., Henson, W., Stewart, R. et Gascon, G. (2011). « The catastrophic June 2002 prairie rainstorm ». Atmosphere-Ocean 49, 380–395. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1080/07055900.2011.623079

Szeto, K., Zhang, X., White, R. E. et Brimelow, J. (2016). « The 2015 Extreme drought in Western Canada », Chapitre 9 dans Explaining Extreme Events of 2015 from a Climate Perspective. Supplément spécial pour le Bulletin of the American Meteorological Society, 97(12). Consulté en juin 2020 sur le site https://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/BAMS-D-16-0147.1

Tam, B.Y., Gough, W. A., Edwards, V. et Tsuji, L.J.S. (2013). « The impact of climate change on the well-being and lifestyle of a First Nation community in the western James Bay region: Impacts of climate change on a First Nation community ». The Canadian Geographer / Le Géographe canadien, 57(4), 441–456. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.2013.12033.x

Tan, X., Chen, S., Gan, T. Y., Liu, B. et Chen, X. (2019). « Dynamic and thermodynamic changes conducive to the increased occurrence of extreme fire weather over western Canada under possible anthropogenic climate change ». Agricultural And Forest Meteorology, 265, 269–279 Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.11.026

Tang, E. (2003). « Agriculture: The Relationship between Aboriginal Farmers and Non-Aboriginal Farmers ». Saskatchewan Indian Cultural Centre. 22 p.

Taylor, S. et Parry, J.-E. (2014). « Enhancing the resilience of Manitoba's winter roads system ». International Institute for Sustainable Development, Winnipeg, Manitoba. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.iisd.org/sites/default/files/publications/winter_roads.pdf

Teriman, S. et Yigitcanlar, T. (2011). « Social infrastructure planning and sustainable communities: Example from South East Queensland, Australia ». World Journal of Social Sciences, 1(4), 23–32. Consulté en juin 2020 sur le site https://eprints.qut.edu.au/40205/

Teufel, B., Diro, G. T., Whan, K., Milrad, S.M., Jeong,D.I., Ganji, A., Huziy, O., Winger,K., Gyakum,J. R., de Elia,R., Zwiers, F. W. et Sushama, L. (2017). « Investigation of the 2013 Alberta flood from weather and climate Perspectives ». Climate Dynamics 48, 2881–2899 https://doi.org/10.1007/s00382-016-3239-8

The Women's Centre of Calgary (2017). « A Gender Analysis for Poverty Reduction in Alberta: Recommendations ». Calgary, Alberta. 15 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.womenscentrecalgary.org/wp-content/uploads/2011/07/A-Gendered-Analysis-for-Alberta-2015.pdf

Thompson, S. (2015). « Flooding of First Nations and Environmental Justice in Manitoba: Case Studies of the Impacts of the 2011 Flood and Hydro Development in Manitoba ». Manitoba Law Journal, 38(2), 220. Consulté en juin 2020 sur le site http://ecohealthcircle.com/wp-content/uploads/2017/02/Flooding-of-First-Nations-and-Environmental-Justice-in-Manitoba.pdf

Thorpe, J. (2011). « Vulnerability of Prairie Grassland to Climate Change ». Saskatchewan Research Council Saskatoon, Saskatchewan. Rapport préparé pour le Prairie Adaptation Research Collaborative. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.parc.ca/rac/fileManagement/upload/12855-2E11%20Vulnerability%20of%20Grasslands%20to%20climate%20change.pdf

Trans PULSE (2011). « We've got work to do: Workplace discrimination and employment challenges for trans people in Ontario ». Trans PULSE E-Bulletin, 2(1), 1–3. Consulté en juin 2020 sur le site https://transpulseproject.ca/wp-content/uploads/2011/05/E3English.pdf

TransAlta Corporation (2018). « Management's Discussion and Analysis. 2017 Annual Integrated Report ». Calgary, Alberta. 98 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.transalta.com/wp-content/uploads/2018/03/TAC2017_MDA.pdf

Urban, M., Tewksbury, J. et Sheldon, K. (2012). « On a collision course: competition and dispersal differences create no-analogue communities and cause extinctions during climate change ». Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences 279, 2072–2080. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1098/rspb.2011.2367

VandenBygaart, A.J. (2016). « The myth that no-till can mitigate global climate change ». Agriculture, Ecosystems & Environment, 216, 98–99. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.09.013

Vasseur, L., Thornbush, M. et Plante, S. (2015). « Gender-based experiences and perceptions after the 2010 winter storms in Atlantic Canada ». International Journal of Environmental Research and Public Health, 12(10), 12518–12529. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.3390/ijerph121012518

Veitch, A. (2001). « An unusual record of a White-tailed Deer, Odocoileus virginianus, in the Northwest Territories ». Canadian Field Naturalist 115, 172–175. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.researchgate.net/publication/285013752_An_unusual_record_of_a_White-tailed_Deer_Odocoileus_virginianus_in_the_Northwest_Territories

Veland, S., Howitt, R., Dominey-Howes, D., Thomalla, F. et Houston, D. (2013). « Procedural vulnerability: Understanding environmental change in a remote indigenous community ». Global Environmental Change, 23(1), 314–326. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.10.009

Venema, H. D., Oborne, B., & Neudoerffer, C. (2010). « The Manitoba challenge: linking water and land management for climate adaptation ». International Institute for Sustainable Development, Winnipeg, Manitoba.79 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.iisd.org/pdf/2009/the_manitoba_challenge.pdf

Venema, H., Parry, J., McCullough, S., Temmer, J., Terton, A. et Smith, R. (2017). « Building a Climate-Resilient City: Nine Reports on Climate Change Adaptation in Edmonton and Calgary ». The Prairie Climate Centre. Consulté en juin 2020 sur le site http://prairieclimatecentre.ca/publications/

Vérificateur général du Manitoba (2017) « Managing Climate Change ». 37 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://digitalcollection.gov.mb.ca/awweb/pdfopener?smd=1&did=25775&md=1

Ville d'Edmonton (2018a). « Climate Resilient Edmonton: Adaptation Strategy and Action Plan ». Ville d'Edmonton, Edmonton, Alberta. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.edmonton.ca/city_government/documents/Climate_Resilient_Edmonton.pdf

Ville d'Edmonton (2018b). « Change for Climate Edmonton Declaration ». Consulté en juin 2020 sur le site https://www.edmonton.ca/city_government/environmental_stewardship/change-for-climate-edmonton-declaration.aspx

Ville d'Edmonton (2018c). « Climate change vulnerability and risk assessment workshops: Graphic summaries ». Consulté en juin 2020 sur le site https://www.edmonton.ca/city_government/environmental_stewardship/graphic-summaries.aspx

Ville de Calgary (2017). « Flood Mitigation Measures Assessment Report and 2016 Flood Resiliency Update ». Rapport pour le Special Policy Committee on Utilities and Corporate Services. Présenté le 22 mars, 2017. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.calgary.ca/UEP/Water/Pages/Flood-Info/Stay-informed/Flood-Mitigation-Measures-Assessment.aspx

Ville de Calgary (2018). « Climate Resilience Strategy, Mitigation and Adaptation Action Plans ». City of Calgary Council approval of strategy June 25, 2018. Consulté en juin 2020 sur le site http://www.calgary.ca/UEP/ESM/Documents/ESM-Documents/Climate_Resilience_Plan.PDF

Ville de Calgary (2019a). « Honouring commitments to Calgary ». Consulté en juin 2020 sur le site http://www.calgary.ca/citycouncil/YYCmatters/Pages/pillar1.aspx#BuildSpringbankReservoir

Ville de Calgary (2019b). « Calgary's Flood Resilience Plan ». Consulté en juin 2020 sur le site https://www.calgary.ca/uep/water/flood-info/mitigation-and-resilience/flood-projects.html

Ville de Regina (2018). « Impact of Climate Change in Regina ». Consulté sur le site https://www.regina.ca/business/environment/climate-change/climate-change-regina/

Ville de Saskatoon (2018). « Engage ». Consulté en juin 2020 sur le site https://www.saskatoon.ca/engage/climate-change

Ville de Selkirk (2019). « Climate Change Adaptation Strategy 2019–2029 ». Selkirk, Manitoba, 57 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.myselkirk.ca/wp-content/uploads/2019/07/Climate-Change-Adaptation-Strategy-Final-May2019.pdf

Vincent, C. (2013). « Why do women earn less than men?: A synthesis of findings from Canadian microdata (CRDCN Synthesis Series) ». Canadian Research Data Centre Network. 24 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://crdcn.org/sites/default/files/carole_vincent_synthesis_final_2.pdf

Volney, W.J.A. et Hirsch, K.G. (2005). « Disturbing forest disturbances ». The Forestry Chronicle 81, 662–668. Consulté en juin 2020 sur le site http://pubs.cif-ifc.org/doi/pdf/10.5558/tfc81662-5

Walther, G., Roques, A., Hulme, P., Sykes, M. et Pyvsek, P. (2009). « Alien species in a warmer world: risks and opportunities ». Trends in Ecology & Evolution 24, 686–693. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.008

Wang, H., He, Y., Qian, B., McConkey, B., Cutforth, H., McCaig, T., McLeod, G., Zentner, R., DePauw, R.,Lemke, R., Brandt, K., Liu, T., Xiaobo Qin, White, J., Hunt, T.et Hoogenboom, G. (2012). « Short Communication: Climate change and biofuel wheat: A case study of southern Saskatchewan ». Canadian Journal of Plant Science, 92(3), 421-425. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.4141/cjps2011-192

Warren, F.J. et Lemmen, D.S. (Eds.) (2014). Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation. Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 286 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.rncan.gc.ca/climate-change/impacts-adaptations/what-adaptation/vivre-avec-les-changements-climatiques-au-canada-perspectives-des-secteurs-relatives-aux-impacts-et/16310?_ga=2.204923603.216054991.1602631012-1885431934.1596554449

Warren, J.W. (2016a). « The "min till" revolution and the culture of innovation », Chapitre 5 dans Vulnerability and adaptation to drought: The Canadian prairies and South America, H.P. Diaz, M. Hurlbert et J.W. Warren (éd.). University of Calgary Press, Calgary, Alberta, 107–132. Consulté en juin 2020 sur le site https://prism.ucalgary.ca/bitstream/1880/51490/5/Vulnerability_and_adaptation_to_drought_2016_part%203.pdf

Warren, J.W. (2016b). « The troubled state of irrigation in southwestern Saskatchewan: the effects of climate variability and government offloading on a vulnerable community », dans Vulnerability and adaptation to drought: The Canadian prairies and South America, H.P. Diaz, M. Hurlbert et J.W. Warren (éd.), 133–157. University of Calgary Press, Calgary, Alberta. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192318303800

Water Security Agency (2016). « Quill Lakes Flood Mitigation Study ». Préparé pour le Water Security Agency par KGS Group Consulting Engineers. Winnipeg, Manitoba. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.wsask.ca/Global/About%20WSA/Quill%20Lakes/Intro%20-%20Pages%20i%20to%20ix.pdf

Water Security Agency of Saskatchewan (2012). « 25 Year Saskatchewan Water Security Plan », 53 p.

WaterSMART Solutions Ltd. (2018). « A Roadmap for Sustainable Water Management in the Athabasca River Basin ». Préparé par WaterSMART Solutions Ltd. pour Alberta Innovates. Calgary, Alberta, Canada. 247 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://watersmartsolutions.ca/wp-content/uploads/2018/08/ARB-Initiative-final_report_Roadmap_for-sustainable_water_management_in_the_ARB_Sept-2018.pdf

Wheaton, E. et Kulshreshtha, S. (2017). « Environmental Sustainability of Agriculture Stressed by Changing Extremes of Drought and Excess Moisture: A Conceptual Review ». Sustainability, 9(6), 970. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.3390/su9060970

Wheaton, E., Kulshreshtha, S., Wittrock, V. et Koshida, G. (2008). « Dry times: hard lessons from the Canadian drought of 2001 and 2002 ». The Canadian Geographer 52(2), 242–262. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.2008.00211.x

Whyte, K.P. (2014). « Indigenous women, climate change impacts, and collective action ». Hypatia, 29(3), 599–616. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/hypa.12089

Wiens, J., Ackerly, D., Allen, A. Anacker, B. et Buckley, L. (2010). « Niche conservatism as an emerging principle in ecology and conservation biology ». Ecology Letters 13, 1310–1324. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01515.x

Wiensczyk, A.S. (2014). « Climate Change Impacts to the Oil and Gas Sector in Western Canada - How are we preparing? ». Rapport soumis au Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques, Ressources naturelles Canada. Trout Creek Collaborative Solutions. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.prairiesrac.com/wp-content/uploads/2018/06/Oil-and-Gas-Industry-Climate-Change-Impact-A-Wiensczyk.pdf

Williams, L. (2018). « Climate change, colonialism, and women's well-being in Canada: what is to be done? » Canadian Journal of Public Health, 109(2), 268–271. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.17269/s41997-018-0031-z

Willig, M., Kaufman, D. et Stevens, R. (2003). « Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale, and synthesis ». Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 34, 273–309. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.012103.144032

Wittrock, V., E. Wheaton, E. et Siemens, E. (2010) « March. More than a close call: a preliminary assessment of the characteristics, impacts of, and adaptations to the drought of 2008-2010 in the Canadian Prairies ». Préparé pour Environnement Canada. Saskatchewan Research Council, Saskatoon, Saskatchewan, Publication 12803-1E10, 157 p.

Wittrock, V., Halliday, R., Corkal, D., Johnston, M., Wheaton, E., Lettvenuk, J., Stewart, I., Bonsal, B. et Geremia, M. (2018). « Saskatchewan Flood and Natural Hazard Risk Assessment ». Préparé pour le Saskatchewan Ministry of Government Relations. Saskatchewan Research Council, Saskatoon, Saskatchewan. SRC Publication No. 14113-2E18, 256 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://www.saskatchewan.ca/-/media/news-release-backgrounders/2018/dec/saskatchewanfloodandnaturalhazardriskassessment-2.pdf

Wittrock, V., Kulshreshtha S. et Wheaton, E. (2012). « Bio-Physical and Socio-Economic Vulnerabilities of Selected Prairie Communities in South Saskatchewan River Basin Facing Droughts », dans Droughts : New Research, D.F. Neves et J.D. Sanz (éd.). Nova Science Publishers, Inc., New York, New York, USA. 267–288.

Wittrock, V., Kulshreshtha, S. N. et Wheaton, E. (2011). « Canadian prairie rural communities: their vulnerabilities and adaptive capacities to drought ». Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 16(3), 267–290. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1007/s11027-010-9262-x

Wittrock, V., Wheaton, E., Bonsal, B. et Vanstone, J. (2014). « Connecting Climate and Crop Yields: Case Studies of the Swift Current Creek and Oldman River Watersheds ». Préparé pour le Vulnerability and Adaptation to Climate Extremes in the Americas Project of the Prairie Adaptation Research Collaborative Saskatchewan Research Council. Saskatoon, Saskatchewan, 41 p.

Wolf, J., Allice, I. et Bell, T. (2013). « Values, climate change, and implications for adaptation: Evidence from two communities in Labrador, Canada ». Global Environmental Change, 23(2), 548–562. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.11.007

Wood, S., Karp, D., DeClerck, F., Kremen, C., Naeem, S., Palm, C. (2016). « Functi onal traits in agriculture: agrobiodiversity and ecosystem services ». Trends in Ecology and Evolution, 30(9), 531–539. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.06.013

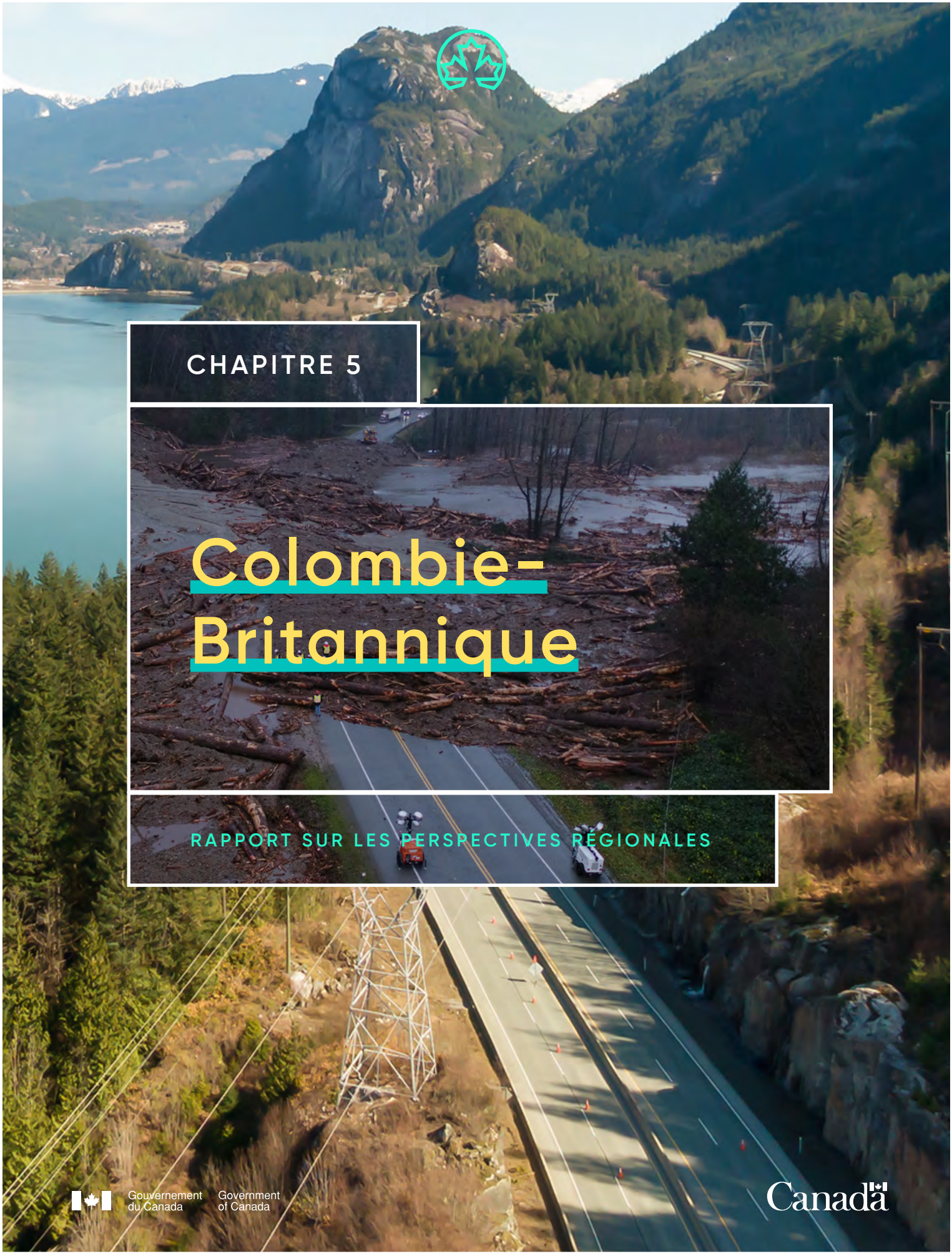
Wotton, B., Flannigan, M. et Marshall, G. (2017). «Potential climate change impacts on fire intensity and key wildfire suppression thresholds in Canada ». Environmental Research Letters 12(9). Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa7e6e

Yusa, A., Berry, P., Cheng, J., Ogden, N., Bonsal, B., Stewart, R. et Waldick, R. (2015). « Climate Change, Drought and Human Health in Canada ». International Journal of Environmental Research and Public Health 12(7), 8359–8412. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.3390/ijerph120708359

Zeitoun, M., Lankford, B., Krueger, T., Forsyth, T., Carter, R., Hoekstra, A. Y.,Taylor, R., Varis, O., Cleaver, F., Boelens, R., Swatuk, L., Tickner, D., Scott, C.A., Miramachi, N. et Matthews, N. (2016). « Reductionist and integrative research approaches to complex water security policy challenges ». Global Environmental Change, 39, 143–154. Consulté en juin 2020 sur le site https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.04.010

Zhang, X., Flato, G., Kirchmeier-Young, M., Vincent, L., Wan, H., Wang, X., Rong, R., Fyfe, J., Li, G. et Kharin, V.V. (2019). Les changements de température et de précipitations au Canada, Chapitre 4 dans Rapport sur le climat changeant du Canada, E. Bush et D.S. Lemmen (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 112–193. Consulté en juin 2020 sur le site https://changingclimate.ca/CCCR2019/chapter/4-0/

Zizzo, L.A. (2014). « Understanding Canadian Electricity Generation and Transmission Sectors' Actions and Awareness on Climate Change and the Need to Adapt ». Zizzo Allan Professional Corporation, Toronto, Ontario, 30 p. Consulté en juin 2020 sur le site https://mantle314.com/canada-electricity-generation-and-transmission-sectors-action-and-awareness



CHAPITRE 5

# Colombie-Britannique

RAPPORT SUR LES PERSPECTIVES RÉGIONALES

Gouvernement du Canada
Government of Canada

Canada

## Auteurs coordonnateurs principaux

Craig Brown, Ph. D.,Vancouver Coastal Health

Robert Gifford, Ph. D., Université de Victoria

## Auteurs principaux

Carrie Baron, Ville de Surrey

Denni Clement, Nation Ktunaxa

Natalya Melnychuk, Ph. D., ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêches de la C.-B.

Harry Nelson, Ph. D., Université de la Colombie-Britannique

Luke Sales, Ville de Qualicum Beach

Dave Spittlehouse, Ph. D., ministère des Forêts, des Terres, de l'Exploitation des ressources naturelles et du Développement rural de la C.-B

## Auteurs collaborateurs

Paivi Abernethy, Centre d'études mondiales, Université de Victoria

Deb Harford, Adaptation to Climate Change Team, Université Simon Fraser

Nicole Goldring, Université de Victoria

Anna Stemberger, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêches de la C.-B.

Peter Sugrue, Université de Victoria

## Citation recommandée

Brown, C., Gifford, R., Baron, C., Clement, D., Melnychuk, N., Nelson, H., Sales, L. et Spittlehouse, D. (2022). Chapitre sur la Colombie-Britannique dans *Le Canada dans un climat en changement : Le rapport sur les Perspectives régionales*, (éd.) F.J. Warren, N. Lulham et D.S. Lemmen; Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario).

# Table des matières

Messages clés 425

5.1 Introduction 427

5.1.1 Aperçu provincial 427

5.1.2 Évaluations précédentes et champ d'application 431

5.2 Les peuples autochtones de la Colombie-Britannique subissent les changements climatiques et s'y adaptent 432

5.2.1 Introduction 433

5.2.2 Valorisation des systèmes de connaissances autochtones 434

5.2.3 Impacts des changements climatiques sur les collectivités autochtones de la Colombie-Britannique 435

Étude de cas 5.1 : Que devient le « Peuple du saumon » sans le saumon? Le rôle de la Nation des Stó:lō et des organisations autochtones dans un climat en mutation 440

5.2.4 Conclusions 446

5.3 Les changements climatiques entraînent une augmentation des risques d'inondation 447

5.3.1 Introduction 447

5.3.2 Risques d'inondation 448

5.3.3 Impacts observés et projetés 451

5.3.4 Stratégies de réduction des risques d'inondation 453

5.3.5 Principaux défis et possibilités 457

Étude de cas 5.2 : Stratégie d'adaptation aux inondations côtières de la ville de Surrey 458

5.3.6 Conclusions 462

5.4 Les changements climatiques ont des répercussions sur les forêts de la Colombie-Britannique 462

5.4.1 Introduction 463

5.4.2 Impacts biophysiques 463

5.4.3 Renforcement de la résilience des forêts 467

Étude de cas 5.3 : Transfert de semences basé sur le climat et sélection des espèces en fonction des changements climatiques en Colombie-Britannique 467

5.4.4 Réduction du risque d'incendie de forêt 468

Étude de cas 5.4 : Adaptation aux changements climatiques et protection contre les incendies de forêt dans une forêt communautaire 469

5.4.5 Progrès en matière d'adaptation 470

5.4.6 Défis 471

5.4.7 Conclusions 473

5.5 L'importance de construire un secteur agricole adapté au climat 474

5.5.1 Risques liés aux changements climatiques en agriculture 474

5.5.2 Programmation de l'adaptation agricole 478

Étude de cas 5.5 : Possibilités et obstacles associés à la production de cerises en Colombie-Britannique 480

5.5.3 Conclusion 482

5.6 L'adaptation continue de progresser en Colombie-Britannique 482

5.6.1 Introduction 483

5.6.2 Administrations municipales et régionales 483

5.6.3 Gouvernement provincial 484

5.6.4 Ressources et défis en matière d'adaptation 485

5.6.5 Conclusions 487

5.7 Aller de l'avant 488

5.7.1 Lacunes dans les connaissances 488

5.7.2 Nouveaux enjeux 489

5.8 Conclusion 490

5.9 Références 492

# Messages clés

## Les peuples autochtones de la Colombie-Britannique subissent les changements climatiques et s'y adaptent (voir la section 5.2)

Les peuples autochtones sont particulièrement touchés par les changements climatiques, mais ils sont aussi particulièrement résilients grâce à leurs systèmes de connaissances autochtones. Une adaptation réussie est plus probable lorsqu'elle est créée conjointement avec les peuples autochtones de manière à protéger et à renforcer les titres, les droits et les compétences, et lorsque les connaissances autochtones et les liens uniques avec les territoires sont respectueusement reconnus et complètement intégrés dans tous les aspects de la planification et des mesures liées aux changements climatiques. Des efforts d'adaptation menés par les Autochtones émergent dans de nombreux territoires traditionnels de ce que l'on appelle aujourd'hui la Colombie-Britannique et tiennent souvent compte de l'adaptation aux changements climatiques tout en renforçant la gouvernance autochtone et l'intendance de l'environnement.

## Les changements climatiques entraînent une augmentation des risques d'inondation (voir la section 5.3)

Les ressources en eau de la Colombie-Britannique connaîtront des changements importants avec le réchauffement climatique, les inondations étant à l'origine de certains des impacts les plus dommageables et les plus coûteux. De nombreuses collectivités de la Colombie-Britannique réduisent les risques grâce à la planification, à la conception et à la mise en œuvre proactives de projets d'adaptation aux inondations, bien qu'une action accrue à toutes les échelles soit nécessaire.

## Les changements climatiques ont des répercussions sur les forêts de la Colombie-Britannique (voir la section 5.4)

Les changements climatiques affectent profondément les forêts de la Colombie-Britannique, ainsi que les collectivités et les infrastructures situées dans les régions forestières. Le risque de perturbation par les incendies et les ravageurs augmente en raison des changements climatiques, ce qui a une incidence sur la productivité des forêts, l'habitat de la faune sauvage, la biodiversité et les écoservices. Les mesures visant à renforcer la résilience des forêts n'en sont qu'à leurs débuts, puisque les politiques, les orientations opérationnelles et les outils nécessaires sont en cours d'élaboration.

## L'importance de construire un secteur agricole adapté au climat (voir la section 5.5)

Les changements climatiques ont déjà des répercussions sur la production alimentaire en Colombie-Britannique. Il faut poursuivre les efforts de collaboration dans toute la Colombie-Britannique pour faire progresser l'adaptation dans le secteur agricole.

## L'adaptation continue de progresser en Colombie-Britannique (voir la section 5.6)

Les activités d'adaptation aux changements climatiques, y compris les efforts axés sur la mise en œuvre, sont présentes dans la plupart des secteurs et des milieux en Colombie-Britannique. Ce travail continue d'évoluer, soutenu par un meilleur accès aux données climatiques, aux outils d'aide à la décision, au financement, aux institutions de soutien et à la collaboration. Toutefois, des lacunes importantes subsistent et il n'est pas certain que les efforts actuels et proposés soient suffisants compte tenu de l'ampleur des risques encourus et des coûts de mise en œuvre.

# 5.1 Introduction

## 5.1.1 Aperçu provincial

La Colombie-Britannique (C.-B.) se caractérise par sa diversité climatique et physiographique (voir la figure 5.1). L'océan Pacifique produit une immense quantité de précipitations qui sont piégées dans la partie occidentale de la province par la chaîne Côtière et la chaîne des Cascades, faisant de la côte ouest de la Colombie-Britannique la région la plus humide du Canada. Les écosystèmes et les paysages de la Colombie-Britannique renferment des forêts tropicales tempérées, des déserts semi-arides, des forêts boréales et des toundras alpines. Selon l'approche utilisée pour calculer le produit intérieur brut (PIB), les industries des ressources naturelles représentent environ 51,4 % du PIB de la Colombie-Britannique (Gouvernement de la C.-B., 2020c).

La population de la Colombie-Britannique était estimée à environ 5,25 millions d'habitants en octobre 2021 (B.C. Stats, 2021) et connaît une croissance annuelle d'environ 1 % (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2020f). Bien que la majorité de la population de la province soit concentrée dans les zones urbaines des basses-terres continentales et de l'île de Vancouver, il existe des collectivités partout dans la province. Les immigrants représentent près de 30 % de la population – une proportion en constante augmentation depuis 2001 – et environ 18 % de la population de la province en 2016 était composée de personnes âgées (65 ans et plus), une proportion qui devrait atteindre 26 % d'ici 2040 (B.C. Statistics, Ministry of Jobs, Trade and Technology, 2018).

Sur le nombre total d'autochtones en Colombie-Britannique (270 585 au recensement de 2016), environ deux tiers (63,8 %) sont des membres des Premières Nations qui résident à la fois dans les réserves et hors réserve, environ un tiers (33,0 %) étant des Métis et moins de 1 % des Inuits (Statistique Canada, 2017). La population autochtone, tant celle vivant dans les réserves que celle vivant en milieu urbain ou à l'extérieur, a connu une croissance constante au cours de la dernière décennie, à un rythme plus rapide que la population non autochtone de la Colombie-Britannique (First Nations Health Authority, 2020a). La province de la Colombie-Britannique a récemment déposé un projet de loi pour s'assurer que ses lois sont conformes aux principes de la Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2020d), et plus de 50 % des 200 bandes de la Colombie-Britannique, telles qu'elles sont identifiées dans la *Loi sur les Indiens*, participent à des processus de négociation de traités ou ont conclu des traités par l'entremise de tels processus (B.C. Treaty Commission, 2020).

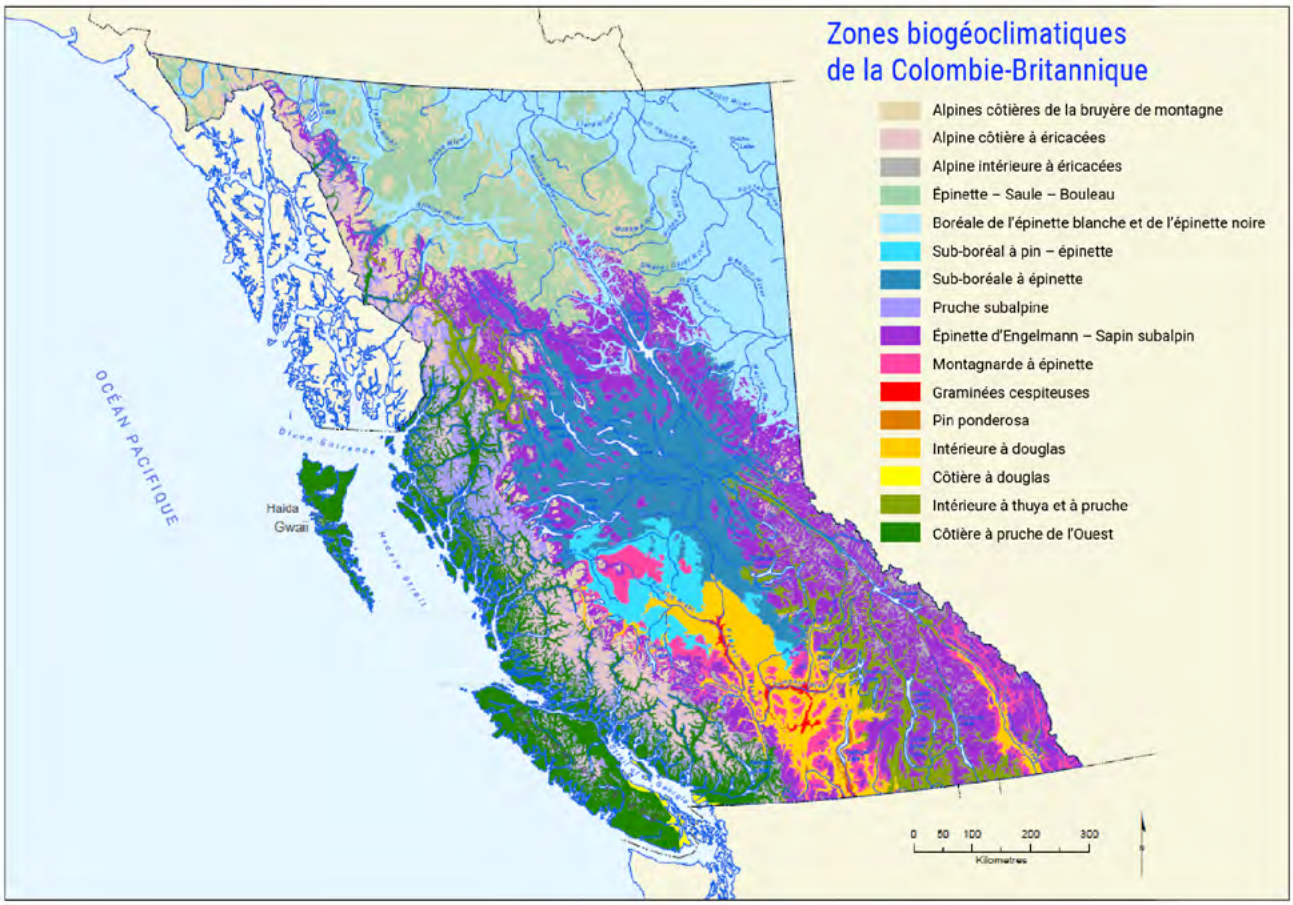



Figure 5.1 : Zones biogéoclimatiques de la Colombie-Britannique. Source : B.C. Ministry of Forests, Lands, Natural Resource Operations and Rural Development, 2018a.

Les phénomènes météorologiques extrêmes ont des répercussions importantes sur l'économie de la Colombie-Britannique ainsi que sur la santé et le bien-être de sa population. Parmi les phénomènes météorologiques extrêmes survenus récemment en Colombie-Britannique, mentionnons les suivants :

- En novembre 2021, une rivière atmosphérique a entraîné des précipitations record dans de nombreuses régions du sud de la Colombie-Britannique, entraînant des inondations destructrices dans un grand nombre de collectivités (Schmunk, 2021), et des glissements de terrain déclenchés par des précipitations extrêmes, entraînant des décès et la défaillance de plusieurs autoroutes en Colombie-Britannique (Schmunk, 2021). Les premières estimations suggèrent que cette rivière atmosphérique a entraîné au moins 450 millions de dollars de dommages dans la province (Charlebois, 2021);

- Entre le 25 juin et le 1er juillet 2021, une grande partie de la Colombie-Britannique a connu un épisode de chaleur sans précédent au cours duquel les températures les plus élevées ont eu lieu les 27 et 28 juin. Cet épisode a donné lieu à des températures diurnes et nocturnes record et a causé 526 décès liés à la chaleur entre le 25 juin et le 1e juillet 2021, 96 % de ces décès étant survenus en milieu résidentiel (B.C. Coroners Service, 2021). Une étude d'attribution rapide a déterminé que cet épisode ne se serait pas produit sans les changements climatiques (Philip et coll., 2021);
- En 2017, 2018, 2020 et 2021, la fumée des incendies en Colombie-Britannique, ainsi que des incendies en provenance des États-Unis, a contribué à la mauvaise qualité de l'air dans les collectivités de la province. Pendant la saison des incendies de forêt de 2018, les stations de surveillance de la qualité de l'air qui ont enregistré le plus grand nombre de jours pendant lesquels la qualité de l'air présentait des risques élevés pour la santé sont celles de Prince George (32 jours), Castlegar (30 jours), Quesnel (26 jours), Williams Lake (20 jours) et Fort St. John (18 jours), ainsi que celles du centre de l'Okanagan (18 jours) et du sud de l'Okanagan (18 jours) (Statistique Canada, 2019);
- Le 20 décembre 2018, une violente tempête de vent s'est abattue sur la côte sud de la Colombie-Britannique, et a été la plus dévastatrice de l'histoire de B.C. Hydro (B.C. Hydro, 2019a). Cette tempête sans précédent a été caractérisée par des vents violents venant de plusieurs directions dépassant parfois les 100 kilomètres par heure, et par des précipitations de 400 millimètres de pluie dans certaines zones avant la tempête, ce qui a déstabilisé les arbres. La tempête a laissé plus de 750 000 clients sans électricité – certains pendant plus d'une semaine – et a endommagé des milliers de pièces d'équipement (B.C. Hydro, 2019a);
- Un épisode de réchauffement océanique bien documenté qui a commencé au large de la côte ouest de la Colombie-Britannique en 2013 était évident dans les eaux côtières à l'été 2015, avec une augmentation des températures de l'eau de 3 °C au-dessus de la normale (Ross, 2017). Ce réchauffement des eaux côtières s'est accompagné d'une prolifération d'algues nuisibles, de niveaux records de zooplanctons gélatineux de grande taille et d'une invasion d'espèces d'eau chaude (voir le chapitre Impacts sur les secteurs et mesures d'adaptation, Chandler et coll., 2016).

Entre 1948 et 2016, la Colombie-Britannique a connu un réchauffement de 1,9 °C, ainsi qu'une augmentation de la température minimale quotidienne, qui est un important facteur de changement (Zhang et coll., 2019). Le réchauffement a été plus prononcé dans le nord de la province (voir la figure 5.2). Comme il est décrit ci-dessous, ces tendances devraient se poursuivre (voir la figure 5.2).

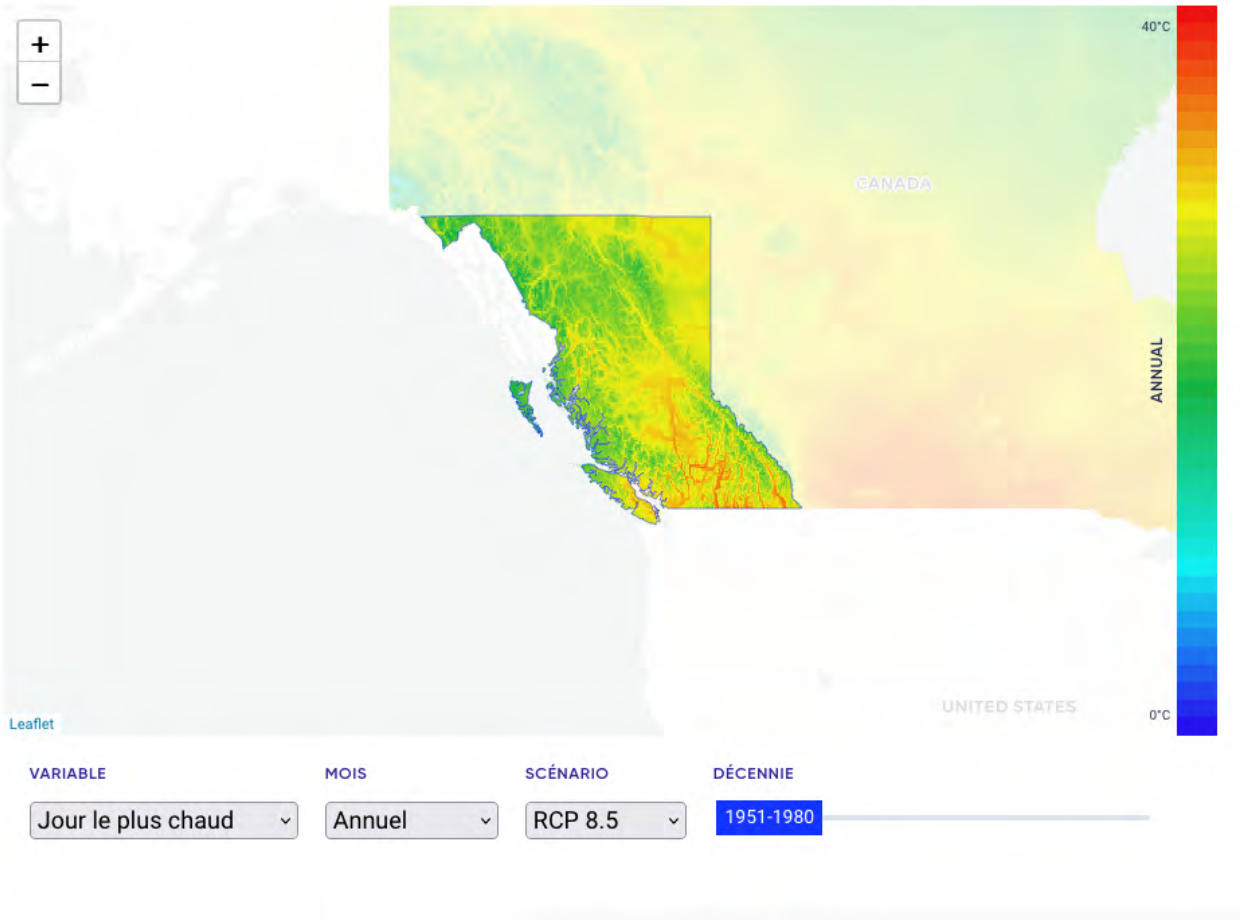



Figure 5.2 : Carte régionale interactive de la Colombie-Britannique qui s'inspire de donneesclimatiques.ca et représente diverses variables climatiques de 1980 à 2100 selon un scénario d'émissions élevées RCP8.5. Sur le site interactif, les utilisateurs peuvent également explorer l'influence de différents scénarios d'émissions sur les projections.

Les tendances au réchauffement entraîneront un certain nombre de changements climatiques pour la Colombie-Britannique, notamment :

- Des **températures plus élevées** en toutes saisons, entraînant une augmentation des périodes de chaleur accablante et un allongement des saisons de culture (voir le Rapport sur le climat changeant du Canada). La température moyenne annuelle en Colombie-Britannique augmenterait de plus de 5 °C d'ici 2100, selon le scénario d'émissions élevées, le réchauffement étant le plus marqué en hiver (Zhang et coll., 2019). Le nombre de jours où la température est inférieure à 0 °C diminuera également, ce qui aura des répercussions sur les écosystèmes, les cycles gel-dégel, la conception des systèmes de chauffage des bâtiments, etc.;

- Augmentation des **précipitations annuelles** de 5,7 % d'ici 2050, et de 13,8 % d'ici 2100 selon le scénario d'émissions élevées (RCP8.5; Zhang et coll., 2019). Les changements dans les précipitations saisonnières, y compris les sécheresses estivales plus longues, menaceront les modèles actuels d'accumulation d'eau (p. ex. diminution du manteau neigeux, perte de masses glaciaires) et de décharge, et entraîneront des problèmes de pénurie d'eau en été, ce qui posera un défi aux écosystèmes, aux industries agricoles et forestières et aux collectivités de la Colombie-Britannique (B.C. Ministry of Environment, 2016);
- Des épisodes de **précipitations extrêmes** de plus en plus fréquents et intenses (Zhang et coll., 2019), et une fréquence accrue des rivières atmosphériques (Curry et coll., 2019; Vadeboncoeur, 2016; Pinna Sustainability, 2014). Ces rivières atmosphériques exacerberont les impacts associés aux changements des précipitations saisonnières : par exemple, en contribuant à l'accélération du ruissellement, augmentant ainsi le risque d'inondations, de glissements de terrain et de charge en sédiments et en polluants dans les réservoirs d'eau potable et les écosystèmes aquatiques;
- Des **changements dans l'écoulement fluvial**, notamment le moment de la crue printanière, le moment et la durée de l'étiage en été-automne, et des températures de l'eau plus élevées pendant les périodes d'étiage (Bonsal et coll., 2019), entraînant une augmentation des risques d'inondation et des changements dans les écosystèmes aquatiques;
- Les **modifications des conditions océaniques**, notamment des ondes de tempête plus fortes, l'élévation du niveau de la mer et l'acidification croissante (Greenan et coll., 2019; Vadeboncoeur, 2016), entraînant une augmentation des risques d'inondation et des changements des écosystèmes marins;
- **Risque accru d'incendies de forêt** résultant des changements dans les précipitations et la température, ainsi que des changements dans la configuration des vents (Bush et Lemmen, 2019) et des déplacements des aires de répartition de ravageurs tels que le dendroctone du pin ponderosa (*Dendroctonus ponderosae*), entraînant des changements dans les écosystèmes et des impacts sur les infrastructures et la santé;
- **Modification des conditions forestières et de la répartition des plantes et des animaux** (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2020e), entraînant des répercussions sur la productivité économique, la santé des écosystèmes, la santé et le bien être des Autochtones, etc.

## 5.1.2 Évaluations précédentes et champ d'application

Le chapitre sur la Colombie-Britannique dans l'évaluation nationale précédente (Walker et Sydneysmith, 2008) a mis en évidence une tendance générale de la recherche sur les répercussions des changements climatiques vers les mesures d'adaptation. Le présent chapitre s'appuie sur ces résultats en évaluant les connaissances actuelles pour fournir des exemples de répercussions observées et projetées des changements climatiques dans la province, des exemples d'adaptation réussie, ainsi que des mesures qui peuvent faciliter l'adaptation future. Il est axé sur cinq domaines prioritaires : les peuples autochtones, les ressources en eau et la gestion des inondations, la sylviculture, l'agriculture, ainsi que la planification de l'adaptation et les mesures d'adaptation. Ces domaines ont été déterminés au moyen d'un processus itératif fondé sur les connaissances préalables et la mobilisation ciblée d'experts.

Le fait de mettre l'accent sur les messages clés permet aux auteurs d'aborder les questions les plus importantes pour la prise de décision en matière d'adaptation en Colombie-Britannique, plutôt que de procéder à une évaluation de tous les enjeux éventuels. Ce chapitre a été rédigé au moyen d'évaluations récemment réalisées, à savoir les chapitres de l'évaluation côtière (Vadeboncoeur, 2016) et de l'évaluation des transports (Nyland et Nodelman, 2017) de la Colombie-Britannique, l'évaluation stratégique préliminaire des risques climatiques pour la Colombie-Britannique (voir la section 5.6, B.C. Ministry of Environment and Climate Change Strategy, 2019), le *Rapport sur le climat changeant du Canada* (Bush et Lemmen, 2019), le rapport *La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement : faire progresser nos connaissances pour agir* (Berry et Schnitter, 2022), ainsi que plusieurs chapitres dans *Le Canada dans un climat en changement : Rapport sur les enjeux nationaux* (Warren et Lulham, 2021) de la présente évaluation (p. ex. Impacts sur les secteurs et mesures d'adaptation, Ressources en eau et Services écosystémiques).

## 5.2 Les peuples autochtones de la Colombie-Britannique subissent les changements climatiques et s'y adaptent

**Les peuples autochtones sont particulièrement touchés par les changements climatiques, mais ils sont aussi particulièrement résilients grâce à leurs systèmes de connaissances autochtones. Une adaptation réussie est plus probable lorsqu'elle est créée conjointement avec les peuples autochtones de manière à protéger et à renforcer les titres, les droits et les compétences, et lorsque les connaissances autochtones et les liens uniques avec les territoires sont respectueusement reconnus et complètement intégrés dans tous les aspects de la planification et des mesures liées aux changements climatiques. Des efforts d'adaptation menés par les Autochtones émergent dans de nombreux territoires traditionnels de ce que l'on appelle aujourd'hui la Colombie-Britannique et tiennent souvent compte de l'adaptation aux changements climatiques tout en renforçant la gouvernance autochtone et l'intendance de l'environnement.**

*Les Premières Nations subissent déjà les effets des changements climatiques, notamment des températures plus élevées, des précipitations changeantes, des vagues de chaleur, des incendies de forêt et des inondations. Ces impacts comprennent également la perte d'accès aux sites culturels et aux aliments et médicaments traditionnels, souvent exacerbée par l'emplacement des réserves et par l'héritage de la colonisation et du racisme systémique. Les collectivités autochtones de la Colombie-Britannique en sont à diverses étapes de la lutte contre les changements climatiques; plusieurs collectivités ont élaboré des plans d'adaptation, et bon nombre des initiatives sont dirigées par les collectivités. Les systèmes de connaissances autochtones multigénérationnels et axés sur la terre, qui remontent à des milliers d'années et continuent à se développer et à évoluer, sont essentiels à l'élaboration de ces plans. Chaque collectivité a une histoire, une expérience et un point de vue unique sur les changements climatiques en Colombie-Britannique. Pourtant, les connaissances*

*et les expériences autochtones ont été jusqu'à présent sous-représentées dans les initiatives relatives aux changements climatiques.*

## 5.2.1 Introduction

Environ un tiers de toutes les collectivités des Premières Nations au Canada (plus de 203 collectivités) sont situées en Colombie-Britannique (Gouvernement du Canada, 2010). Il existe sept familles linguistiques comprenant 34 langues distinctes des Premières Nations en Colombie-Britannique et cette grande diversité linguistique est unique au Canada (First Peoples' Cultural Council, 2018). Les territoires des Premières Nations en Colombie-Britannique s'étendent sur diverses terres, eaux et écosystèmes marins. Cette section est principalement axée sur les membres des Premières Nations de la Colombie-Britannique vivant dans une réserve en raison de leur lien géographique défini avec le territoire et de leurs droits de gouvernance limités, tels que définis par la *Loi sur les Indiens*, S.R.C. 1985, ch. I-5.

Les dirigeants autochtones ont activement attiré l'attention sur les changements climatiques et trouvé des moyens de s'adapter aux nouvelles conditions (Affaires autochtones et du Nord Canada, 2019; Wilson, 2019; Sanderson et coll., 2015). Cette profondeur critique de la compréhension est souvent fondée sur les systèmes de connaissances autochtones, qui sont intrinsèquement interconnectés avec les territoires d'où ils émergent et ont été transmis de génération en génération depuis des temps immémoriaux (Belfer et coll., 2017). À l'échelle mondiale, les terres détenues ou gérées par les peuples autochtones et les collectivités locales subissent une pression croissante de l'activité humaine, y compris des changements climatiques, mais se détériorent généralement moins rapidement que les autres terres (Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques, 2019a). Sur la base des conclusions du Rapport d'évaluation mondiale sur la biodiversité et les services écosystémiques (Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques, 2019b), les Nations Unies font appel au leadership et aux conseils des Autochtones pour aider à lutter contre la destruction de l'environnement causée par l'homme et les changements climatiques qui menacent la survie des espèces dans le monde entier.

Les collectivités des Premières Nations de la Colombie-Britannique sont étroitement liées à leurs territoires, qui constituent une source importante de résilience. Cependant, les changements climatiques exacerbent les inégalités existantes résultant de la colonisation (Weatherdon et coll., 2016; Downing et Cuerrier, 2011; Jacob et coll., 2010; Turner et Clifton, 2009). En raison de la violence et des injustices coloniales, ainsi que des niveaux systémiques permanents de discrimination, de nombreuses collectivités autochtones ont tendance à être marginalisées sur le plan socioéconomique et à être plus sensibles aux impacts négatifs liés au climat. Malgré la résilience innée des peuples autochtones qui ont survécu aux variations extrêmes du climat pendant des millénaires, leur capacité à relever les défis liés au climat a été profondément affectée par la relation inéquitable historique entre les peuples autochtones de la Colombie-Britannique et le gouvernement du Canada (Yumagulova, 2020). Ces défis ont été exacerbés par les dispositions de la *Loi sur les Indiens*. Malgré l'importance cruciale que revêt l'adaptation aux changements climatiques, les perspectives et les valeurs autochtones ont été largement exclues de la plupart des discours contemporains sur le climat, ce qui a aggravé les inégalités et la marginalisation (Yumagulova, 2020).

L'emplacement de nombreuses réserves a été établi de manière arbitraire, brisant les structures de gouvernance et les droits préexistants et perturbant les identités culturelles. De plus, les Terres de réserve désignées ne comprenaient qu'une petite partie des territoires traditionnels des Premières Nations et étaient souvent établies dans des zones jugées économiquement inintéressantes pour les gouvernements colonisateurs en raison de leur vulnérabilité ou de leur inadaptation (p. ex. leur emplacement dans des plaines inondables, en aval ou sous le vent, et le déclassement de grands développements industriels) (Yumagulova, 2020; Mascarenhas, 2007). La taille et l'emplacement des réserves rendent également souvent difficile une planification efficace de l'adaptation aux changements climatiques. De plus, les Premières Nations qui ne sont pas autonomes dépendent de l'aide fédérale pour l'installation et l'entretien de leurs infrastructures, qui sont souvent inadéquates, comme en témoignent les avis d'ébullition de l'eau émis pendant plusieurs années (Yumagulova, 2020).

### 5.2.2 Valorisation des systèmes de connaissances autochtones

Jusqu'à présent, les connaissances et les expériences autochtones ont été sous-représentées dans les évaluations, les politiques et les lois relatives aux changements climatiques. L'inclusion limitée des systèmes de connaissances autochtones dans les évaluations des changements climatiques à ce jour a été reconnue, mais il reste encore beaucoup à faire pour élaborer des processus de mobilisation véritable avec les peuples autochtones et leur donner l'occasion de définir les processus de planification liés aux changements climatiques, de mettre en avant leurs valeurs et leurs besoins dans le contexte de l'adaptation aux changements climatiques, et d'améliorer l'inclusion respectueuse des connaissances autochtones dans ces processus (Ford et coll., 2016).

Sous l'égide de CleanBC, la province a organisé dix séances régionales en 2019 et en 2020 pour discuter des questions liées aux changements climatiques et pour travailler à la coproduction de la stratégie d'adaptation provinciale (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2020a; Indigenuity Consulting Group Inc., 2020). Cet effort a été fait après que des lacunes importantes aient été cernées dans la « Preliminary Strategic Climate Risk Assessment for British Columbia », et indique une étape importante dans l'établissement de relations efficaces de nation à nation et d'une véritable coproduction (B.C. Ministry of Environment and Climate Change Strategy, 2019).

Le fait de ne pas reconnaître, inclure et respecter les systèmes de connaissances autochtones peut rendre les efforts d'adaptation moins efficaces, en particulier pour les peuples autochtones (Nakashima et coll., 2012). Par exemple, une étude de 92 articles de journaux publiés de 1995 à 2015 se concentrant sur les peuples autochtones dans un contexte de changements climatiques dans l'ensemble du Canada, des États Unis, de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande (Belfer et coll., 2017) a révélé que les systèmes de connaissances autochtones avaient relevé presque deux fois plus d'impacts des changements climatiques que les connaissances occidentales ou scientifiques. Cette étude a également démontré que les systèmes de connaissances autochtones ont tendance à fournir des observations sur les impacts socioculturels, sanitaires et sécuritaires qui, autrement, passent souvent inaperçus. Ces observations montrent l'importance cruciale de travailler avec les peuples autochtones et de rechercher leur leadership sur ces questions, et de mettre en avant les systèmes de connaissances autochtones qui se sont développés au fil du temps et qui ont permis un mode de vie durable propre à un lieu depuis des millénaires.

La reconnaissance de la valeur des connaissances et des droits des peuples autochtones qui gèrent avec succès leurs territoires depuis des milliers d'années permet de créer une base solide pour une coproduction innovante de connaissances et un apprentissage mutuel en vue d'une action climatique efficace. Par exemple, une étude sur les changements climatiques et l'eau au sein de la Première Nation Stellat'en en Colombie-Britannique a combiné les connaissances de la science occidentale et des aînés locaux, et a conduit à une série de mesures recommandées formulées par la Première Nation (Sanderson et coll., 2015). La mise en œuvre de ces mesures, notamment la création d'un potager communautaire et d'une ligne d'assistance téléphonique pour le covoiturage, a permis d'améliorer l'élaboration des politiques et de renforcer l'action climatique au sein de la collectivité.

## 5.2.3 Impacts des changements climatiques sur les collectivités autochtones de la Colombie-Britannique

Les collectivités autochtones de la Colombie-Britannique subissent déjà des impacts substantiels associés à des phénomènes météorologiques extrêmes, dont beaucoup augmenteront en fréquence et en intensité au fur et à mesure que le climat continuera de changer (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2020a; Indigenuity Consulting Group Inc., 2020). En outre, les peuples autochtones remarquent des changements plus graduels liés au climat, tels que la fonte des glaciers, l'acidification des océans, l'élévation du niveau de la mer et les changements dans la récolte d'aliments traditionnels (Turner et Clifton, 2009). Les répercussions des changements climatiques présentent des défis particuliers pour les collectivités autochtones en raison de leur vision unique du monde qui reconnaît l'interdépendance intrinsèque et la relation spirituelle avec leur environnement naturel, ainsi que le lien profondément ancré avec leurs territoires respectifs (Castleden et coll., 2009; Lewis et Sheppard, 2005). Les œuvres réalisées par de jeunes artistes autochtones dans le cadre d'un concours artistique organisé en 2019 en témoignent (voir l'encadré 5.1). Les sources d'aliments traditionnels, comme le saumon, ne sont pas seulement une source nutritionnelle importante dans de nombreuses collectivités autochtones de la Colombie-Britannique, mais elles jouent également un rôle important dans l'identité culturelle et la cohésion sociale. De même, le partage des récoltes traditionnelles avec les parents, les voisins et les personnes dans le besoin est l'un des éléments fondamentaux de la résilience des collectivités autochtones.

## Encadré 5.1 : Concours d'œuvres artistiques sur les changements climatiques organisé par le Conseil du bassin Fraser

Le concours d'œuvres artistiques sur les changements climatiques a été lancé en 2019 par le Conseil du bassin Fraser et a invité les jeunes autochtones qui vivent en Colombie-Britannique à soumettre des propositions pour créer des histoires visuelles sur leurs points de vue concernant les changements climatiques en Colombie-Britannique. Les œuvres des artistes gagnants sont présentées ci-dessous (voir la figure 5.3) afin de promouvoir une meilleure compréhension, une meilleure représentation et un meilleur respect des perspectives des jeunes Autochtones dans l'évaluation nationale du Canada sur les changements climatiques.

Des jeunes de toute la Colombie-Britannique ont soumis des propositions, et cinq de ces propositions ont été retenues par les juges du concours, Tsēmā Igharas et Sheldon Pierre Louis. Les gagnants du concours artistique sont les suivants :

- Leah Anthony, Bande de Nak'azdli, grâce à l'œuvre « UNEVEN GROUND : laying down complex root systems »;
- Adrian Rain Flinn, Cris de la Baie James, Mistissini, grâce à la collection « ᐅᑲᓇ·ᐁᔨᒧ·ᐁ°/ ukanaweyimuweu »;
- Sarah Jim, Première Nation de Tseycum, W_SÁNEĆ, grâce à l'œuvre « Saltwater Ways »;
- Coralee Miller, Sylix, nation Okanagan, grâce à l'œuvre « Red Woman »;
- Veronica Rose Waechter, nation gitxsan, grâce à l'œuvre « Legends of the Blue Sky ».

Plus de détails sur le concours, les gagnants et les juges se trouvent ici.




Figure 5.3 : Échantillons des œuvres d'art des gagnants du concours d'œuvres artistiques sur les changements climatiques du Conseil du bassin Fraser

Les cycles saisonniers jouent également un rôle important dans la vie des peuples autochtones. Par exemple, la présence de neige sur les montagnes ou la présence de plantes spécifiques peut signaler des périodes importantes pour la cueillette, les voyages, la pratique de cérémonies spécifiques et la récolte d'aliments et de médicaments. Les changements climatiques ont un impact sur toutes ces activités. Bien que les peuples autochtones aient souvent des restrictions d'accès aux ressources humaines, financières et politiques nécessaires pour lutter contre les changements climatiques, leur engagement à assumer leur rôle d'intendants et de gardiens de leurs territoires est inébranlable. Le fort sentiment de responsabilité et d'intendance est démontré, par exemple, par les Programmes des gardiens autochtones (Premières Nations côtières, 2017; Initiative de leadership autochtone, s.d.), la Planification marine de Haïda (Jones et coll., 2010) et le Projet d'intendance des nations Syilx visant à réduire les incendies de forêt (Forest Enhancement Society of British Columbia, 2019). Comme ils le font depuis des milliers d'années, les peuples autochtones s'appuient sur leurs valeurs d'intendance, leurs lois et leurs pactes avec leurs territoires.

Les collectivités autochtones en sont à diverses étapes de la lutte contre les changements climatiques; certaines ont produit et mettent en œuvre des plans d'adaptation aux changements climatiques, comme les suivants : le Plan communautaire d'adaptation aux changements climatiques des Nations Ahousaht, Hesquiaht et Tla-o-qui-aht (Lerner, 2011); le Plan d'adaptation aux changements climatiques fondé sur les valeurs de la Nation Gitga'at (Reid et coll., 2014); la Planification en matière de changements climatiques de la Nation Tsleil-Waututh (voir l'étude de cas 2.5 dans le chapitre sur les Villes et milieux urbains) et le Plan d'adaptation côtière de la Nation Toquaht (Nation Toquaht, 2018). Certaines collectivités sont conscientes des répercussions des changements climatiques, mais sont soit incapables d'agir en raison d'une marginalisation politique, sociale et économique à long terme, soit incertaines de la manière de procéder (Jacob et coll., 2010). L'appui du First Nations Leadership Council (FNLC) de la Colombie-Britannique à la Déclaration de la BC Assembly of First Nations sur l'urgence climatique mondiale démontre que les changements climatiques représentent des enjeux de plus en plus importants pour les Premières Nations de la Colombie-Britannique (First Nations Leadership Council (FNLC), 2019). Au niveau provincial, les chefs de l'Assemblée de et la BC Assembly of First Nations et la Union of British Columbia Indian Chiefs ont adopté des résolutions demandant à ces organisations d'élaborer une Stratégie et un Plan d'action sur les changements climatiques des Premières Nations, en identifiant les mesures qui permettront de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES), de diminuer la vulnérabilité aux impacts, de renforcer les capacités et la résilience, et d'identifier les possibilités économiques à faible émission de carbone découlant de l'adaptation (voir l'encadré 5.2). Les programmes de financement sont de plus en plus courants, notamment le Programme d'adaptation aux changements climatiques des Premières Nations (Gouvernement du Canada, 2021) et l'Indigenous Climate Health Action Program axé sur la santé (First Nations Health Authority, 2021a).

## Encadré 5.2 : Stratégie et Plan d'action sur les changements climatiques des Premières Nations de la Colombie-Britannique

Le First Nations Leadership Council (FNLC), composé de la BC Assembly of First Nations, du First Nations Summit et de la Union of BC Indian Chiefs, tel que mandaté par les chefs de la Colombie-Britannique, est en voie d'élaborer une stratégie et un plan d'action sur les changements climatiques des Premières Nations

(la Stratégie), qui s'inspireront des priorités et des connaissances des Premières Nations. L'objectif de la Stratégie est de déterminer des stratégies et des mesures visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre, à renforcer le leadership autochtone en matière de climat en Colombie-Britannique, à réduire la vulnérabilité aux impacts et à renforcer les capacités, la compréhension et la résilience des collectivités des Premières Nations. La Stratégie a pour but d'aider à orienter les interventions relatives au climat tout en communiquant aux gouvernements et aux partenaires les domaines prioritaires. En revanche, celle-ci rappellera aux gouvernements et aux partenaires qu'une action climatique réussie n'est possible que lorsqu'elle est créée conjointement avec les Premières Nations de manière à protéger et à renforcer les titres, les droits et les compétences, et lorsque la connaissance autochtone et les liens uniques avec les territoires sont respectueusement reconnus et entièrement intégrés dans tous les aspects de la planification et de l'action climatique.

Les sous-sections suivantes traitent des perspectives autochtones sur l'adaptation aux changements climatiques dans le cadre de quatre éléments naturels : l'eau, la terre, le feu et l'air.

### 5.2.3.1 Eau

Pour de nombreuses collectivités autochtones, l'« eau est la vie », qu'il s'agisse de la protection des glaciers, de l'écoulement des eaux dans l'océan ou du liquide contenu dans le ventre prénatal de notre mère. Les connaissances autochtones relient les individus et les collectivités à ces eaux et leur font prendre conscience de leurs responsabilités de naissance en matière de gestion des eaux et des terres. Avec les changements climatiques, les peuples autochtones subissent des changements dans ces cycles de l'eau, notamment le recul des glaciers, la diminution des chutes de neige, la sécheresse et les situations d'urgence comme les inondations, ce qui entraîne des problèmes comme la perte d'accès à l'eau potable et l'interruption ou la réduction de l'accès aux sources d'alimentation et aux médicaments traditionnels, ainsi que des répercussions sur la santé mentale (voir la vidéo 5-1; Kitsumkalum Communications, 2018; Cave et McKay, 2016). Nombre de ces impacts sont exacerbés par des problèmes systémiques tels que l'inaction du gouvernement fédéral concernant les avis d'ébullition de l'eau, qui résultent d'une infrastructure inadéquate.

Les Terres de réserve de nombreuses Premières Nations sont situées dans des zones qui connaissent des inondations récurrentes, mais où il manque de ressources adéquates pour faire face à ces problèmes (Partners for Action, 2019). Toutefois, de nombreuses Premières Nations tentent de collaborer avec d'autres institutions pour prendre des mesures. Par exemple, un protocole d'entente entre les tribus Cowichan, le district régional de Cowichan Valley, la ville de Duncan et la municipalité de North Cowichan sur l'île de Vancouver est entré en vigueur en 2010 pour guider la gestion intégrée des inondations pour la rivière Cowichan/Koksilah (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2020a; The Cowichan Tribes et coll., 2010; Northwest Hydraulic Consultants, 20009). Des digues ont été construites sur les terres de la tribu Cowichan pour protéger la collectivité et détourner les eaux de crue, notamment de la rivière Koksilah. À l'instar des tribus Cowichan, d'autres collectivités autochtones commencent également à se préparer et à s'adapter aux phénomènes extrêmes, notamment en adoptant des technologies de cartographie des plaines inondables comme le LiDAR.




Vidéo 5.1 : Les liens entre les changements climatiques et la santé mentale des personnes dans la vallée de la rivière Quw'utsun (Cowichan) (avec sous-titres en français). Source : https://www.youtube.com/watch?v=pCraV8ahpYo

Dans la région de Cowichan, une grave sécheresse saisonnière récurrente menace de réduire le débit fluvial au point que les remontées du saumon ne pourront pas avoir lieu si des mesures adaptatives ne sont pas prises (Cowichan Watershed Board, 2018). Il s'agit d'un changement important par rapport à la façon dont les choses se passaient auparavant pour les Premières Nations : « Les anciens parlent des remontées du saumon qui étaient si nombreuses qu'il y en avait toute l'année et que l'on pouvait pêcher toute l'année » (Tim Kulchyski, consultant en pêche des tribus Cowichan). Les connaissances des anciens correspondent bien aux conclusions de l'étude du B.C. Wild Salmon Advisory Council, dont l'examen a révélé que les niveaux de saumon dans toutes les régions et espèces avaient diminué depuis les années 1950 (B.C. Wild Salmon Advisory Council, 2018). Par exemple, dans le sud de la Colombie-Britannique, la population de saumon sockeye a été réduite de 43 % entre 1954 et 2016 (B.C. Wild Salmon Advisory Council, 2018), ce qui rend ces saumons (un animal culturel et spirituel important ainsi qu'une source de nourriture essentielle pour les peuples autochtones de la Colombie-Britannique) particulièrement vulnérables aux changements climatiques. Le saumon est également sensible à plusieurs impacts climatiques différents selon les saisons, ce qui accroît encore sa sensibilité (p. ex. l'augmentation des précipitations hivernales peut entraîner une fonte printanière plus précoce et des températures plus élevées pendant le frai) (Vadeboncoeur, 2016) (voir l'étude de cas 5.1).

Les Premières Nations de la Colombie-Britannique sont souvent exclues des cadres gouvernementaux de prise de décision et de gestion liés à l'eau douce (Simms et coll., 2016). Toutefois, des collaborations et initiatives dirigées par des autochtones laissent entrevoir certains progrès. Par exemple, les tribus Cowichan coprésident le Cowichan Watershed Board avec le district régional de la vallée de Cowichan (CVRD). Ce processus favorise une possibilité de cogestion entre les Premières Nations et les administrations locales (Cowichan Watershed Board, 2018). Bien que la gestion collaborative des ressources naturelles soit

complexe, surtout lorsqu'il s'agit de réunir différentes visions du monde dans un partenariat culturellement diversifié, le travail du Cowichan Watershed Board démontre les avantages de la cogouvernance autochtone.

Une étude dans le cadre de laquelle on a interrogé 50 membres et dirigeants communautaires des Premières Nations côtières de la Colombie-Britannique a révélé que les mesures d'adaptation liées à la gouvernance et au capital social sont apparues comme des stratégies essentielles à l'adaptation aux changements climatiques, alors que la modernisation des infrastructures et la gestion des ressources naturelles n'étaient pas prioritaires (Whitney et coll., 2020). Les résultats de cette étude ont été présentés par la Great Bear Initiative des Premières Nations côtières et le Conseil du bassin Fraser (Premières Nations côtières, 2020), et ont montré que la gestion des impacts climatiques ne peut être séparée de la réconciliation et de l'autogouvernance. L'étude a également cerné un certain nombre d'impacts climatiques saillants pour les collectivités côtières (Whitney et coll., 2020). Des études telles que celle-ci sont exécutées par des initiatives à d'autres échelles. Par exemple, le ministère des Relations Couronne-Autochtones et Affaires du Nord Canada (RCAANC) a mis en place le Programme d'adaptation aux changements climatiques des Premières Nations (PACCPN), qui fournit des fonds aux collectivités des Premières Nations pour faire face aux répercussions des changements climatiques sur l'infrastructure communautaire et la gestion des urgences. Le PACCPN a financé de nombreux projets dans toute la Colombie-Britannique, y compris un projet avec la Première Nation de Skidegate qui vise l'élaboration de modèles pour cartographier l'élévation du niveau de la mer et les ondes de tempête, et pour déterminer les impacts sur les collectivités des Premières Nations côtières de la Colombie-Britannique (Gouvernement du Canada, 2020).

## Étude de cas 5.1 : Que devient le « Peuple du saumon » sans le saumon? Le rôle de la Nation des Stó:lō et des organisations autochtones dans un climat en mutation

La Nation des Stó:lō, un mot qui signifie « rivière » ou « fleuve Fraser » en Halq'eméylem, habitent le bassin versant du bas Fraser depuis des temps immémoriaux. Le peuple Stó:lō comprend un collectif supra-tribal de peuples parlant le halq'eméylem dont le territoire traditionnel s'étend de Yale à Langley, en Colombie-Britannique. Pour les Stó:lō, ce lieu est *S'ólh Téméxw* (« Notre monde » ou « Notre terre »). Leur lien avec le territoire s'exprime dans leur auto-identification en tant que « peuple de la rivière » (Schaepe, 2007; Carlson, 2001).

Le Stó:lō Research and Resource Management Centre (SRRMC), basé à Chilliwack, en Colombie-Britannique, est une branche de la Nation Stó:lō : l'amalgame politique de onze collectivités Stó:lō. Le SRRMC fournit un soutien à l'intendance des terres et des eaux, ainsi qu'un soutien à l'intendance des enquêtes, pour l'ensemble des collectivités Stó:lō. Son mandat est de protéger, préserver et gérer le patrimoine des Stó:lō selon les principes d'intendance des Stó:lō.

Les Stó:lō ont été historiquement privés de leur droit à s'autogouverner et à déterminer l'utilisation de leurs terres et ressources traditionnelles, qui ont été fondamentalement modifiées depuis la période précédant le contact avec les Européens (Duffield, 2001; Woods, 2001; Thom et Cameron, 1997). Malgré les procédures actuelles de consultation et d'accommodement, le développement et l'extraction des ressources continuent

d'exercer une pression sur les terres, les ressources et les cours d'eau traditionnels du peuple Stó:lō (Brady, 2014). Cette pression est aggravée par les changements climatiques, qui ont finalement un impact sur les ressources essentielles à la subsistance des Stó:lō, à leurs pratiques culturelles, à leurs liens spirituels avec leurs ancêtres et à leur survie culturelle.

Les entretiens semi-structurés avec le personnel du SRRMC et les membres de la collectivité des Stó:lō indiquent que les impacts climatiques et induits par le climat, ainsi que d'autres facteurs d'effets cumulatifs, contribuent aux changements relatifs à la disponibilité, aux schémas saisonniers et à la distribution géographique des ressources traditionnelles. Ces changements exacerbent l'accès déjà restreint du peuple Stó:lō aux ressources traditionnelles, qui comprennent les plantes et les médicaments traditionnels (p. ex. le cèdre rouge de l'Ouest, les baies), la faune et, surtout, le saumon du fleuve Fraser (McHalsie, 2007). Le saumon du fleuve Fraser fait partie intégrante de l'histoire, de l'écologie et de l'identité Stó:lō. Les saumons sont considérés comme des ancêtres et constituent la principale base du régime alimentaire traditionnel des Stó:lō (McHalsie, 2007; Smith, 2001; Deur, 1999; Cameron, 1997). Les changements décrits ci-dessus affectent les pêcheries et la sécurité alimentaire des Stó:lō, le moment et le déroulement des cérémonies des Stó:lō, l'accès aux aliments traditionnels des Stó:lō et la capacité des Stó:lō à exercer leurs pratiques culturelles et leurs enseignements. Globalement, ces changements ont de multiples répercussions sur la santé et le bien-être émotionnel des Stó:lō. On prévoit que les changements induits par le climat affecteront de plus en plus le territoire traditionnel des Stó:lō en raison de la diminution des chutes de neige, des modifications de l'hydrologie et de la température du fleuve Fraser, et de la réduction de la disponibilité du saumon du fleuve Fraser (Shrestha et coll., 2012; Healey, 2011; Ferrari et coll. 2007; Morrison et coll. 2002). La figure 5.4 résume les résultats concernant les effets induits par le climat et les effets cumulatifs sur le saumon du fleuve Fraser.

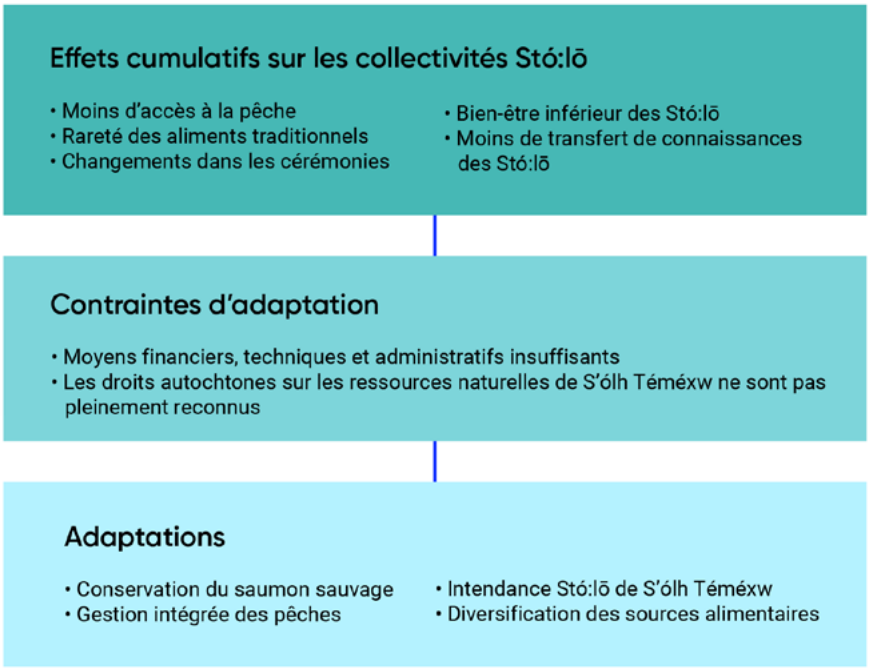



Figure 5.4 : Résumé des résultats concernant le saumon du fleuve Fraser.

Les membres de la collectivité des Stó:lō ont signalé des obstacles à l'adaptation à de tels effets, en faisant particulièrement référence aux contraintes financières et de capacité. Une autre contrainte majeure réside dans le manque de reconnaissance des droits des autochtones Stó:lō à gérer les territoires traditionnels. De plus, les processus de consultation en Colombie-Britannique surchargent souvent les capacités techniques et administratives des Premières Nations, et ne permettent pas de mener à une réconciliation significative (Booth et Skelton, 2011; Marsden, 2006; Baker et McLelland, 2003). Néanmoins, les Stó:lō font activement face aux changements et exercent leur capacité d'adaptation. Les membres de la collectivité des Stó:lō identifient les changements environnementaux et s'adaptent en conséquence pour maintenir la continuité de leurs pratiques culturelles et de leur identité. Par exemple, les collectivités et les organisations des Stó:lō participent à la défense de la conservation du saumon sauvage et à la gestion intégrée des pêches, mettant en pratique l'intendance Stó:lō du saumon sauvage et de *S'ólh Téméxw* – le territoire traditionnel Stó:lō – dans son ensemble.

Le Stó:lō Research and Resource Management Centre soutient la capacité d'adaptation des Stó:lo en comblant les lacunes en matière de capacités techniques et de recherche, en préservant la culture et les connaissances des Stó:lo et en soutenant les droits et les titres autochtones. Le SRRMC participe aussi à la planification de l'adaptation avec les collectivités des Stó:lō. L'engagement des universitaires auprès du SRRMC met en évidence le rôle primordial que les organisations autochtones peuvent jouer pour relever le défi de l'adaptation, car cette organisation est unique en ce qu'elle combine capacité et expertise techniques avec valeurs culturelles et connaissances communautaires.

En conclusion, faire progresser la réconciliation dans un climat changeant implique la reconnaissance et le soutien de la capacité d'adaptation autochtone existante, y compris la capacité intégrée dans les organisations autochtones. En outre, la reconnaissance des droits des autochtones, notamment par l'entremise de processus de consultation significatifs, est primordiale pour que les collectivités puissent exercer une gestion responsable des ressources traditionnelles menacées.

### 5.2.3.2 Terres

Les relations uniques qu'entretiennent les peuples autochtones avec leurs territoires et leurs terres se sont développées grâce à une intendance diligente pendant des milliers d'années et se reflètent dans le sentiment profond de connexion relationnelle (LaDuke, 1999). On a constaté que les terres gérées par les autochtones au Canada présentent des niveaux de biodiversité des vertébrés légèrement supérieurs à ceux des zones protégées, tout en abritant un plus grand nombre d'espèces de vertébrés menacées; les partenariats entre les collectivités autochtones et d'autres organismes gouvernementaux pourraient améliorer les efforts de conservation de la biodiversité (Schuster et coll., 2019). Les répercussions des changements climatiques se manifestent de diverses manières et affectent les collectivités autochtones tant sur le plan environnemental que social (Turner et Clifton, 2009). Par exemple, des hivers moins rigoureux ont contribué à des épidémies dévastatrices de dendroctone du pin ponderosa, réduisant ainsi la santé globale des forêts (Parkins, 2008). Les moyens de subsistance des autochtones ont été affectés, car de nombreuses collectivités ont des intérêts économiques dans les produits ligneux et non ligneux extraits des forêts. Les changements dans

la disponibilité des aliments traditionnels, allant du caribou aux baies d'amélanchier, ainsi que l'accès aux plantes médicinales et rituelles telles que le salal ou le cèdre, ont des conséquences sociales, sanitaires et culturelles importantes pour les Premières Nations (Marushka et coll., 2019).

Les paysages changent rapidement et les impacts cumulatifs de l'extraction des ressources industrielles et des changements climatiques rendent difficile la conservation de la culture et des moyens de subsistance dans les collectivités autochtones (Turner et Clifton, 2009). Les pratiques traditionnelles de gestion des terres s'alignent rarement sur les systèmes de connaissances autochtones, et les collectivités ont rarement l'autorité sur la façon dont elles voudraient que les terres soient gouvernées (Simms et coll., 2016).

Malgré d'énormes défis, il existe quelques exemples prometteurs de projets autochtones efficaces d'adaptation aux changements climatiques sur le territoire, comme la conservation des caribous. Les troupeaux de caribous d'importance cruciale pour les peuples autochtones du nord de la Colombie-Britannique sont exposés à des niveaux de risque extrêmement élevés (Booth et Skelton, 2011). Les impacts cumulatifs des industries forestières, routières, minières, pétrolières et gazières ont détruit près des deux tiers de l'habitat du caribou en Colombie-Britannique (Johnson et coll., 2015). Les changements climatiques constituent une autre menace importante pour le caribou et son habitat (Masood et coll., 2017). Selon Roland Willson, chef de la Première Nation de West Moberly, dans le nord-est de la Colombie-Britannique, le déclin de la population de caribous a transformé son mode de vie traditionnel (Huffington Post, 2015). Des études menées par la Première Nation documentent les pertes communautaires en raison de l'incapacité d'exploiter le caribou. Cette crise a conduit à un partenariat entre la Première Nation de West Moberly et la Première Nation de Saulteau pour élaborer des plans de gestion des caribous pour les troupeaux de caribous survivants, ce qui a donné lieu à des efforts de restauration qui ont effectivement régénéré un troupeau de 16 à 70 animaux en l'espace de quatre ans (Newton, 2018). Les mesures clés comprenaient la mise en place d'enclos de maternité, l'application d'une interdiction autodéterminée de chasser le caribou, l'utilisation d'un programme traditionnel de gestion des prédateurs, ainsi que la surveillance et la cartographie systématiques de l'habitat du caribou. Les Premières Nations ont également négocié un projet d'entente de partenariat sur le rétablissement du caribou avec le gouvernement de la Colombie-Britannique et le gouvernement du Canada (B.C. Ministry of Forests, Lands, Natural Resource Operations and Rural Development, 2019a), qui décrit les domaines de protection, de restauration et de conservation, y compris les mesures de gestion des prédateurs et un programme de surveillance autochtone.

#### 5.2.3.3 Feu

De nombreuses collectivités de la Colombie-Britannique connaissent une augmentation de la durée de la saison des incendies de forêt et de la gravité des incendies de forêt. Ces incendies de forêt continuent de dévaster les collectivités autochtones, ce qui force les résidents à quitter leur maison et leur terre natale et entraîne des conséquences graves sur la santé physique et mentale, des impacts économiques ainsi que des menaces sur les infrastructures communautaires (Abbott et Chapman, 2018), le patrimoine et les droits culturels. Les collectivités autochtones sont confrontées à des inégalités dans les situations de crise liées aux incendies de forêt sur le plan de la préparation, de l'intervention et du rétablissement (Abbott et Chapman, 2018). Le First Nations Leadership Council (FNLC) a publié un communiqué de presse soulignant la question de la compétence entre les gouvernements fédéral et provincial dans la gestion de la crise des incendies de

forêt qui touchent les collectivités des Premières Nations, soulignant le besoin urgent d'aide à la planification et à la mise en œuvre de mesures d'urgence, de formation, de financement et de collaboration avec tous les ordres de gouvernement (First Nations Leadership Council, 2018). Combler les lacunes en matière d'intervention d'urgence est une priorité importante pour les Premières Nations de la Colombie-Britannique.

Les personnes vivant dans les réserves des Premières Nations au Canada sont 33 fois plus susceptibles d'être évacuées en raison d'un incendie de forêt que celles vivant hors réserve (Yumagulova, 2018). Un sondage en ligne sur la mobilisation, lancé en 2018 dans le cadre de l'examen des inondations et des incendies de forêt en Colombie-Britannique à la suite des incendies de forêt de 2017 et 2018 qui ont touché de nombreuses collectivités autochtones, a donné les résultats suivants : les deux tiers des répondants se sont concentrés uniquement sur les incendies de forêt; la moitié pensait que leur collectivité n'était pas préparée aux incendies de forêt; plus des trois quarts étaient favorables au brûlage dirigé; et un tiers considérait avoir reçu des informations peu claires concernant l'évacuation.

De nombreuses collectivités des Premières Nations se préparent de manière proactive aux incendies de forêt. En 2017, ʔaq̓am, une collectivité de la Nation Ktunaxa, a dû évacuer 110 personnes de 37 maisons en raison d'un incendie de forêt. Les dégâts causés par l'incendie ont été importants, mais ils auraient pu être bien pires si des relations n'avaient pas été établies avec le district régional d'East Kootenay et la ville de Cranbrook avant l'incendie. La collectivité ʔaq̓am a organisé une fête communautaire pour exprimer sa gratitude à ses voisins pour leur soutien. Comme nous le rappelle le chef Joe Pierre, « Les relations doivent être renforcées en permanence. Des voisins qui se connaissent s'entraident » (Abbott et Chapman, 2018). Les collectivités autochtones telles que la collectivité ʔaq̓am utilisent les systèmes de connaissances autochtones ainsi que la science occidentale pour aborder et gérer le risque d'incendie de forêt et s'y préparer, notamment par le brûlage dirigé. Ces efforts sont soutenus par des programmes tels que le forum Community to Community (C2C) de la Union of BC Municipalities (UMCB), qui a été conçu spécifiquement pour aider les Premières Nations et les administrations locales à établir des liens (Union of BC Municipalities, 2021).

De nombreuses collectivités autochtones de la Colombie-Britannique utilisaient des pratiques de brûlage pour améliorer les paysages et gérer les terres. Avant la colonisation, ces utilisations traditionnelles du feu étaient pratiquées à grande échelle pour favoriser la croissance d'aliments importants, comme les baies, et pour favoriser la migration des animaux (Turner, 1999). Les politiques actuelles d'extinction des incendies ont fait que ces pratiques ne sont plus utilisées dans la même mesure. La tradition orale a documenté ces pratiques, et certains anciens autochtones s'en souviennent. Les pratiques de brûlage sont toujours utilisées aujourd'hui, mais à une plus petite échelle et dans le but principal de gérer les risques et de réduire les risques d'incendie de forêt pour les collectivités voisines (Lewis et coll. 2018). Les systèmes de connaissances autochtones comprennent les connaissances sur la façon d'effectuer des brûlages en toute sécurité et sur les interconnexions entre les combustibles, le comportement des incendies et la météo. Le projet de revitalisation des brûlages culturels, coordonné par la First Nations Emergency Services Society (FNESS), en collaboration avec trois Premières Nations de la Colombie-Britannique, soit la bande indienne de Shackan, la Première Nation Xwisten (Bridge River) et le gouvernement Yunesit'in, est un exemple d'effort communautaire de gestion des incendies de forêt (First Nations Emergency Services Society, 2022). Selon la FNESS, le projet élargit les possibilités d'apprentissage sur la revitalisation des brûlages culturels à des partenaires stratégiques tels que les gouvernements provincial et fédéral, et par des histoires/études de cas sur (i) l'avancement de la revitalisation des brûlages culturels en relation avec la réconciliation, la prévention et la

réduction des risques d'incendies de forêt, et l'adaptation aux changements climatiques; (ii) l'amélioration des connaissances et des observations holistiques de la gestion des incendies de forêt pour renseigner la planification de l'adaptation aux changements climatiques pour les collectivités des Premières Nations d'une échelle et de besoins similaires (BC Assembly of First Nations, 2020, 4-5).

Les pratiques de gestion des incendies font également partie de l'intendance, et l'extinction des incendies est liée à la capacité d'être de bons intendants (Forney, 2016).

### 5.2.3.4 Air

L'eau, la terre et le feu sont des éléments visuellement plus faciles à conceptualiser que l'air. L'espace que nous occupons en tant qu'êtres humains passe généralement par l'atmosphère qui soutient notre capacité à respirer et à exister, laquelle repose sur une bonne qualité de l'air. Notre interdépendance symbiotique avec les plantes productrices d'oxygène est un exemple de ce que les systèmes de connaissances autochtones appellent l'interconnexion et la relation d'interdépendance avec le monde naturel (Caverley, 2011).

Les changements climatiques affectent l'air de multiples façons, notamment par l'augmentation des températures (qui entraîne la sécheresse et l'évaporation) et par la mauvaise qualité de l'air dues à la fumée des incendies de forêt, ce qui entraîne toute une série d'impacts sociaux, sanitaires et culturels sur les peuples autochtones. Les détenteurs de connaissances dans la région de Clayoquot Sound ont noté une augmentation de la gravité des tempêtes et une diminution de leur fréquence (Lerner, 2011). Grâce à un processus collaboratif de planification de l'adaptation au climat, la Première Nation des Ahousaht, la Première Nation des Hesquiaht et la Première Nation des Tla-o-qui-aht ont défini des approches pour faire face à des tempêtes plus violentes. L'une des mesures d'adaptation énoncées dans ce plan consiste à moderniser les principaux actifs communautaires pour qu'ils soient plus performants en cas d'ondes de tempête, d'inondations et de pluie, de vent et de chablis (Lerner, 2011). Le plan communautaire d'adaptation aux changements climatiques des Nations des Ahousaht, des Hesquiaht et des Tla-o-qui-aht décrit de nombreuses stratégies d'adaptation qui s'interconnectent pour soutenir la vision globale de la collectivité. Un exemple de ces stratégies de renforcement de la résilience est l'effort visant à promouvoir l'autonomie culturelle et l'apprentissage continu en matière de changements climatiques.

### 5.2.3.5 Systèmes alimentaires autochtones

Les systèmes de connaissances autochtones liés à la récolte des aliments végétaux impliquent la prise en compte de nombreuses variables complexes, notamment l'altitude, la saison et les climats de croissance privilégiés (p. ex. la sécheresse, l'ombre, la proximité des arbres). Les changements climatiques ont, et continueront d'avoir, des répercussions plus importantes sur la souveraineté alimentaire des peuples autochtones que sur celle des peuples non autochtones. Les répercussions des changements climatiques (p. ex. l'augmentation de la température de l'air) affecteront la saison de croissance des aliments et des médicaments d'origine végétale. L'évolution du climat a un impact négatif sur la récolte des aliments traditionnels et se traduit par des aliments plus difficiles à trouver, moins abondants et dont la consistance ou le goût ont changé. Les peuples autochtones dépendent des aliments traditionnels pour leur santé, leur

culture, leur identité, leur intendance et leur rôle politique. Des travaux sont nécessaires, notamment dans le cadre d'une étude menée par les autochtones, pour trouver les meilleurs moyens d'adapter les aliments traditionnels en réponse aux changements climatiques. Par exemple, il y a un manque relatif de recherche sur l'effet que les changements climatiques auront sur la récolte de baies.

Les systèmes de connaissances autochtones comprennent des pratiques de récolte durables, telles que les « pratiques de première récolte ». Par exemple, les myrtilles sont un aliment important pour le peuple de Ktunaxa; les anciens Ktunaxa ont partagé une pratique selon laquelle les femmes portent la responsabilité de cueillir les premières myrtilles de la saison pour leur famille, puis de prier pour une bonne récolte cette même année (Forney, 2016; Williams et Clarricoates, 2002). Ces baies sont utilisées lors de cérémonies importantes tout au long de l'année, y compris aux moments importants de la vie d'une personne. Les cueilleurs de baies jouent un rôle dans la santé des champs de myrtilles. Des valeurs telles que le respect et la réciprocité avec les plantes elles-mêmes font partie de la bonne intendance que pratiquent les peuples autochtones. D'autres impacts sur les systèmes alimentaires résultent de l'évolution des conditions océaniques. Ces questions sont également abordées dans le cadre d'efforts menés par les Autochtones. Par exemple, le projet *We All Take Care of the Harvest (WATCH)* de la First Nations Health Authority, financé par Santé Canada, est axé sur la sécurité et la souveraineté des Autochtones en matière de fruits de mer dans le contexte des changements climatiques (First Nations Health Authority, 2021a).

## 5.2.4 Conclusions

Les connaissances et les expériences autochtones sont souvent sous-représentées dans le discours et les initiatives sur les changements climatiques. Le fait de ne pas prévoir une place appropriée aux systèmes de connaissances autochtones dans les initiatives d'adaptation aux changements climatiques a des conséquences pour les peuples autochtones, notamment la répétition de politiques d'adaptation inadaptées. La reconnaissance du manque relatif de recours aux systèmes de connaissances autochtones est nécessaire pour comprendre comment une inclusion significative peut être réalisée (Ford et coll. 2016).

Prévoir de la place pour ces systèmes de connaissances autochtones favorise l'établissement de relations fondées sur le respect et la compréhension des valeurs, de l'histoire et de la vision du monde des Autochtones. En traitant les peuples autochtones et leurs systèmes de connaissances sur un pied d'égalité avec les systèmes occidentaux, on donnera aux peuples autochtones les moyens d'élaborer leurs propres programmes d'adaptation au climat. Cela contribuera également à promouvoir la collaboration à tous les ordres de gouvernement, ce qui conduira à de véritables partenariats à long terme permettant la planification de l'adaptation aux changements climatiques élaborée par les peuples et les nations autochtones et pour les peuples autochtones. Des données récentes indiquent que les efforts de collaboration visant à réunir les systèmes de connaissances autochtones et les approches scientifiques, sur la base de stratégies culturellement appropriées et réactives, seraient activement soutenus et contribueraient à assurer un engagement continu envers les plans d'adaptation aux changements climatiques (Wildcat, 2013).

Le manque d'autonomie pour gouverner et prendre des décisions concernant les terres et territoires autochtones constitue un obstacle à la réussite de nombreux efforts d'adaptation. Les efforts de colonisation historiques et actuels ont systématiquement séparé les peuples autochtones de leurs terres, et démantelé

les systèmes de connaissances autochtones de multiples façons, notamment par les écoles résidentielles (Greenwood et Lindsay, 2019). D'une certaine manière, les changements climatiques ont intensifié les effets de la colonisation : « Un point important est que les changements climatiques d'origine anthropique sont intimement liés aux idéologies, aux systèmes et aux pratiques du colonialisme, et que les impacts sur les peuples autochtones peuvent être conceptualisés comme une intensification du processus de colonisation (Jones, 2019, 73). » Les droits et l'autodétermination des Autochtones sont des aspects importants de la santé et de la survie des peuples autochtones. Les initiatives d'adaptation aux changements climatiques dirigées par des Autochtones qui éliminent les inégalités, soutiennent la restauration de l'autodétermination et qui sont ancrées dans les modes de connaissances autochtones peuvent aider à réparer et à restaurer la santé de la terre et à assurer la survie et le bien-être collectifs (Greenwood et Lindsay, 2019).

# 5.3 Les changements climatiques entraînent une augmentation des risques d'inondation

**Les ressources en eau de la Colombie-Britannique connaîtront des changements importants avec le réchauffement climatique, les inondations étant à l'origine de certains des impacts les plus dommageables et les plus coûteux. De nombreuses collectivités de la Colombie-Britannique réduisent les risques grâce à la planification, à la conception et à la mise en œuvre proactives de projets d'adaptation aux inondations, bien qu'une action accrue à toutes les échelles soit nécessaire.**

*La Colombie-Britannique est confrontée à des risques importants d'inondations côtières, fluviales et urbaines. Ces inondations ont un impact négatif sur les infrastructures et les services essentiels, les écosystèmes, la santé et le bien-être. Bien qu'il existe de nombreuses ressources utiles (p. ex. la cartographie des plaines inondables) et des exemples de planification et de mesures à différentes échelles, il reste des défis à relever, notamment des mandats d'administration complexes et qui se chevauchent souvent, des incertitudes et des compromis à long terme, ainsi que des ressources humaines et financières limitées. Il existe des possibilités d'intégrer la gestion des risques d'inondation dans les pratiques municipales existantes (p. ex. les plans directeurs intégrés pour les eaux pluviales, la gestion des actifs), et la recherche continue à établir un solide argument économique en faveur de l'action.*

## 5.3.1 Introduction

Les changements climatiques modifient et continueront de modifier les régimes hydrologiques en Colombie-Britannique, ce qui aura un impact négatif sur les écosystèmes fluviaux et l'écologie marine (B.C. Ministry of Environment, 2016; Vadeboncoeur, 2016). En plus des épisodes de débits élevés, les changements d'écoulement fluvial auront très probablement un impact sur le moment et la durée de l'étiage en été-automne, et entraîneront des températures de l'eau plus élevées pendant les périodes de faible débit (Bonsal

et coll., 2019). Ces périodes de faible débit représentent une diminution de la disponibilité de l'eau et peuvent avoir un impact sur les écosystèmes aquatiques et l'approvisionnement en eau potable (Bonsal et coll., 2019). Par exemple, les 16 bassins versants du district régional de la vallée de Cowichan sont touchés par l'augmentation de la consommation d'eau et les changements climatiques, ce qui nécessite une adaptation pour faire face à la baisse des niveaux d'eau de la rivière Cowichan (Watershed Governance Dispatch, 2019) (voir le chapitre Villes et milieux urbains pour une discussion sur les options d'adaptation entreprises). Les changements apportés aux régimes hydrologiques peuvent également avoir une incidence sur l'hydroélectricité, la principale source d'électricité de la Colombie-Britannique (Régie de l'énergie du Canada, 2020).

## 5.3.2 Risques d'inondation

### 5.3.2.1 Inondations fluviales

Les inondations fluviales sont répandues en Colombie-Britannique (voir la figure 5.5) et se produisent lorsque des forces telles que des pluies excessives ou une fonte des neiges rapide dépassent la capacité d'un chenal de rivière ou d'une berge (Abbott et Chapman, 2018). En novembre 2021, une rivière atmosphérique a provoqué des précipitations record dans le sud de la Colombie-Britannique, entraînant des inondations destructrices dans de nombreuses collectivités (voir l'encadré 5.3; Schmunk, 2021).

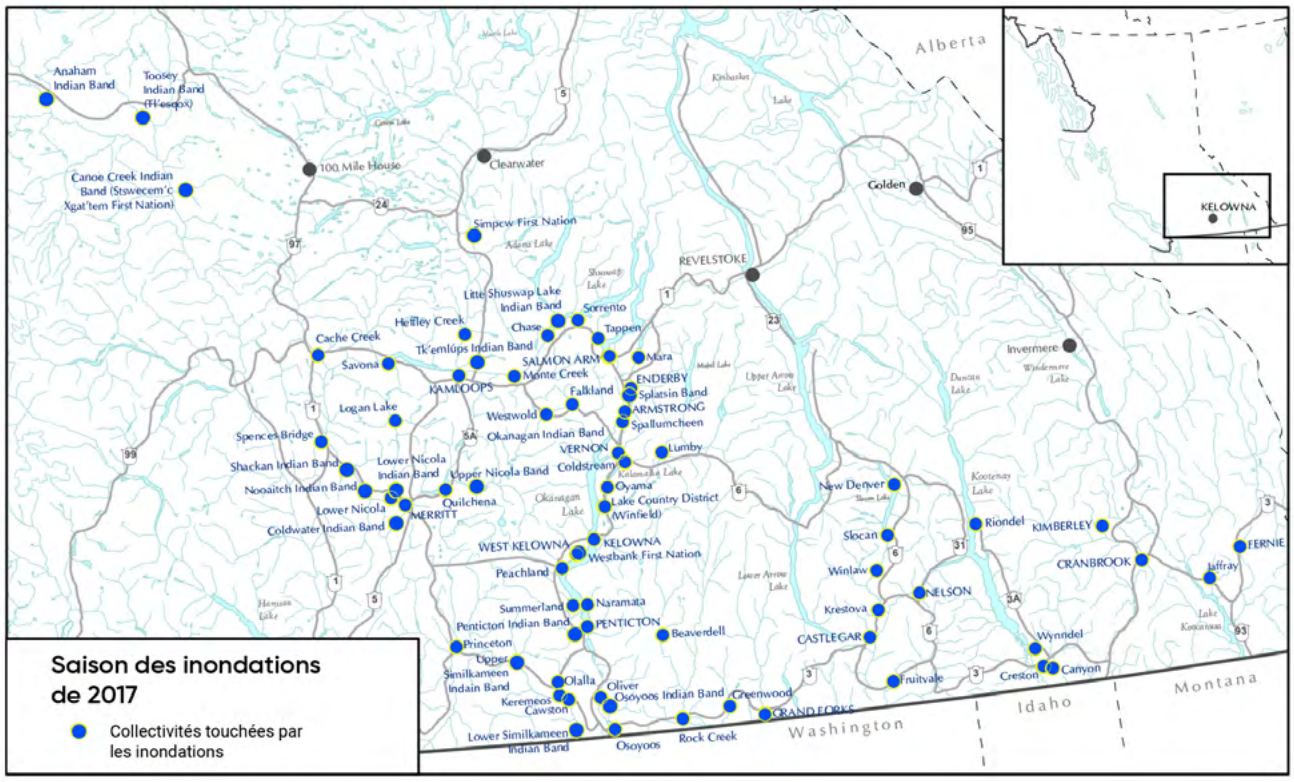



Figure 5.5 : Carte montrant les collectivités situées à l'intérieur de la Colombie-Britannique qui ont été touchées par des inondations pendant la saison des crues de 2017. Source : Abbott et Chapman, 2018.

Les températures à la hausse et les changements dans les précipitations saisonnières modifieront les régimes actuels d'accumulation (p. ex. diminution du manteau neigeux, perte de masse des glaciers) et d'écoulement de l'eau, y compris le moment du dégel printanier, le moment et la durée de l'étiage d'été-automne, l'augmentation des températures de l'eau pendant les périodes d'étiage (Bonsal et coll., 2019) et l'augmentation de la force et de la fréquence des rivières atmosphériques (voir l'encadré 5.3) (Curry et coll., 2019). Ces changements seront influencés par la variabilité climatique naturelle associée à El Niño – oscillation australe (ENSO) et à l'oscillation décennale du Pacifique (ODP) (Vadeboncoeur, 2016).

## Encadré 5.3 : Rivières atmosphériques

Les rivières atmosphériques sont d'étroites bandes d'humidité concentrée dans l'atmosphère qui pénètrent dans l'ouest du Canada en provenance de l'océan Pacifique et peuvent entraîner des épisodes de précipitations extrêmes comme ceux observés en novembre 2021 (Bonsal et coll., 2019). Ces rivières atmosphériques peuvent mesurer jusqu'à 1 600 km de longueur et plus de 640 km de largeur et, en moyenne, transporter une quantité d'eau équivalente à 25 rivières du Mississippi (Radio CBC, 2021).

Les changements climatiques sont susceptibles d'augmenter la force et la fréquence des rivières atmosphériques dans le bassin du fleuve Fraser en Colombie-Britannique (Curry et coll., 2019).

Bien qu'il existe une incertitude quant à la façon dont les températures plus élevées et les réductions de la couverture neigeuse se combineront pour affecter la fréquence et l'ampleur des futures inondations liées à la fonte des neiges (Bonsal et coll., 2019), les recherches disponibles indiquent que le risque d'inondation fluviale augmentera dans de nombreuses parties de la province (B.C. Ministry of Environment and Climate Change Strategy, 2019; Engineers and Geoscientists British Columbia, 2018). Les risques d'inondation dans le bassin du fleuve Fraser, par exemple, augmenteraient considérablement sous le scénario RCP 8.5 en raison de l'augmentation de la force et de la fréquence des rivières atmosphériques (Curry et coll., 2019).

Dans le cadre de la stratégie de gestion des inondations des basses-terres continentales, le Conseil du bassin Fraser a dirigé la création d'un ensemble de cartes qui montrent l'étendue des inondations dans les basses-terres continentales selon divers scénarios climatiques. Ces cartes indiquent une augmentation substantielle du risque de grandes inondations pour une grande partie de la région (Auditor General of British Columbia, 2018).

### 5.3.2.2 Inondations côtières

Le littoral de la Colombie-Britannique s'étend sur plus de 26 000 km et constitue une zone de vulnérabilité considérable aux inondations résultant de l'élévation du niveau de la mer et des ondes de tempête, en particulier dans les zones de faible altitude (Vadeboncoeur, 2016). La côte de la Colombie-Britannique sera confrontée à un risque d'inondation accru en raison de l'élévation du niveau de la mer et de la fréquence des épisodes de crue. L'élévation relative du niveau de la mer dans le cadre d'un scénario à émissions élevées devrait dépasser 50 cm d'ici 2100 pour les régions de Prince Rupert, Haida Gwaii et Vancouver (Cohen et coll., 2019; voir également la figure 7.16 dans Greenan et coll., 2019 pour d'autres emplacements). Il existe également un potentiel d'élévation du niveau de la mer beaucoup plus important en raison de la fonte des glaces de l'Antarctique (Greenan et coll., 2019). Pour la région de Vancouver, cela entraînerait une élévation du niveau de la mer d'environ 135 cm d'ici 2100 (Greenan et coll., 2019). La fréquence et l'ampleur des phénomènes d'élévation extrême des niveaux d'eau augmenteront également là où le niveau de la mer augmente (Greenan et coll., 2019). Ces phénomènes sont généralement associés à des ondes de tempête qui coïncident avec des niveaux de marée élevés (Greenan et coll., 2019).

### 5.3.2.3 Inondation urbaine

Les inondations urbaines se produisent lorsque des précipitations extrêmes submergent l'infrastructure municipale d'eaux pluviales, entraînant des inondations localisées qui peuvent avoir des répercussions étendues sur la valeur des propriétés, la prestation de services, la santé et la sécurité (voir le chapitre Villes et milieux urbains pour plus d'informations). Bien que les administrations locales connaissent souvent les occurrences historiques des inondations urbaines dans leurs collectivités, il n'existe aucune recherche qui caractérise ce risque à travers la province. De même, les exercices de planification locale évaluent souvent la probabilité et les conséquences futures des inondations urbaines (p. ex. Ville de Prince George, 2021), mais jusqu'à présent, ces résultats ont été difficiles à résumer à l'échelle provinciale. Compte tenu des augmentations prévues des précipitations extrêmes et des défis posés par le vieillissement des infrastructures et le développement intensif, il est probable que le risque d'inondation urbaine augmente parallèlement aux risques fluviaux et côtiers (Auditor General of British Columbia, 2018).

## 5.3.3 Impacts observés et projetés

Les inondations affectent les infrastructures, les systèmes et les biens naturels, la santé et le bien-être, et nécessitent d'importantes ressources locales, provinciales et fédérales (B.C. Ministry of Environment and Climate Change Strategy, 2019). Par exemple, on estime que les inondations généralisées de novembre 2021 ont causé 515 millions de dollars de dommages assurés en Colombie-Britannique (Bureau d'assurance du Canada, 2022). Les incendies de forêt conduisent souvent à des sols hydrophobes, et il est probable que l'importante saison des incendies de forêt de 2021 ait exacerbé le volume et la vitesse du ruissellement pendant le passage de la rivière atmosphérique de novembre 2021 (Clague, 2021).

Les précipitations extrêmes peuvent déclencher des glissements de terrain, comme on l'a vu en novembre 2021 lorsque des glissements de terrain ont entraîné des décès et la rupture de plusieurs autoroutes en Colombie-Britannique (Schmunk, 2021). Pour une discussion sur les impacts des inondations sur les infrastructures de transport aérien et maritime (p. ex. l'aéroport international de Vancouver, le port de la région métropolitaine de Vancouver), voir Vadeboncoeur et coll. (2016) et Nyland et Nodelman (2017).

Les inondations ont également un impact négatif sur la santé humaine ainsi que sur le système de santé lui-même (voir aussi le Rapport sur La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement; Burton et coll., 2016; Du et coll., 2010). Par exemple, les épisodes de précipitations extrêmes peuvent causer une augmentation de la turbidité de l'eau avec de la boue et du limon, ainsi que des maladies entériques (p. ex. cryptosporidiose, giardiase) dans les réseaux d'alimentation en eau potable (Chhetri et coll., 2019).

Les collectivités côtières sont confrontées aux impacts sur leurs infrastructures côtières, aux dommages causés aux écosystèmes et à l'érosion du littoral (Greenan et coll., 2019; Vadeboncoeur, 2016). Les risques associés à ces épisodes devraient augmenter avec l'élévation du niveau de la mer et l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des ondes de tempête. Les inondations créent également des défis uniques pour les collectivités autochtones, dont certains sont évoqués ci-dessus (voir section 5.2). Les terres agricoles et les sources d'eau douce peuvent également être affectées par la salinisation, en raison de l'accumulation de sel dans le sol (B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative, 2013).

Dans le cadre de la phase 1 de sa stratégie de gestion des inondations des basses-terres continentales, le Conseil du bassin Fraser a projeté les dommages et les pertes économiques directes et indirectes dans les zones inondables des basses-terres continentales qui résulteraient de différents scénarios d'inondation (voir le tableau 5.1; Fraser Basin Council, 2016). Il s'agit de l'étude la plus détaillée sur les répercussions économiques futures des inondations disponible en Colombie-Britannique.

## Tableau 5.1 : Projections des pertes économiques pour les systèmes côtiers et fluviaux dans la zone d'inondation des basses-terres continentales (Fraser Basin Council, 2016)

| SCÉNARIO D'INONDATION | RÉSIDENTIEL[1] | COMMERCIAL[1] | INDUSTRIEL[1] | BÂTIMENTS PUBLICS/ INSTITUTIONNELS[1] | EXPÉDITIONS DE MARCHANDISES INTERROMPUES[2] | INFRASTRUCTURE[3] | AGRICULTURE[4] | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A \| Côtière (aujourd'hui) | 5,6 milliards $ | 6,3 milliards $ | 1,6 milliard $ | 720 millions $ | 3,6 milliards $ | 1,4 milliard $ | 100 millions $ | 19,3 milliards $ |
| B \| Côtière (Année 2100) | 7,1 milliards $ | 8,6 milliards $ | 2,6 milliards $ | 910 millions $ | 3,6 milliards $ | 1,8 milliard $ | 200 millions $ | 24,7 milliards $ |
| C \| Fluvial (aujourd'hui) | 2,6 milliards $ | 3,8 milliards $ | 1,6 milliard $ | 880 millions $ | 7,7 milliards $ | 4,6 milliards $ | 1,6 milliard $ | 22,9 milliards $ |
| D \| Fluvial (Année 2100) | 6,6 milliards $ | 7,6 milliards $ | 2,9 milliards $ | 1,2 million $ | 7,7 milliards $ | 5,0 milliards $ | 1,6 milliard $ | 32,7 milliards $ |

Le tableau 5.1 résume les projections de pertes économiques pour tous les types de pertes comprises dans cette évaluation de vulnérabilité, dans toute la région, en fonction d'une inondation de plus longue durée : une inondation côtière de deux semaines (scénarios A et B) ou une inondation du fleuve Fraser de quatre semaines (scénarios C et D).

Remarques

[1] Les projections de pertes liées aux bâtiments englobent le coût de la réparation ou du remplacement des bâtiments résidentiels, commerciaux, industriels et publics/institutionnels endommagés ou détruits par une inondation et comprennent les pertes liées aux stocks, à la réinstallation et aux salaires.

[2] Il s'agit des recettes provenant des retards et des annulations dans le transport de marchandises.

[3] Les sous-stations électriques sont comprises dans les infrastructures.

[4] Ces pertes comprennent les bâtiments et équipements agricoles endommagés ou détruits, les pertes de ventes à la ferme et les coûts de replantation.

## 5.3.4 Stratégies de réduction des risques d'inondation

La gestion des risques d'inondation en Colombie-Britannique repose sur les quatre piliers de la gestion des catastrophes, à savoir : i) la planification et la préparation, ii) la prévention et l'atténuation, iii) l'intervention et iv) le rétablissement (Abbott et Chapman, 2018), et fait intervenir une multitude d'acteurs, notamment les gouvernements fédéral et provincial, les administrations locales, les Premières Nations, les organismes non gouvernementaux, les services publics, les établissements d'enseignement et le secteur privé (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2021a). Les municipalités sont souvent les principaux moteurs de la gestion des risques d'inondation (Auditor General of British Columbia, 2018). Par exemple, les décisions relatives à l'utilisation des terres (qui sont essentielles pour la prévention et la réduction des risques) relèvent généralement de la compétence des municipalités, des districts régionaux et/ou des Premières Nations, tout comme la création de plans directeurs pour les eaux pluviales, qui ont été un premier exemple d'adaptation dans la province. Les efforts de gestion des risques d'inondation sont soutenus par des chercheurs de tout le pays (p. ex. les lignes directrices de conception préparées par l'Association canadienne de normalisation et le Conseil national de recherches du Canada, et les projets de recherche à grande échelle de la Pacific Institute for Climate Solutions visant à créer une approche stratégique de l'adaptation côtière en Colombie-Britannique) (Pacific Institute for Climate Solutions, 2021). Voir le tableau 4.2 du chapitre Ressources en eau pour une liste des ressources nationales et provinciales relatives à la gestion des risques d'inondation.

### 5.3.4.1 Systèmes fluviaux

Les basses-terres continentales de la Colombie-Britannique contiennent 600 km de digues et 100 stations de pompage (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2018b). Ces infrastructures ont été conçues pour réduire les inondations associées au fleuve Fraser et aux zones côtières, mais elles ne sont pas suffisantes dans tous les cas (Northwest Hydraulic Consultants, 2016a). La stratégie de gestion des inondations des basses-terres continentales (Fraser Basin Council, 2016) a donné lieu à la création de plusieurs cartes destinées à soutenir la planification et la préparation dans les basses-terres continentales (Fraser Basin Council, 2019).

Le B.C. River Forecast Centre surveille les risques d'inondation fluviale dans la province et émet des conseils, des veilles et des avertissements, le cas échéant (B.C. River Forecast Centre, 2021). Ces mécanismes d'alerte précoce sont complétés par des mécanismes d'intervention en cas d'urgence tels que GeoBC et le portail COP (Common Operating Picture) de Emergency Management BC. Ces ressources provinciales fournissent des informations de SIG d'urgence et constituent le principal mécanisme d'affichage des données d'intervention d'urgence en temps réel pour le personnel de gestion des urgences de la Colombie-Britannique, et elles ont été utilisées lors d'incendies de forêt et d'inondations (Emergency Management B.C., 2019).

En 2018, le vérificateur général de la Colombie-Britannique a conclu que le gouvernement provincial pourrait ne pas être en mesure de gérer efficacement le risque croissant d'inondation posé par les changements climatiques (Auditor General of British Columbia, 2018). Aucune recherche existante n'évalue l'écart d'adaptation à tous les ordres de gouvernement en ce qui concerne les inondations en Colombie-Britannique.

### 5.3.4.2 Littoral

De nombreuses administrations municipales et régionales participent à des activités de planification qui visent à gérer les risques d'inondation côtière (Chang et coll., 2020). La protection, l'adaptation et le retrait sont les approches générales d'adaptation utilisées pour réduire les risques d'élévation du niveau de la mer (voir la figure 5.6). Ces approches sont les mieux comprises, comme en témoigne le recueil produit lors de l'élaboration de la North Shore Sea Level Rise Adaptive Management Strategy (Kerr Wood Leidal, 2020). Le retrait aménagé au moyen d'un rachat volontaire est une stratégie importante qui comporte souvent une charge politique et émotionnelle (Rutledge, 2017; Gibbs, 2016), et qui, pour être efficace, doit prendre en compte l'efficacité, l'acceptabilité sociale et la faisabilité politique (Thistlethwaite et coll., 2020). L'exemple le plus marquant en Colombie-Britannique vient de Grand Forks, qui a obtenu un financement du Fonds d'atténuation et d'adaptation en matière de catastrophes d'Infrastructure Canada, en partie pour acheter des propriétés situées dans des plaines inondables (Gouvernement du Canada, 2019).

La planification de l'utilisation des terres peut empêcher le développement dans les zones vulnérables à l'élévation du niveau de la mer. La politique de la ville de Surrey visant à réglementer le développement dans les plaines inondables de la rivière Serpentine et Nicomekl en est un exemple. Cette politique restreint le lotissement dans la plaine inondable afin de limiter le nombre d'entreprises et de résidences exposées. Combinée à l'exigence en matière de permis d'aménagement en zone dangereuse de la ville (Ville de Surrey, 2022), la politique garantit que les personnes qui habitent ou reconstruisent un bâtiment dans la plaine inondable verront leurs bâtiments construits à des élévations sûres. La compréhension des risques d'inondation et la planification de l'utilisation des terres qui en découle sont les fondements de cette stratégie (voir l'étude de cas 5.2).

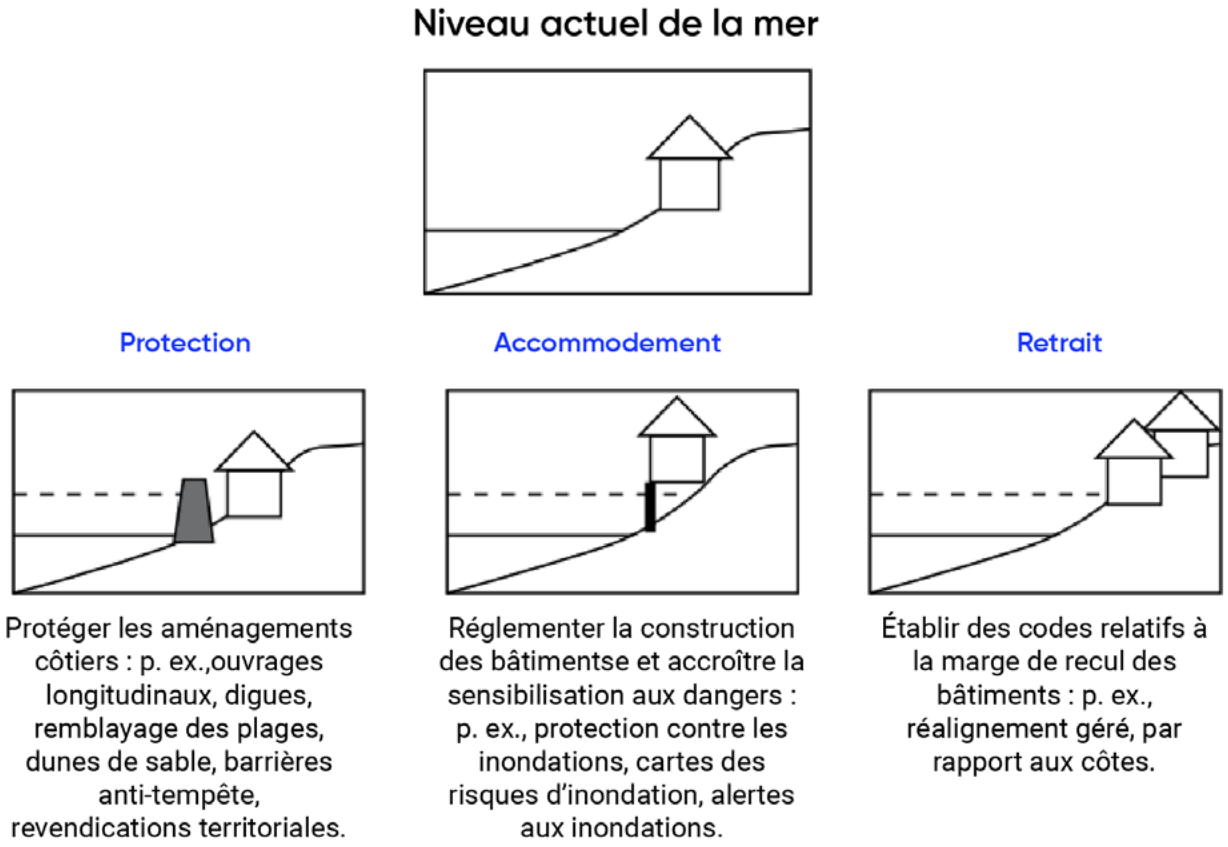



Figure 5.6 : Représentation schématique des interventions en matière de protection, d'adaptation et de retrait face à l'élévation du niveau de la mer. Source : Mercer Clarke et coll., 2016, modifié à partir de Linham et Nicholls, 2010, basé sur GIEC, 1990.

En 2019, le gouvernement de la Colombie-Britannique a mis à jour ses directives sur la gestion du territoire en cas d'inondation pour préciser que tous les lots créés par un lotissement doivent avoir des chantiers de construction viables sur le sol naturel qui sont au-dessus du niveau de construction par rapport aux inondations de l'année 2100 (en considérant une élévation de 1,0 m du niveau de la mer). On peut en voir un exemple dans l'aménagement de Harbourside de North Vancouver, qui a dû surélever l'ensemble du site de 1,5 mètre et stabiliser l'estran (Richter, 2020).

Bien que des défenses artificielles (p. ex. les digues, les portes à marée et les stations de pompage) soient souvent essentielles pour protéger les personnes, les biens et les infrastructures (Doberstein et coll., 2019), les planificateurs envisagent également l'utilisation de solutions fondées sur la nature qui peuvent être adaptées aux conditions locales, en partie en raison de leur rentabilité potentielle et pour les avantages conjoints qu'elles procurent (voir également le chapitre Services écosystémiques; Reguero et coll., 2018). De nombreuses collectivités côtières parmi les plus peuplées de la région de la mer de Salish ont fait l'objet d'évaluations concernant leur potentiel local en matière d'infrastructure verte, ainsi que la vulnérabilité de l'infrastructure verte elle-même. Les résultats indiquent que les infrastructures vertes côtières peuvent offrir

des avantages élevés en matière de protection du littoral (Conger et Chang, 2019). Ces approches sont parfois complétées par des solutions qui s'appuient sur les connaissances autochtones. Par exemple, les chercheurs explorent actuellement les nombreux avantages conjoints que procurent les jardins de palourdes pour l'adaptation côtière (p. ex. par l'atténuation des vagues) (Lokman et Tomkins, 2020).

Les décisions relatives à l'adaptation des zones côtières nécessitent souvent une collaboration entre les différents ordres de gouvernement et les Premières Nations. Les secteurs riverains, par exemple, relèvent de la compétence du gouvernement de la Colombie-Britannique pour l'administration des approbations des terres de la Couronne, et de la compétence du gouvernement du Canada pour l'évaluation des impacts sur les pêches et les eaux navigables (West Coast Environmental Law, 2018). Le plan d'élévation du niveau de la mer de la ville de Vancouver s'appuie sur les protocoles et les exigences traditionnels de débarcadère pour canots Musqueam, un processus qui a exigé beaucoup d'investissements dans l'établissement de la confiance et la collaboration.

La capacité des administrations locales à répondre à l'évolution des conditions côtières varie considérablement, tout comme le niveau de financement et de soutien à l'adaptation côtière et à la réduction de la vulnérabilité. Les grandes municipalités comme Vancouver, Surrey et Victoria ont été en mesure de trouver ou d'obtenir des fonds, tandis que les petites collectivités comptent souvent sur le soutien des ordres de gouvernement supérieurs lorsqu'il est disponible (Chang et coll., 2020). En outre, les administrations locales n'ont pas compétence sur l'emplacement de certains types d'infrastructures essentielles, comme les chemins de fer, les ports, les aéroports, les infrastructures hydroélectriques, les pipelines, les gares maritimes et les autoroutes. Ces infrastructures sont souvent situées dans des plaines inondables, ce qui les expose à des risques d'inondation et nécessite des efforts d'adaptation concertés (Nyland et Nodelman, 2017).

#### 5.3.4.3 Urbain

Les administrations municipales gèrent les eaux pluviales depuis de nombreuses décennies et ont généralement une idée de leurs vulnérabilités et de leurs priorités, généralement par l'entremise de plans directeurs pour les eaux pluviales. La plupart de ces travaux sont soutenus par des conseils et des financements provenant d'autres niveaux de gouvernement et ont donné lieu à des plans directeurs intégrés pour les eaux pluviales et à diverses améliorations des infrastructures (Ville de Surrey, 2022).

L'aménagement à faible impact écologique (AFIE) peut améliorer de manière significative la gestion des eaux pluviales (voir le chapitre Villes et milieux urbains). Lorsque des caractéristiques d'AFIE sont appliquées dans un quartier, les débits d'orage sont réduits, la qualité de l'eau est améliorée et les débits de base dans les ruisseaux sont maintenus ou améliorés par rapport aux traitements conventionnels des eaux pluviales (Dagenais et coll., 2014). Les jardins de pluie, les toits verts, les galeries d'infiltration, les rigoles de drainage végétales, l'enrichissement du sol, le débranchement des descentes pluviales, le nivellement des terrains et les citernes/systèmes de rétention sur le terrain sont des exemples typiques d'AFIE utilisés dans les collectivités de la Colombie-Britannique. La Municipal Natural Assets Initiative aide de plus en plus les municipalités à développer des infrastructures résilientes et à long terme, tout en réalisant des économies substantielles par rapport aux options d'adaptation technique (voir l'étude de cas 2.2 dans le chapitre Villes et milieux urbains; voir également le chapitre Services écosystémiques).

## 5.3.5 Principaux défis et possibilités

En 2018, le vérificateur général de la Colombie-Britannique a constaté que les administrations locales ont besoin d'un soutien financier plus important, de données et de connaissances plus fiables, de politiques et de plans plus solides de la part des gouvernements fédéral et provincial, et de ressources humaines supplémentaires pour améliorer la gestion des risques d'inondation (Auditor General of British Columbia, 2018). Une étude de cas réalisée à Vancouver et à Surrey a permis de cerner les cinq obstacles suivants à une adaptation efficace : une collaboration inadéquate, l'absence de leadership politique de haut niveau, le manque de sensibilisation du public, des capacités financières et en personnel insuffisantes et un mauvais alignement des politiques au sein et entre les ordres de gouvernement (Oulahen et coll., 2018).

Parmi les défis supplémentaires auxquels sont confrontées les collectivités dans leur gestion de l'augmentation des risques d'inondation, on peut citer :

- La **gouvernance :** Un rapport désormais important, publié avant les inondations de novembre 2021, proposait un nouveau modèle de gouvernance des risques d'inondation en Colombie-Britannique (Ebbwater Consulting, 2021) et les inondations de novembre 2021 ont créé un niveau d'activité important à tous les ordres du gouvernement. Toutefois, au moment de la rédaction du présent document, les résultats de ces activités n'étaient pas connus.
- La **disponibilité des données :** De nombreuses mesures d'adaptation, en particulier celles qui impliquent des solutions techniques, nécessitent des données de haute qualité et une analyse rigoureuse des options. Une enquête menée auprès de 72 collectivités de la Colombie-Britannique a révélé que seulement 31 % d'entre elles avaient accès à des cartes de plaines inondables créées à l'aide du LiDAR (B.C. Real Estate Association, 2015). Le Columbia Basin Trust a récemment obtenu un financement de 2 millions de dollars pour réaliser une cartographie LiDAR de la région.
- Les **compromis controversés :** Les efforts des collectivités pour s'adapter à l'élévation du niveau de la mer peuvent se concentrer sur un intérêt communautaire particulier, comme la protection des résidences privées ou une ressource économique importante, comme un port. Lors de l'exploration des options visant à réduire les risques d'inondation, il est important d'équilibrer les objectifs basés sur une compréhension plus large des valeurs communautaires (Educating Coastal Communities About Sea Level Rise, 2019; Capital Regional District, 2015).
- Les **conséquences financières importantes :** Les coûts de l'action et de l'inaction seront élevés, et les collectivités ne peuvent généralement pas se permettre de réduire tous les aspects du risque climatique ni de construire en fonction du pire scénario. Le coût estimé de l'installation d'une digue peut être de l'ordre de 33 000 dollars par mètre linéaire, alors qu'une approche plus naturelle de la protection du littoral est estimée entre 10 000 et 14 000 dollars par mètre linéaire (Lamont et coll., 2014). Bien qu'inférieurs, les coûts de ce type d'approche demeurent élevés pour le budget d'une petite collectivité. Par exemple, la ville de Qualicum Beach, sur l'île de Vancouver, couvre environ trois kilomètres de littoral dans son secteur riverain central, dont la protection par des méthodes naturelles coûterait au moins 30 millions de dollars. La mise en œuvre de ces mesures nécessite donc généralement des contributions des ordres supérieurs de gouvernement ou un financement externe (notamment de la part d'organisations telles que la Fédération canadienne des municipalités) pour aider à la planification, à la conception et à la construction.

- La **mise en œuvre à court et à long terme :** L'adaptation est un processus continu. Les actifs sont conçus pour des durées de vie de plusieurs décennies et il est important de reconnaître que le climat continuera à changer tout au long de cette période, posant ainsi des risques pour la performance des actifs. Une pratique émergente est l'incorporation du risque climatique dans la planification officielle de la gestion des actifs, un processus pour lequel il existe des directives (voir le chapitre Ressources en eau; Asset Management B.C., 2018). Dans d'autres situations, il peut être possible de concevoir pour un avenir climatique moins lointain, où l'incertitude est réduite et où l'actif peut être modifié dans le cadre d'un entretien ou d'une mise à niveau planifié, si nécessaire.

## Étude de cas 5.2 : Stratégie d'adaptation aux inondations côtières de la ville de Surrey

En tant que collectivité côtière, la ville de Surrey (en Colombie-Britannique) devrait subir davantage d'inondations à l'avenir en raison des changements climatiques (p. ex. élévation du niveau de la mer et modification du régime des précipitations) et de la topographie basse de la région (voir la figure 5.7). Environ 20 % des terres de la ville de Surrey se trouvent dans une plaine inondable côtière. Plusieurs secteurs sont menacés par les inondations, notamment l'agriculture, les loisirs et les transports (voir l'étude de cas 7.8 dans le chapitre Impacts sur les secteurs et mesures d'adaptation), ainsi que les infrastructures, les collectivités et les économies locales et régionales. La ville avait besoin d'une stratégie d'adaptation globale qui prenne en compte les répercussions des changements climatiques sur les différents secteurs et intervenants, examine les différentes options et solutions d'adaptation, et identifie les orientations stratégiques à long terme, ainsi que les mesures à plus court terme qui pourraient être utilisées par de multiples intervenants pour gérer collectivement les répercussions des changements climatiques et s'y adapter. Pour répondre de manière proactive à ces besoins, la ville a élaboré une stratégie d'adaptation aux inondations côtières (Ville de Surrey, 2019).



Figure 5.7 : Zone côtière de Surrey, Colombie-Britannique. La photo est une gracieuseté de la Ville de Surrey

L'équipe du projet de la stratégie d'adaptation aux inondations côtières comprenait des experts de plusieurs disciplines; le processus a été dirigé par un comité directeur pluriministériel, et les partenariats avec des organisations externes ont joué un rôle clé tout au long des cinq phases du projet. Ce travail de collaboration s'est appuyé sur des analyses techniques rigoureuses – notamment la modélisation de l'étendue, de la profondeur et de la vitesse des inondations actuelles et futures – et sur des évaluations de la vulnérabilité des infrastructures.

Outre la conception de solutions techniques complexes pour la résistance aux inondations côtières, la planification de l'adaptation côtière implique souvent de prendre des décisions difficiles concernant des biens précieux, des fonds publics et l'avenir des collectivités existantes. Afin d'équilibrer ces compromis, la stratégie d'adaptation aux inondations côtières a remis en question la pratique de longue date qui consistait à laisser les décisions en matière de gestion des inondations dans le seul domaine des ingénieurs professionnels, et a plutôt cherché à intégrer les voix des collectivités et des intervenants dans le processus décisionnel. Pour parvenir à une véritable mobilisation du public, le processus a incorporé une prise de décision structurée et la planification de scénarios d'impact (Ville de Surrey, 2019). Cette approche a permis d'intégrer les valeurs communautaires partagées dans l'élaboration d'un plan inclusif soutenu par le public et les politiques. Au cours du processus de planification de trois ans, plus de 30 organisations, organismes et gouvernements, y compris les Premières Nations, ont participé au projet. Plus de 2 000 résidents et autres

intervenants ont participé à des ateliers, à des journées portes ouvertes, à des groupes de discussion, à des enquêtes sur le projet et à d'autres événements de mobilisation. Les communications liées à la stratégie d'adaptation aux inondations côtières ont généré plus de 250 000 impressions sur les médias sociaux, une importante couverture médiatique nationale et près de 4 000 visionnements des vidéos du projet.

Les orientations stratégiques en matière d'adaptation ont été élaborées au moyen d'un processus itératif de conception adaptative. Au départ, plus de 20 concepts d'adaptation ont été élaborés conjointement avec la collectivité, des intervenants professionnels et des partenaires universitaires. Ces concepts ont été évalués du point de vue de leur faisabilité au moyen des valeurs déterminées par la collectivité comme critères et présentés aux intervenants pour obtenir d'autres commentaires et établir des priorités (voir la figure 5.8; Ville de Surrey, 2018a). Les orientations stratégiques à long terme sélectionnées ont ensuite permis de sélectionner 46 mesures à mettre en œuvre au cours des 80 prochaines années.

La mise en œuvre des mesures de la stratégie d'adaptation aux inondations côtières exigera la participation de nombreux services de la ville de Surrey, d'organismes extérieurs, des ordres de gouvernement supérieurs et d'organisations communautaires. La stratégie est un exemple de la façon dont une approche de planification proactive et axée sur la collectivité a permis de créer les partenariats et l'adhésion nécessaires pour faire progresser 13 grands projets d'infrastructure évalués à 187 millions de dollars, dont 76,6 millions de dollars de financement du gouvernement du Canada par l'entremise du Fonds d'atténuation et d'adaptation en matière de catastrophes. Ces projets répondent à des besoins prioritaires au sein de la collectivité et comprennent l'utilisation d'approches innovantes, telles que des solutions fondées sur la nature.

| | Ligne de base – aucune adaptation | Conventions actuelles | Barrière de Mud Bay | Réalignement de l'autoroute 99 | Retrait géré |
|---|---|---|---|---|---|
| **Critères de valeurs** | | | | | |
| **Résidents** *Personnes déplacées de façon permanente* | Bien pire | Légèrement pire | Aucun changement | Légèrement pire | Bien pire |
| **Agriculture** *Perte permanente de terres agricoles* | Bien pire | Légèrement pire | Aucun changement | Légèrement pire | Bien pire |
| **Environnement** *Impacts sur les habitats des zones humides, les habitats des poissons d'eau douce et les zones riveraines* | Modérément pire | Bien pire | Bien pire | Légèrement mieux | Bien mieux |
| **Infrastructures** *Pourcentage de services/infrastructures de transport rendus vulnérables* | Bien pire | Aucun changement | Aucun changement | Aucun changement | Légèrement pire |
| **Économie** *Revenus* | Bien pire | Légèrement pire | Aucun changement | Légèrement pire | Modérément pire |
| **Loisirs** *Diversité des possibilités de loisirs* | Bien pire | Aucun changement | Légèrement pire | Légèrement mieux | Modérément mieux |
| **Culture** *Opportunités pour les pratiques traditionnelles* | Légèrement pire | Aucun changement | Modérément pire | Aucun changement | Aucun changement |
| **Impact et risque d'échec** | | | | | |
| **Risque global** | Très élevée | Très élevée | Très élevée | Moyenne | Très faible |
| **Critères de coûts** | | | | | |
| **Coût d'investissement** | – | 100 millions à 1 milliard de dollars | Plus de 4 milliard de dollars | 1 milliard à 4 milliards de dollars | 1 milliard à 4 milliards de dollars |
| **Coût de fonctionnement et d'entretien** | Plus de 10 millions de dollars | Plus de 10 millions de dollars | 1 million à 10 millions de dollars | 1 million à 10 millions de dollars | Moins de 1 million de dollars |
| **Autres coûts d'infrastructure** | Plus de 100 millions de dollars | 10 millions à 100 millions de dollars | Moins de 10 millions de dollars | 10 millions à 100 millions de dollars | Plus de 100 millions de dollars |
| **Coût d'adaptation futur** | 1 milliard à 4 milliards de dollars | 1 milliard à 4 milliards de dollars | 1 milliard à 4 milliards de dollars | 1 milliard à 4 milliards de dollars | Moin de 100 millions de dollars |

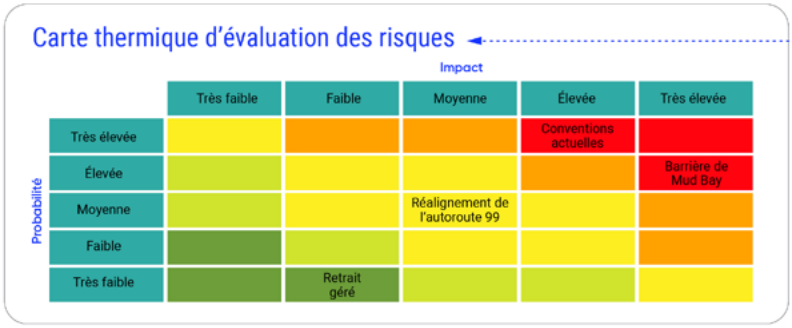



Figure 5.8 : La stratégie d'adaptation aux inondations côtières de la ville de Surrey a été élaborée à l'aide de graphiques qui ont extrait des informations techniques complexes et facilité une véritable mobilisation du public et des intervenants. On trouvera ici un exemple de matrice d'évaluation des options d'adaptation présélectionnées pour Mud Bay, l'une des trois zones d'étude de la stratégie d'adaptation aux inondations côtières. Source : Ville de Surrey, 2018b.

### 5.3.6 Conclusions

Les changements climatiques entraînent une augmentation des risques d'inondation dans la majeure partie de la Colombie-Britannique. En plus des événements de haut débit, les changements dans le moment et la durée de l'étiage d'été-automne, l'augmentation des températures de l'eau auront probablement un impact négatif sur les écosystèmes. La Colombie-Britannique est exposée à des risques d'inondations fluviales, côtières et urbaines, et un certain nombre de stratégies, de mesures d'adaptation et de processus de gouvernance sont en place pour réduire ces risques. Toutefois, un certain nombre de défis majeurs sont présents et représentent des domaines d'action urgents compte tenu du niveau de risque encouru. Les inondations de novembre 2021 ont souligné l'importance d'améliorer la gouvernance des risques d'inondation en Colombie-Britannique.

## 5.4 Les changements climatiques ont des répercussions sur les forêts de la Colombie-Britannique

**Les changements climatiques affectent profondément les forêts de la Colombie-Britannique, ainsi que les collectivités et les infrastructures situées dans les régions forestières. Le risque de perturbation par les incendies et les ravageurs augmente en raison des changements climatiques, ce qui a une incidence sur la productivité des forêts, l'habitat de la faune sauvage, la biodiversité et les écoservices. Les mesures visant à renforcer la résilience des forêts n'en sont qu'à leurs débuts, puisque les politiques, les orientations opérationnelles et les outils nécessaires sont en cours d'élaboration.**

*Les forêts sont d'importantes ressources économiques, récréatives et culturelles pour la population de la* Colombie-Britannique *et elles abritent un grand nombre d'espèces. Les principales répercussions des changements climatiques dans les régions forestières sont l'augmentation de l'incidence des incendies de forêt, les éclosions de ravageurs, le stress hydrique et l'introduction de nouvelles maladies. Les changements dans les perturbations et la productivité des forêts entraînent des modifications de l'habitat de la faune, de la biodiversité et des écoservices, tels que l'approvisionnement en eau, la fourniture de bois et le stockage du carbone. L'adaptation des pratiques de gestion forestière est essentielle et implique de comprendre les besoins en renseignements sur les changements climatiques des différents utilisateurs, ainsi que leurs capacités à appliquer ces informations dans la prise de décision, et dans l'élaboration et la mise en œuvre d'outils, tels qu'Intelli-feu.*

## 5.4.1 Introduction

Les ressources forestières de la Colombie-Britannique constituent la base de l'industrie forestière qui apporte une contribution importante à l'économie provinciale et locale. En 2018, la valeur totale des expéditions manufacturières du secteur forestier de la Colombie-Britannique était d'un peu moins de 18,4 milliards de dollars, dont près de 14,9 milliards de dollars en exportations (l'industrie forestière est le principal secteur d'exportation de la Colombie-Britannique) (Forestry Innovation Investment, 2019). Plus de 52 000 personnes sont employées dans ce secteur qui, en 2018, a contribué à hauteur de 2,9 % au PIB de la province et à un peu moins d'un milliard de dollars aux recettes provinciales (Forestry Innovation Investment, 2019).

La diversité des écosystèmes et des espèces reflète la diversité des climats en Colombie-Britannique, qui peuvent varier considérablement sur des plages relativement étroites d'élévation et de distances horizontales (Moore et coll., 2010; Meidinger et Pojar, 1991). Ces écosystèmes fournissent un large éventail de services à la société. Les changements climatiques pourraient faire en sorte que les espèces d'un lieu donné ne soient pas adaptées à leur nouveau climat (Wang et coll., 2012; Aitken et coll., 2008; O'Neill et coll., 2008). En ce qui concerne les peuplements et les paysages, les changements climatiques pourraient entraîner un risque accru de perturbation par la sécheresse, les incendies, les insectes, les maladies et la perte de productivité (voir le chapitre Impacts sur les secteurs et mesures d'adaptation; Dymond et coll., 2016; Haughian et coll., 2012; Sturrock et coll., 2011; Woods et coll., 2010), ainsi que des modifications des régimes hydrologiques et des ressources aquatiques (Pike et coll., 2010).

Les changements climatiques auront des conséquences sociales, culturelles et économiques importantes pour la province (Abbott et Chapman, 2018). L'adaptation des pratiques de gestion forestière permettra de réduire au minimum les répercussions négatives des changements climatiques et de tirer parti des avantages potentiels (Auditor General of British Columbia, 2018; Spittlehouse, 2005). Cependant, des défis existent pour transformer les connaissances en actions (Shannon et coll., 2019).

## 5.4.2 Impacts biophysiques

La sylviculture doit faire face à la fois aux impacts à court terme – essentiellement liés aux changements dans les régimes de perturbation – et aux changements à plus long terme dans la composition, la structure et la productivité des forêts. Des changements dans les biens et services des écosystèmes, tels que la fourniture de bois, l'eau, la biodiversité, la séquestration du carbone, et dans les valeurs culturelles et sociales associées aux forêts en résulteront directement. La direction de ces changements dépendra de nombreux facteurs, notamment de l'expansion ou de la contraction de l'aire de répartition d'un écosystème, d'autres changements induits par le climat qui modifient les processus forestiers (p. ex. la régénération, la sensibilité aux parasites et aux agents pathogènes), et de facteurs non climatiques (p. ex. les méthodes de gestion). Non seulement il y aura moins de prévisibilité, mais on s'attend à des changements dans les limites des écosystèmes, la structure des forêts et l'incidence des perturbations (Fettig et coll., 2013; Haughian et coll., 2012).

L'augmentation des températures et la diminution des précipitations estivales ont déjà provoqué une hausse de la durée de la saison des incendies de forêt et l'apparition de conditions à haut risque d'incendie dans certaines parties de la Colombie-Britannique (Kirchemeier-Young et coll., 2019), ce qui a des répercussions sur la santé humaine, la valeur des propriétés et l'approvisionnement en bois (Abbott et Chapman, 2018,). Par exemple, les saisons des incendies de forêt de 2017 et de 2018 ont chacune établi des records, le premier pour le plus grand nombre de bâtiments détruits et de personnes évacuées et le second, pour la plus grande superficie brûlée en une année, dépassant le record de l'année précédente (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2019a, b). Des dizaines de milliers de personnes ont été évacuées et les problèmes de santé (p. ex. problèmes respiratoires, stress), les dommages matériels et les dépenses liées à la lutte contre les incendies qui en ont résulté ont été généralisés (Abbott et Chapman, 2018). Ces incendies ont également entraîné une réduction des estimations de l'approvisionnement en bois à moyen terme dans la région de Cariboo en Colombie-Britannique (B.C. Ministry of Forests, Lands, Natural Resource Operations and Rural Development, 2018b). En 2021, une saison d'incendies de forêt extrêmement difficile a mené à la déclaration d'un état d'urgence provincial le 21 juillet 2021, qui est resté en vigueur pendant 56 jours, jusqu'au 14 septembre 2021 (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2021b).

L'augmentation des perturbations causées par les incendies, les insectes, les maladies et le stress hydrique correspond à une augmentation de l'exploitation forestière de récupération pour rétablir une certaine valeur du bois. Sur un certain nombre d'années, ces perturbations peuvent également causer une réduction de la productivité de la forêt et du bois disponible pour la récolte (Metsaranta et coll., 2011). Les pratiques de gestion existantes peuvent avoir des conséquences inattendues : la protection de l'approvisionnement en bois par l'extinction des incendies, combinée à des conditions climatiques changeantes, peut avoir préparé le terrain pour l'épidémie de dendroctone du pin ponderosa dans les années 2000, qui a dévasté environ 60 % des forêts de pins matures de l'intérieur de la Colombie-Britannique (Carroll, 2017). Celle-ci a entraîné une augmentation à court terme des niveaux de récolte pour promouvoir la récupération, malgré les diminutions prévues des niveaux de récolte à plus long terme (voir la figure 5.9). La construction de routes associée à l'intensification de l'exploitation a modifié les conditions d'habitat pour la faune et d'autres espèces (Bunnell et coll., 2011), ce qui peut aggraver l'influence des changements climatiques sur l'habitat de la faune et les couloirs de migration (Stralberg et coll., 2019). Les changements climatiques devraient également avoir un impact sur les opérations. Par exemple, une saison hivernale plus courte augmente les coûts en réduisant la période disponible pour la construction de routes et le transport, et le moment où l'exploitation forestière peut avoir lieu sur des sols plus sensibles (Kuloglu et coll., 2019). D'autres insectes et maladies endémiques aux forêts de la Colombie-Britannique pourraient devenir plus importants à l'avenir (Fettig et coll., 2013; Sturrock et coll., 2011; Woods et coll., 2010), ce qui pourrait avoir des conséquences négatives similaires sur la productivité du bois et les niveaux de récolte.

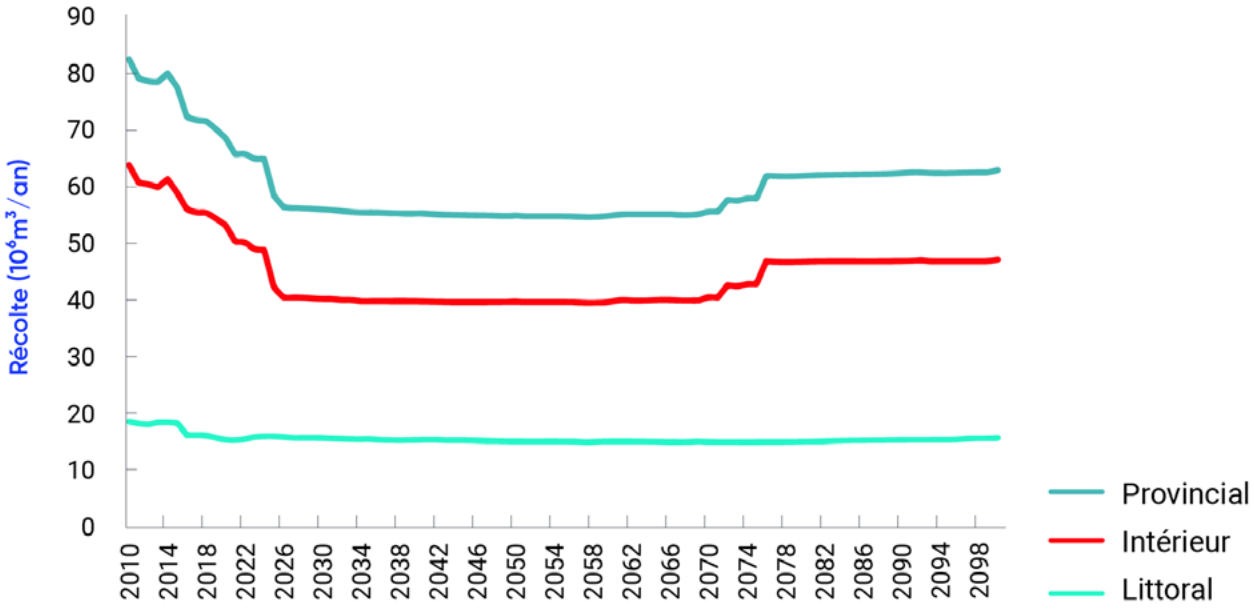



Figure 5.9 : Prévision de l'approvisionnement provincial en bois jusqu'en 2100, y compris des données propres aux régions intérieures et côtières de la Colombie-Britannique. Cette analyse prévoit une diminution de l'approvisionnement en bois d'environ 58 millions de mètres cubes par an d'ici 2025, en raison de la mortalité causée par l'épidémie de dendroctone du pin ponderosa. Les prévisions d'approvisionnement en bois font état d'une augmentation de 65 à 70 millions de mètres cubes par an en 2075, bien qu'elles ne tiennent pas compte des répercussions potentielles des changements climatiques sur la survie et la croissance des arbres ou de l'augmentation des perturbations. Source : Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2018c.

Des changements à plus long terme dans la productivité et la structure des forêts se produiront à mesure que la distribution géographique des écosystèmes se déplacera en réponse aux conditions climatiques changeantes. Les changements de température, de régime de précipitations et d'autres variables climatiques peuvent signifier que les plantes et les animaux d'une zone donnée sont exposés à des conditions qui ne correspondent pas à leur climat optimal. D'ici 2050, les climats typiques des prairies, des forêts intérieures sèches et des forêts continentales humides de cèdres et de pruches s'étendront considérablement; les zones climatiques adaptées aux forêts pluviales côtières resteront relativement stables; et les zones climatiques boréales, subalpines et alpines diminueront considérablement (voir la figure 5.10; Wang et coll., 2012). Certains régimes climatiques qui ne se produisent pas actuellement en Colombie-Britannique sont susceptibles de se produire d'ici la fin du siècle (Mahoney et coll., 2018). Cela complique la sélection d'espèces et de provenances mieux adaptées au climat futur anticipé, car il n'y a pas d'exemples d'espèces d'arbres ou de provenances désirées qui poussent dans de tels climats en Colombie-Britannique, bien qu'il puisse y en avoir sur d'autres territoires.

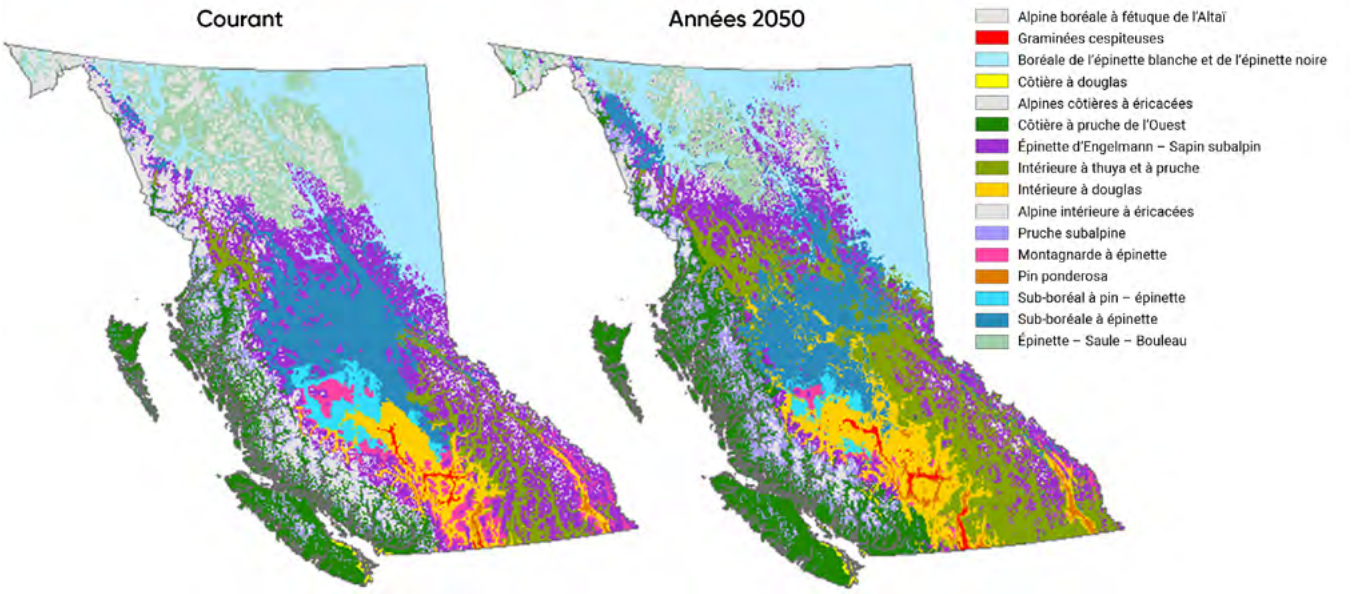



Figure 5.10 : Distribution des 16 zones de classification des écosystèmes biogéoclimatiques, pour la période 2001–2009 et telles que projetées pour les années 2050 sur la base des prédictions consensuelles avec le meilleur accord type parmi 20 scénarios de changements climatiques. Source : Université de la Colombie-Britannique, 2022; Wang et coll., 2012.

Les changements écosystémiques ont des répercussions importantes sur le stockage du carbone. La hausse des températures de l'air et le prolongement de la saison sans neige accroissent la demande d'évaporation de la végétation et, combinés à la réduction des précipitations estivales dans le centre et le sud de la province, augmentent le risque de sécheresse, en particulier dans les milieux plus secs (B.C. Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations, 2016c; Spittlehouse, 2008). Ces changements devraient réduire la productivité des forêts, augmenter la mortalité et accroître la sensibilité aux insectes et aux maladies (Fettig et coll., 2013). La productivité des sites plus frais et plus élevés peut bénéficier de conditions plus chaudes (Dymond et coll., 2016; Williamson et coll., 2009). L'analyse des répercussions des changements climatiques sur le bilan annuel du carbone forestier au cours du prochain siècle dans le cadre de multiples scénarios climatiques indique que la réserve de bois sur pied pourrait diminuer de 26 à 62 % au cours du 21e siècle, en fonction des changements dans les taux de croissance des arbres et de la superficie annuelle incendiée (Metsaranta et coll., 2011). Cette analyse a indiqué que les forêts de la Colombie-Britannique seraient des sources de gaz à effet de serre (GES) dans le cadre de nombreux scénarios de changements climatiques, ce qui pourrait avoir des répercussions importantes sur le bilan carbone de la province. À ce titre, les stratégies de réduction des émissions de GES et d'adaptation contribueraient à réduire les répercussions des changements climatiques sur les forêts.

## 5.4.3 Renforcement de la résilience des forêts

L'importance de l'adaptation aux changements climatiques et de la résilience des forêts au Canada est reconnue depuis plus de trois décennies (p. ex. Wall, 1992; Pollard, 1991; Spittlehouse et Pollard, 1989) et constitue une priorité nationale depuis au moins 2008 (Conseil canadien des ministres des forêts, 2008). La compétence provinciale sur les ressources et les terres forestières place le gouvernement de la Colombie-Britannique dans un rôle unique pour permettre la mise en place d'un cadre dans lequel différentes parties peuvent travailler ensemble pour améliorer la résilience des forêts aux changements climatiques. Le fait d'aborder les objectifs et les valeurs de la gestion, tout en tenant compte des risques à long terme liés aux changements climatiques au niveau local, rend les plans de gestion plus robustes face à l'incertitude et aux conditions changeantes. L'augmentation proactive de la diversité des espèces au moment de la plantation peut être une mesure d'adaptation aux changements climatiques rentable (Hoff et coll., 2017; Dymond et coll., 2015, 2014). La conservation de la faune nécessite un cadre de vulnérabilité-adaptation basé sur la vulnérabilité individuelle des espèces et leur exposition aux changements climatiques, la protection des refuges, la promotion de la diversité géophysique et la connectivité des habitats (Stralberg et coll., 2019). Un défi majeur, cependant, est de traduire les concepts d'adaptation en mesures spécifiques et concrètes (Shannon et coll., 2019; Hagerman et Pelai, 2018; Halofsky et coll., 2018). Il est important d'inclure les connaissances locales dans le cadre de ce processus (Nelson et coll., 2016). Des exemples de mesures qui renforcent la résilience des forêts et des collectivités et infrastructures associées sont présentés dans les études de cas 5.3 et 5.4.

## Étude de cas 5.3 : Transfert de semences basé sur le climat et sélection des espèces en fonction des changements climatiques en Colombie-Britannique

La migration assistée peut faciliter la survie et la croissance des forêts dans un climat changeant (O'Neill et coll., 2017; Pedlar et coll., 2012; Peters, 1985). Il s'agit de reboiser les sites de récolte avec des semis d'espèces et de provenances qui sont adaptés à la survie et à la croissance dans un climat futur, tout en étant capables de résister aux conditions climatiques actuelles.

Le projet de transfert de semences basé sur le climat (CBST) a été lancé en 2012 afin de moderniser le système de sélection des lots de semences de la province de la Colombie-Britannique et de faciliter une utilisation plus large de la migration assistée pour aider à promouvoir des forêts et des écosystèmes sains, résilients et productifs dans un climat changeant (O'Neill et coll., 2017; B.C. Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations, 2012a) Le projet CBST vise à définir une distance cible et une plage de transfert pour les espèces afin de maintenir une productivité acceptable. Ce système de transfert de semences tire parti de la recherche génécologique, des données des essais de provenance, de la cartographie climatique à échelle fine, de l'amélioration des projections climatiques et des outils de génomique qui évaluent la capacité d'une semence à réussir dans les conditions climatiques futures (O'Neill et coll., 2017), et tire également parti des avantages des liens solides entre la science et la politique (Klenk, 2015; Klenk et Larson, 2015). C'est

l'un des premiers exemples au monde où un tel projet a été élaboré et mis en œuvre. L'extension de la zone de plantation du mélèze en Colombie-Britannique est un exemple de mise en œuvre de l'outil CBST (Klenk et Larson, 2015; Rehfeldt et Jaquish, 2010).

Un autre outil d'aide à la décision en cours de développement est l'outil de sélection des espèces en fonction des changements climatiques (CCISS) (Mackenzie et Mahoney, 2020). Cet outil permettra de projeter l'adéquation de différentes espèces d'arbres à planter dans des variantes d'écosystèmes et des séries de sites, telles que décrites dans le système de classification des zones biogéoclimatiques de la Colombie-Britannique (Meidinger et Pojar, 1991). Il est destiné à être utilisé en conjonction avec l'outil CBST. Alors que l'outil CBST est utilisé pour déterminer la provenance ou l'origine appropriée de l'espèce d'arbre, l'outil CCISS évaluera les déplacements potentiels des unités d'écosystème sur la base des projections climatiques, qui intègrent l'incertitude climatique. L'outil CCISS utilise également un ensemble de règles d'origine écologique qui résume les espèces les plus susceptibles de convenir dans les conditions climatiques futures prévues.

## 5.4.4 Réduction du risque d'incendie de forêt

Bien que les incendies de forêt soient un élément naturel du cycle de l'écosystème forestier, les changements climatiques entraînent une augmentation de la taille, de la fréquence et de l'intensité des incendies de forêt, et constituent une menace pour la vie humaine et les infrastructures (voir le chapitre Impacts sur les secteurs et mesures d'adaptation; Abbott et Chapman, 2018). L'évaluation préliminaire des risques liés aux changements climatiques en Colombie-Britannique a indiqué avec un degré de confiance élevé que les incendies de forêt graves constituent le risque climatique le plus élevé pour la Colombie-Britannique (B.C. Ministry of Environment and Climate Change Strategy, 2019). La science et les politiques en matière d'incendies de forêt au Canada sont mises au défi par l'évolution du comportement des incendies et la nécessité de rendre compte du rôle complexe que jouent les incendies dans les écosystèmes forestiers (Sankey, 2018). La prise de conscience croissante du fait que l'extinction historique des incendies dans certaines régions de la Colombie-Britannique conduit à la réduction de la santé des forêts et des écosystèmes (Filmon, 2003), et l'augmentation en milieu périurbain et le coût de l'extinction des incendies ont entraîné un changement d'orientation vers les activités de prévention. Parmi les facteurs qui poussent à l'action figurent les coûts associés à l'extinction des incendies, qui ont augmenté ces dernières années et devraient continuer à augmenter au fil du temps (Tymstra et coll., 2020; Stocks et Martell, 2016).

Les gestionnaires des incendies de forêt de la Colombie-Britannique et d'ailleurs ont exprimé le désir de s'éloigner de l'extinction des incendies et d'adopter une approche qui établit un équilibre entre la nécessité de rétablir la santé et la durabilité des forêts et la nécessité de réduire les impacts climatiques négatifs sur les vies humaines et la qualité de vie (Tymstra et coll. 2020). Un exemple est le programme Intelli-feu, un programme de longue date composé d'ensembles de pratiques qui réduisent les risques pour les structures et les zones environnantes, destinées principalement aux collectivités, à la restauration du régime des incendies et aux traitements ciblés du combustible (FireSmart, 2018). Malgré ces conseils, peu des renseignements sont disponibles pour guider et prioriser les décisions d'investissement des professionnels de la foresterie, des collectivités et des propriétaires fonciers concernant les activités de réduction des

incendies de forêt en dehors des résidences privées et des limites des collectivités. Les gestionnaires des incendies de forêt manquent de renseignements sur les coûts et les avantages réels des différents traitements visant à réduire les risques d'incendie de forêt dans la mesure nécessaire pour soutenir l'analyse de rentabilité de l'investissement des fonds publics (Sankey, 2018).

## Étude de cas 5.4 : Adaptation aux changements climatiques et protection contre les incendies de forêt dans une forêt communautaire

La forêt communautaire de Harrop-Procter comprend 11 300 hectares de terres de la Couronne sur la rive sud du lac Kootenay et a pour mandat de pratiquer une foresterie progressive sur le plan social et environnemental. La coopérative prône quatre valeurs principales, à savoir : 1) protéger l'eau domestique; 2) maintenir la biodiversité; 3) créer des emplois locaux; 4) protéger les collectivités contre les incendies de forêt. La coopérative vend des produits ligneux à partir de son usine de Harrop, elle est certifiée par le Forest Stewardship Council et elle est activement engagée dans la sensibilisation de la collectivité.

La protection de la collectivité contre les incendies de forêt est assurée par une évaluation des risques et par l'élaboration d'un plan de gestion visant à réduire les risques. Des cartes des unités d'écosystème, de la charge en combustible et des régimes d'humidité du sol ont été utilisées pour évaluer le risque d'incendie pour les habitations, l'approvisionnement en eau et la biodiversité. Des scénarios de changements climatiques ont été utilisés pour évaluer les changements dans le régime d'humidité du sol et le risque d'incendie. Cette évaluation permettra d'établir des priorités dans les domaines de la gestion adaptative. Les questions de gestion à prendre en compte sont les suivantes :

- Quelle quantité de la forêt faut-il couper et quelle quantité de traitement de combustible peut-on faire?
- Où exploiter en premier (p. ex. les peuplements sujets à la sécheresse, les espèces mal adaptées, le milieu périurbain)?
- Où assurer une protection (p. ex. les eaux d'amont, les zones riveraines, les forêts anciennes, les habitats fauniques)?
- Comment exploiter les forêts (p. ex. taille de l'ouverture, utilisation de coupes partielles, type de traitement de combustible)?
- Comment régénérer (p. ex. quelles espèces, quelle provenance et à quelle densité)?

Source : Leslie, 2018

## 5.4.5 Progrès en matière d'adaptation

Il existe plusieurs initiatives récentes et en cours en Colombie-Britannique pour faire progresser l'adaptation dans le secteur forestier. Le gouvernement provincial a joué un rôle important dans l'établissement d'objectifs pour la gestion des ressources et l'adaptation, dans l'élaboration d'une stratégie de lutte contre les changements climatiques (B.C. Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations, 2015) et dans la facilitation des efforts d'adaptation menés par d'autres acteurs (p. ex. les titulaires de permis, les Premières Nations, les forêts communautaires, les professionnels de la foresterie). Voici quelques exemples de programmes d'adaptation offerts par la province :

- Le Programme d'initiative de résilience communautaire, qui offre un financement provincial aux collectivités pour l'élaboration de plans communautaires de prévention des incendies de forêt et qui est administré par la First Nations Emergency Services Society (FNESS) et la Union of BC Municipalities (UMCB) (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2021c);
- Plans d'action climatique pour chaque secteur d'activité, région forestière et études pilotes sur l'évaluation des risques des changements climatiques pour les infrastructures construites dans les régions forestières, dirigées par le ministère des Forêts, des Terres, de l'Exploitation des ressources naturelles et du Développement rural de la C.-B. (B.C. Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations, 2015);
- L'initiative sur le carbone forestier, qui tient compte de la façon dont les activités visant à renforcer la résilience des forêts peuvent également servir à accroître les puits biologiques (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2021d).

Les progrès ont été importants, mais il reste encore beaucoup à faire (Auditor General of British Columbia, 2018). Les efforts ont permis de sensibiliser le public, de soutenir de nouvelles recherches sur les impacts et les options d'adaptation, et de produire des renseignements et des outils pour les gestionnaires de ressources. Parmi les exemples de renseignements et d'outils pertinents, citons les résumés climatiques et les notes de vulgarisation sur l'adaptation pour chaque région forestière (voir l'encadré 5.4), ainsi que les données climatiques mensuelles historiques et projetées à haute résolution spatiale. Cependant, cela ne s'est pas encore traduit par des changements importants au sein de l'industrie, où les pratiques restent en grande partie inchangées et les réponses apportées jusqu'à présent ont été largement réactives (p. ex. augmentation de la coupe de récupération après des perturbations) (Williamson et Nelson, 2017).

### Encadré 5.4 : Adaptation de la gestion des ressources aux changements climatiques : outils pour les exploitants forestiers

En 2016, le ministère des Forêts, des Terres et de l'Exploitation des ressources naturelles de la Colombie-Britannique a produit des notes de vulgarisation régionales pour chacune des huit régions forestières de la Colombie-Britannique qui « … informent l'adaptation de la planification et des pratiques des ressources naturelles aux changements climatiques en fournissant les meilleures informations disponibles aux

professionnels des ressources, aux titulaires de permis et au personnel du gouvernement engagés dans : la planification et les pratiques opérationnelles en vertu de la *Forest and Range Practices Act* et d'autres lois sur les ressources naturelles; la surveillance de l'efficacité des pratiques d'adaptation; l'évaluation des effets cumulatifs; et la préparation de plans d'action sur les changements climatiques » (B.C. Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations, 2016a). Chaque note décrit les projections des changements climatiques spécifiques à une région, ainsi que les impacts possibles sur les ressources forestières (p. ex. les écosystèmes, la productivité des arbres, l'hydrologie, la faune et la pêche). Les notes présentent également des stratégies d'adaptation qui reflètent les informations importantes pour la région et les meilleures informations disponibles tirées de la recherche et de la contribution des spécialistes régionaux. Les notes de vulgarisation régionales sont disponibles ici : https://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/en.htm.

Les organisations et associations professionnelles ont joué un rôle important dans la promotion de la sensibilisation et l'amélioration de la compréhension parmi leurs membres et le public. Par exemple, l'Association of BC Forest Professionals s'est engagée dans des activités liées au développement professionnel et à l'éducation, notamment en menant des enquêtes à l'échelle de la province auprès de ses membres sur leurs besoins liés à la compréhension et à l'adaptation aux changements climatiques (Nelson et coll., 2014). Les travaux des organismes non gouvernementaux comprennent l'élaboration de guides à l'intention des praticiens pour les évaluations des changements climatiques et d'autres outils destinés à soutenir la planification de l'adaptation par les gestionnaires locaux (Pearce et Krishnaswamy, 2011). Comme ailleurs, le suivi et l'évaluation sont des aspects essentiels de l'évaluation des progrès en matière d'adaptation. L'évaluation des interventions du gouvernement aux incendies de forêt et aux inondations en Colombie-Britannique est un exemple digne de mention (Abbott et Chapman, 2018).

## 5.4.6 Défis

L'un des principaux problèmes limitant les progrès en matière d'adaptation dans le secteur forestier de la Colombie-Britannique est la disponibilité des renseignements et des ressources à différentes échelles pour les différents acteurs (Price et Daust, 2019), y compris celles liées aux approvisionnements futurs en bois (voir l'encadré 5.5) et la capacité d'agir sur la base de ces renseignements (Shannon et coll., 2019; Williamson et Nelson 2017; Nelson et coll., 2016). D'autres défis concernent le degré d'intégration de l'adaptation dans les politiques et l'élaboration des politiques, ainsi que le cadre institutionnel dans lequel les tiers préparent les plans de gestion et mènent des activités sur les terres publiques.

Les défis en matière de ressources concernent les données et les renseignements, les outils, ainsi que les limitations humaines et financières. Les problèmes liés aux données concernent à la fois l'accessibilité et la résolution spatiale, car la prise de décision opérationnelle bénéficie de données à l'échelle locale (Nelson et coll., 2016). Les renseignements disponibles par l'entremise d'une série de bases de données et d'outils ne sont souvent pas sous une forme que le décideur peut facilement utiliser (Price et Daust 2019; Halofsky et coll., 2018). Bien que de nombreux outils d'aide à la décision existent, la plupart ne tiennent pas encore pleinement compte des changements climatiques (voir l'encadré 5.5). Le financement pour aider à la fourniture de renseignements dans des formats appropriés est une préoccupation commune, les solutions

étant susceptibles d'impliquer les gouvernements, les associations professionnelles et l'industrie pour augmenter la capacité d'adaptation du système de gestion forestière (Williamson et Nelson, 2017; Nelson et coll., 2016).

## Encadré 5.5 : Prévision des approvisionnements futurs en bois

En Colombie-Britannique, le processus de détermination des niveaux de récolte actuels est largement basé sur des projections de l'approvisionnement futur en bois, qui sont généralement modélisées sur une période de 100 à 200 ans. Ces modèles contiennent des estimations de la superficie des forêts, de leur inventaire, de leur croissance et de leur rendement, ainsi que des pertes attendues en raison des perturbations, qui peuvent toutes être affectées par les changements climatiques. À ce jour, cependant, les impacts futurs des changements climatiques ne sont pas pris en compte dans ces modèles. Cela suppose implicitement que ces impacts futurs resteront constants, malgré les preuves croissantes indiquant une plus grande incidence des maladies et des perturbations (Brown et coll., 2013). La Stratégie de lutte contre les changements climatiques 2021–2025 (sous presse) vise à remédier à cette lacune.

La mesure dans laquelle l'adaptation est intégrée aux politiques et à l'élaboration des politiques est souvent influencée par une série de facteurs institutionnels comprenant, par exemple, l'attribution des droits, la disponibilité de fonds publics pour gérer les risques et l'attitude du public à l'égard d'autres stratégies de gestion forestière. Les politiques formelles et informelles peuvent servir de catalyseurs ou d'obstacles à l'adaptation aux changements climatiques. Un obstacle couramment mentionné est l'absence d'utilisation obligatoire d'informations sur les changements climatiques et de scénarios de changement spécifiques dans la prise de décision (Price et Daust, 2019; Halofsky et coll., 2018). En l'absence de lois, de politiques ou de procédures opérationnelles pertinentes, les gestionnaires de ressources ne peuvent être assurés d'être soutenus dans leurs décisions d'adaptation (Nelson et coll., 2016). Dans certains cas, cela peut empêcher les décideurs d'évaluer ou de mettre en œuvre des stratégies d'adaptation.

L'approche traditionnelle cloisonnée en ce qui concerne la gestion des ressources réduit la capacité à évaluer le risque systématique (Williamson et Nelson, 2017), à déterminer les compromis potentiels et à planifier de mesures d'adaptation appropriées. Des obstacles similaires existent parfois entre les initiatives d'adaptation aux changements climatiques et de réduction des émissions de GES, empêchant ou limitant l'efficacité des mesures visant à atteindre l'un ou l'autre de ces objectifs (Williamson et Nelson, 2017). Par exemple, l'Initiative sur le carbone forestier (Forest Carbon Initiative) de la Colombie-Britannique vise à réduire les émissions de carbone et à augmenter la séquestration par la gestion forestière. Toutefois, si les facteurs de risque liés aux changements climatiques ne sont pas pleinement pris en compte lors de l'évaluation des conséquences à long terme des différentes stratégies de réduction des émissions de GES, les solutions proposées risquent d'entraîner une augmentation des coûts au fil du temps.

Le rôle du gouvernement et de l'industrie forestière est essentiel dans l'adaptation de la gestion forestière, où toutes les activités de l'industrie sont soumises aux approbations, à la conformité et à l'application du

gouvernement. Dans les cas où l'industrie exploite les terres de la Couronne, les différences de points de vue entre le gouvernement et l'industrie forestière peuvent affecter la façon dont les risques liés au climat sont évalués et les mesures incitatives de l'industrie qui peuvent contribuer à réduire ces risques (Hotte et coll., 2016). Du point de vue de l'industrie, l'un des risques associés aux changements climatiques est la possibilité d'une augmentation des coûts de gestion liés aux décisions d'adaptation prises par le gouvernement, ce qui pourrait devenir un problème pour l'industrie sur le marché mondial (Williamson et Nelson, 2017).

En ce qui concerne l'analyse économique, les défis fondamentaux comprennent l'horizon à court terme des décideurs et l'impact des taux d'actualisation sur l'évaluation du coût des impacts futurs (voir le chapitre Coûts et avantages liés aux impacts des changements climatiques et aux mesures d'adaptation). L'industrie et le gouvernement partent généralement de l'hypothèse de taux d'actualisation élevés et se concentrent sur les intérêts à court terme. Même lorsque le gouvernement applique un taux d'actualisation social plus faible, cela peut encore fortement actualiser l'avenir, réduisant les arguments en faveur d'investissements plus importants ou plus proactifs, même lorsque les risques sont importants et véritables (Williamson et Nelson, 2017).

Un dernier défi important est le fait que les territoires de récolte de bois directement gérés ne représentent qu'environ un tiers des territoires forestiers, ce qui limite l'applicabilité de nombreuses mesures d'adaptation. Par exemple, la migration assistée dans la gestion des forêts réduira la vulnérabilité des espèces d'arbres commerciales sur des sites sélectionnés. Sur les territoires aménagés, cependant, moins de 1 % des terres sont récoltées au cours d'une année (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2018c); par conséquent, même au cours des 50 prochaines années, la migration assistée ne peut influencer la direction de l'adaptation des forêts que dans une zone relativement petite de la Colombie-Britannique (Spittlehouse, 2005). Par conséquent, de nombreuses espèces forestières devront s'adapter de manière autonome, ce qui aura une incidence sur les écoservices et la société. La préoccupation immédiate est de savoir comment aborder le risque à court terme de perturbation, comme les incendies, pour la santé et le bien-être des humains dans toutes les régions forestières de la Colombie-Britannique. Ce risque constitue peut-être le plus grand défi pour les organismes de gestion en matière d'adaptation aux changements climatiques à court et moyen terme.

## 5.4.7 Conclusions

Il existe peu de preuves d'une adaptation proactive au sein de l'industrie forestière de la province, ce qui suggère un besoin d'améliorer la compréhension des risques et des occasions commerciales liés aux changements climatiques. En raison de l'immensité de la zone forestière de la Colombie-Britannique et de la longévité des espèces d'arbres, la gestion active des forêts ne peut influencer l'adaptation des forêts que dans des zones sélectionnées, et la majeure partie des terres forestières s'adaptera par des processus naturels. La société devra également s'adapter en ajustant ses attentes et ses exigences vis-à-vis des forêts.

# 5.5 L'importance de construire un secteur agricole adapté au climat

**Les changements climatiques ont déjà des répercussions sur la production alimentaire en Colombie-Britannique. Il faut poursuivre les efforts de collaboration dans toute la Colombie-Britannique pour faire progresser l'adaptation dans le secteur agricole.**

*En Colombie-Britannique, les impacts des changements climatiques touchent déjà le secteur agricole. Ces changements résultent de la modification des régimes hydrologiques, de l'évolution de l'aire de répartition et du cycle de vie des parasites, des maladies et des espèces envahissantes, ainsi que de l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des incendies de forêt. Les impacts se produisent dans l'ensemble du système alimentaire et touchent la production, la transformation et la distribution. Des programmes d'adaptation sont mis en place pour soutenir les quelque 17 500 exploitations agricoles de la province et comprennent des efforts visant à créer des plans régionaux, à fournir un financement et à favoriser la collaboration.*

## 5.5.1 Risques liés aux changements climatiques en agriculture

Le secteur agricole de la Colombie-Britannique emploie environ 63 000 personnes et produit plus de 200 denrées (B.C. Ministry of Agriculture, s.d.). En 2017, le secteur a généré environ 14,2 milliards de dollars de revenus annuels (B.C. Ministry of Agriculture, 2018). La présente section se penche sur les principaux risques pour le secteur, notamment les inondations, la réduction de la disponibilité de l'eau, les incendies de forêt et l'augmentation des parasites, des maladies et des espèces envahissantes. Pour une discussion plus approfondie sur l'agriculture et l'échelle nationale, voir le chapitre Impacts sur les secteurs et mesures d'adaptation.

### 5.5.1.1 Inondations et humidité excessive

Comme il a été décrit ci-dessus, on prévoit que les changements climatiques intensifieront le cycle hydrologique et augmenteront la variabilité des précipitations à l'échelle régionale et selon la saison (B.C. Ministry of Environment, 2016). Les projections à long terme montrent que ces tendances devraient se poursuivre (Gouvernement du Canada, s.d.), avec des précipitations regroupées dans le temps et des périodes de sécheresse plus longues, en particulier pour le sud de la Colombie-Britannique (Bonsal et coll., 2019; Zhang et coll., 2019; B.C. Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations, 2016b).

Pour l'agriculture, les précipitations saisonnières croissantes de la Colombie-Britannique présentent des défis, comme la contribution à l'intensification des crues printanières et des inondations dues au ruissellement en hiver. Les fortes précipitations et la fonte rapide des neiges peuvent provoquer de l'érosion et la lixiviation des nutriments, ce qui nuit à la santé et à la productivité des plantes (Fraser Valley Regional District, 2017). À la suite d'une grave sécheresse ou d'un incendie de forêt, l'augmentation des précipitations peut également causer de l'érosion et des inondations localisées, ce qui entraîne des pertes de récoltes et d'infrastructures (B.C. Ministry of Environment, 2016).

Pour l'agriculture, les risques d'inondation liés au ruissellement hivernal et au dégel printanier dans la vallée du Fraser sont particulièrement préoccupants, car la région représente 38 % des recettes agricoles annuelles brutes de la Colombie-Britannique (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2018a). Dans le district régional de la vallée du Fraser (DRVF), on estime qu'une inondation majeure due au dégel printanier (crue comparable à celle de 1894) entraînerait des dommages de 800 millions de dollars aux biens des producteurs et aurait un impact de 1,1 milliard de dollars sur l'économie agricole du DRVF (Northwest Hydraulic Consultants, 2016b). Les coûts agricoles potentiels dans ce scénario comprennent les dommages aux bâtiments et équipements agricoles, les mortalités de bétail et les pertes de récoltes (Northwest Hydraulic Consultants, 2016b).

Les inondations constituent également un risque important pour la production agricole ailleurs en Colombie-Britannique (B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative, 2019, 2016, 2014). Les inondations vont des phénomènes régionaux les plus importants, par exemple, la crue des rivières Kettle et Granby en 2018 (Yumagulova, 2019), à de petits phénomènes propres à des sites en particulier. Les stratégies d'adaptation agricole vont de mesures à l'échelle régionale, comme l'amélioration des endiguements et des infrastructures naturelles (p. ex. les forêts, les zones riveraines, les plaines inondables et les zones humides), à des mesures au niveau des exploitations agricoles, comme la plantation de zones tampons riveraines, l'amélioration des systèmes de drainage et l'adoption de systèmes de culture ou de production tolérants aux inondations. La mesure dans laquelle ces dispositions ont été explorées ou adoptées et le degré de représentation de l'agriculture dans les efforts d'atténuation des risques varient selon les régions.

L'élévation du niveau de la mer et les ondes de tempête constituent également des menaces d'inondation pour l'agriculture côtière, en raison du risque de rupture des digues, de salinisation des sols et d'inondation des terres agricoles (B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative, 2013). Par exemple, dans la région du Delta de la Colombie-Britannique, la plupart des terres agricoles se trouvent à deux mètres ou moins au-dessus du niveau de la mer, et les mécanismes de protection existants (digues, stations de pompage) nécessitent des mises à niveau coûteuses pour la protection contre l'élévation du niveau de la mer (Delcan Corporation, 2012). Pour les seules digues de la région élargie de la région métropolitaine de Vancouver, le coût estimé est d'environ 9,47 milliards de dollars (Delcan Corporation, 2012) et la perte de terres agricoles due à l'extension ou à l'amélioration des systèmes de digues est préoccupante.

La modernisation et l'adaptation des infrastructures et des systèmes agricoles ne représentent qu'une partie de l'adaptation aux inondations. Les mesures d'intervention en cas d'urgence (y compris le programme provincial d'urgence [Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2016]) et les mesures de rétablissement qui mettent l'accent sur la reconstruction des infrastructures pour qu'elles soient plus résilientes au climat sont importantes pour réduire la vulnérabilité agricole.

### 5.5.1.2 Réduction de la disponibilité de l'eau

La distribution saisonnière changeante et l'intensité des précipitations posent des défis supplémentaires à l'agriculture en Colombie-Britannique. La fréquence et l'intensité des épisodes de précipitations extrêmes augmenteront probablement dans le sud de la Colombie-Britannique et seront accompagnées d'une hausse des températures estivales et d'une baisse des précipitations (B.C. Ministry of Environment, 2016). La

diminution de l'accumulation saisonnière de neige, les conditions chaudes et sèches de l'été et la réduction des précipitations estivales influenceront la durée et la fréquence de la sécheresse saisonnière (B.C. Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations, 2016b). Par conséquent, la sécheresse agricole est plus probable lorsque la carence en eau du sol entraîne un stress hydrique des plantes qui affecte négativement le rendement et la productivité des cultures (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2018a). Ce type de sécheresse s'est produit dans le sud de la Colombie-Britannique, avec une sécheresse record, en particulier dans les bassins South Thompson, Nicola, Similkameen et Kettle, de la fin août à la mi-octobre 2017 (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2018a). Les impacts agricoles enregistrés de cette sécheresse comprennent le stress thermique, la maturation accélérée des cultures, la réduction de l'alimentation du bétail, l'approvisionnement limité en eau d'irrigation et la réduction de la qualité et de la quantité des cultures (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2017). Ces conditions ont également contribué à la gravité de la saison des incendies de forêt de 2017, qui a entraîné des répercussions négatives supplémentaires sur l'agriculture, notamment des pertes de bétail, de pâturages, de fourrage, de clôtures et d'infrastructures d'élevage (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2017).

Les conditions de sécheresse devenant de plus en plus courantes en Colombie-Britannique, des pénuries d'eau à long terme sont probables (B.C. Ministry of Environment and Climate Change Strategy, 2019). En raison de l'augmentation des pénuries, les programmes de secours et de gestion des risques de l'entreprise feront l'objet d'une demande accrue (p. ex. le Programme Agri-stabilité, le Cadre Agri-relance, le Programme d'assurance-production, le Programme de report de l'impôt sur le bétail et le Programme d'assurance des prix du bétail dans l'Ouest; Gouvernement de la Colombie-Britannique, [2018a]). Les gouvernements et les associations professionnelles encouragent également les mesures préventives pour aider les agriculteurs à se préparer à la sécheresse (p. ex. en améliorant le stockage de l'eau à la ferme et en pratiquant des cultures tolérantes à la sécheresse) et à réduire la demande en eau (p. ex. par l'irrigation de précision et la modélisation de la demande en eau des cultures régionales).

#### 5.5.1.3 Incendie de forêt

Les conditions météorologiques extrêmement chaudes et sèches ont renforcé la gravité des récentes saisons d'incendies de forêt en Colombie-Britannique (Kirchmeier-Young et coll., 2019). En 2017, 1,22 million d'hectares ont brûlé, entraînant une perte de capital et de revenus agricoles de 35 à 70 millions de dollars (B.C. Ministry of Forests, Lands, Natural Resource Operations and Rural Development, 2018b). Puis, en 2018, 1,35 million d'hectares ont brûlé au cours de la plus grande saison d'incendies de forêt jamais enregistrée en Colombie-Britannique (B.C. Wildfire Service, 2019). Les exploitations d'élevage ont été particulièrement touchées par ces deux saisons d'incendies, avec des dégâts records en raison des incendies et des pertes d'animaux, de bâtiments agricoles, de clôtures, de cultures fourragères et de pâturages. Les impacts supplémentaires associés aux incendies de forêt sont les suivants :

- la nécessité de gérer la logistique du déplacement du bétail et de la recherche de ressources alimentaires à la suite d'alertes et d'ordres d'évacuation (B.A. Blackwell and Associates Ltd, 2018);
- une diminution de la santé et de la productivité du bétail en raison de la fumée et du transport d'évacuation (B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative, 2014);

- une diminution de la production agricole en raison d'un manque d'irrigation pendant plusieurs semaines pour les propriétés agricoles faisant l'objet d'un ordre d'évacuation;
- une réduction du fourrage et des pâturages utilisables en raison de la contamination par les produits ignifuges (B.C. Ministry of Agriculture, 2017);
- le déclin de l'agrotourisme, en particulier pour les vignobles de la région de l'Okanagan (Abbott et Chapman, 2018; Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2018b);
- un éventuel goût de fumée dans les raisins de cuve, ce qui les rend défavorables à la production de vin (Noestheden et coll., 2018);
- des défis de rétablissement sur plusieurs années, tels que le ruissellement rapide causé par la perte de végétation (Shakesby et Doerr, 2006) et la modification de la structure du sol, qui peut diminuer la productivité du sol (DeBano, 1990) et augmenter les risques d'érosion (Certini, 2005).

Les saisons d'incendies de forêt de 2017 et 2018 en Colombie-Britannique ont suscité un intérêt accru pour la réduction des risques opérationnels liés aux incendies de forêt pour l'agriculture. Par exemple, la BC Cattlemen's Association, de concert avec la province, met à l'essai l'utilisation du pâturage pour réduire les combustibles fins tels que l'herbe, les aiguilles de pin et la mousse d'arbre dans le but de réduire le risque d'incendie de forêt près des collectivités et de permettre aux éleveurs d'avoir accès à de nouveaux fourrages (B.C. Ministry of Forests, Lands, Natural Resource Operations and Rural Development, 2019b). Néanmoins, avec l'arrivée d'étés plus chauds et plus secs et l'augmentation de la sensibilité des forêts aux effets du climat (p. ex. en raison de l'augmentation des populations de ravageurs), le risque d'incendie de forêt continuera de s'aggraver, les prévisions faisant état d'une augmentation de 4 % de la superficie annuelle brûlée d'ici 2050 (B.C. Ministry of Environment and Climate Change Strategy, 2019).

### 5.5.1.4 Ravageurs, maladies et espèces envahissantes

Les changements climatiques modifient l'étendue en latitude et en altitude, l'omniprésence et la fréquence des insectes nuisibles, des maladies et des populations d'espèces envahissantes (Scholefield et coll., 2017a). La distribution et les cycles de vie des ravageurs, des maladies et des espèces envahissantes sont influencés par l'augmentation des températures annuelles, des degrés-jours de croissance (DJC), de la durée de la saison de croissance, des précipitations hivernales et printanières et des épisodes de pluie extrême, ainsi que par des conditions estivales plus sèches et des hivers plus chauds. L'introduction de nouveaux ravageurs, de nouvelles maladies et d'espèces envahissantes, les changements dans le nombre de générations possibles en une seule saison et le potentiel de réduction de l'efficacité des mesures de contrôle de la gestion sont susceptibles de toucher les producteurs de cultures et de bétail (Beddington et coll., 2012).

Un exemple de ravageur destructeur identifié dans la vallée du Fraser en Colombie-Britannique en 2009 est la drosophile à ailes tachetées, une mouche à fruit (D. suzukii) (B.C. Ministry of Agriculture, 2014). Ce ravageur des fruits à peau molle pond ses œufs dans les fruits mûrs (p. ex. les baies); par conséquent, une humidité élevée du couvert végétal et des fruits mûrs et trop mûrs créent des risques d'infestation. Bien que la présence de ce ravageur ne soit pas induite par les changements climatiques, les hivers plus doux et les conditions estivales plus chaudes augmentent probablement l'abondance et l'aire de répartition de ce

ravageur, faisant peser un risque élevé sur les cultures de petits fruits et d'arbres fruitiers dans les régions de latitude nord (Langille et coll., 2017). Des études menées dans la région de Cariboo (c.-à-d. Powell, 2018) et dans la région de la vallée du Fraser (c.-à-d. Scholefield et coll., 2017a) ont permis d'identifier d'autres ravageurs préoccupants dont l'abondance et l'aire de répartition pourraient changer en fonction des conditions climatiques. Jusqu'à présent, les réponses à ces ravageurs ont été limitées, car certaines administrations s'opposent aux efforts à long terme et à l'échelle du paysage (Scholefield et coll., 2017a). Les efforts de surveillance en Colombie-Britannique ont eu tendance à être relativement à court terme et propres à un endroit, se concentrant sur des cultures, des ravageurs, des maladies ou des espèces envahissantes choisis (B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative, 2015).

## 5.5.2 Programmation de l'adaptation agricole

Ces risques liés aux changements climatiques constituent une menace aggravée pour l'agriculture en Colombie-Britannique. En considérant l'ensemble de ces défis, on constate une pression supplémentaire sans précédent sur la rentabilité de l'agriculture et les systèmes d'intervention d'urgence et de rétablissement existants (Donahue, 2014). En 2013, en réponse à ces risques, le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêches de la Colombie-Britannique s'est associé à la Climate and Agriculture Initiative BC (CAI) – anciennement B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative – dirigée par l'industrie pour offrir des programmes d'adaptation.

Le mandat de la CAI est d'élaborer des outils, des connaissances et des ressources en faveur de l'adaptation en collaboration avec les producteurs, les leaders de l'industrie, les administrations locales, les organismes provinciaux et les établissements universitaires. Par exemple, en 2012, la CAI a élaboré le BC Agriculture and Climate Change Action Plan (B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative, 2010) et la série de rapports d'évaluation des risques et des possibilités d'adaptation. Ces publications ont contribué à clarifier l'importance des modèles collaboratifs et interdisciplinaires pour le renforcement de la capacité d'adaptation (voir la figure 5.11). Plus de 60 projets avaient été menés à bien en avril 2020 dans le cadre des deux principaux programmes de la CAI : le Regional Adaptation Program et le Farm Adaptation Innovator Program (FAIP).

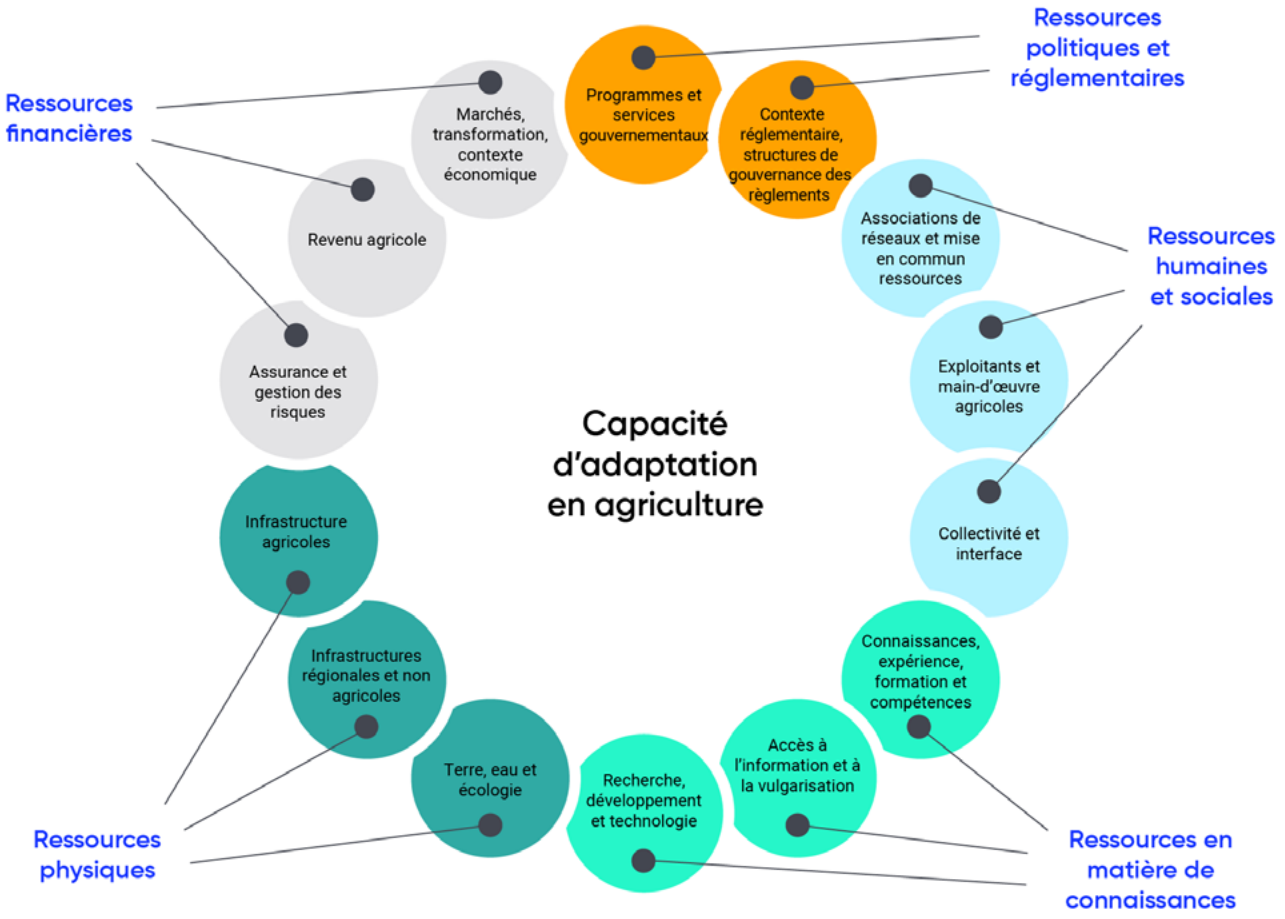



Figure 5.11 : Facteurs influençant la capacité d'adaptation de l'agriculture de la Colombie-Britannique. Source : Reproduit selon la B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative, 2012, Crawford et MacNair, 2018.

Le Programme d'adaptation régionale a permis la mise en place de processus de planification de l'adaptation régionale qui comprennent des financements de démarrage et qui réunissent des administrations locales, des organismes provinciaux, des organisations agricoles et des producteurs. Entre 2013 et 2020, des plans ont été élaborés pour huit régions de la Colombie-Britannique : Delta, vallée du Fraser, Okanagan, Cariboo, Peace, Bulkley-Nechako et Fraser Fort-George, île de Vancouver et Kootenay-Boundary (B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative, 2010). Ces plans identifient les impacts, dont certains sont très localisés, nécessitant des solutions, des outils et des ressources spécifiques à la région. D'autres impacts sont similaires d'une région à l'autre, ce qui permet aux projets de s'appuyer les uns sur les autres. Par exemple, l'augmentation du risque d'incendies de forêt a été considérée comme une priorité dans les plans régionaux de Cariboo (2014), d'Okanagan (2016), de Bulkley-Nechako et de Fraser-Fort George (2019), et de Kootenay-Boundary (2019), et une série de projets régionaux ont permis de créer des guides et des cahiers de consultation pour aider les agriculteurs et les éleveurs à élaborer des plans opérationnels de préparation aux incendies de forêt. Le FAIP soutient des projets de recherche appliquée pluriannuels à l'échelle de

l'exploitation agricole portant sur des pratiques ou des technologies agricoles axées sur l'adaptation qui réduisent les risques de production liés aux conditions météorologiques ou augmentent les nouvelles possibilités de production (B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative, 2018). Les projets vont d'une évaluation des dommages causés par les insectes (thrips) aux pommes de terre dans un climat changeant dans la vallée du Fraser, à la démonstration de pratiques d'adaptation pour la production de fourrage dans la région centrale intérieure, en passant par une évaluation des pratiques de gestion du sol et de l'eau pour la production de cerises douces dans des lieux de culture au climat changeant dans l'Okanagan (voir l'étude de cas 5.5).

## Étude de cas 5.5 : Possibilités et obstacles associés à la production de cerises en Colombie-Britannique

La composante climatique de la modélisation de l'adéquation des cultures pour les cerises douces (*Prunus avium L.*) au cours des cinq dernières décennies dans la région de l'Okanagan a montré une expansion significative dans les zones septentrionales et en altitude en raison de la diminution du gel (voir la figure 5.12). S'appuyant sur cette modélisation de l'adéquation climatique, Nelson (2018) a cherché à savoir si les conditions microbiologiques du sol étaient également adaptées à l'établissement de vergers de cerises douces dans des endroits correspondant à l'adéquation climatique. L'étude a révélé que les sols des vergers nouvellement établis étaient plus adaptés sur le plan biologique que les vergers plus anciens, ce qui souligne l'importance de la gestion de la santé des sols dans les vergers établis (Munro et coll., 2020). S'appuyant sur ces résultats, le prochain projet FAIP (2019–2023) se concentre sur les pratiques de gestion de l'eau pour les cerises (B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative, s.d.) compte tenu de la pénurie croissante d'eau dans la région (Neilsen et coll., 2018), une limitation potentielle pour l'expansion des vergers. Ce projet vise principalement à déterminer si les pratiques d'irrigation déficitaire après la récolte (l'application réduite d'eau après la récolte des fruits) à l'automne peuvent réduire la demande en eau des cerisaies, sans compromettre la qualité des fruits ni la santé et la vigueur à long terme du verger.

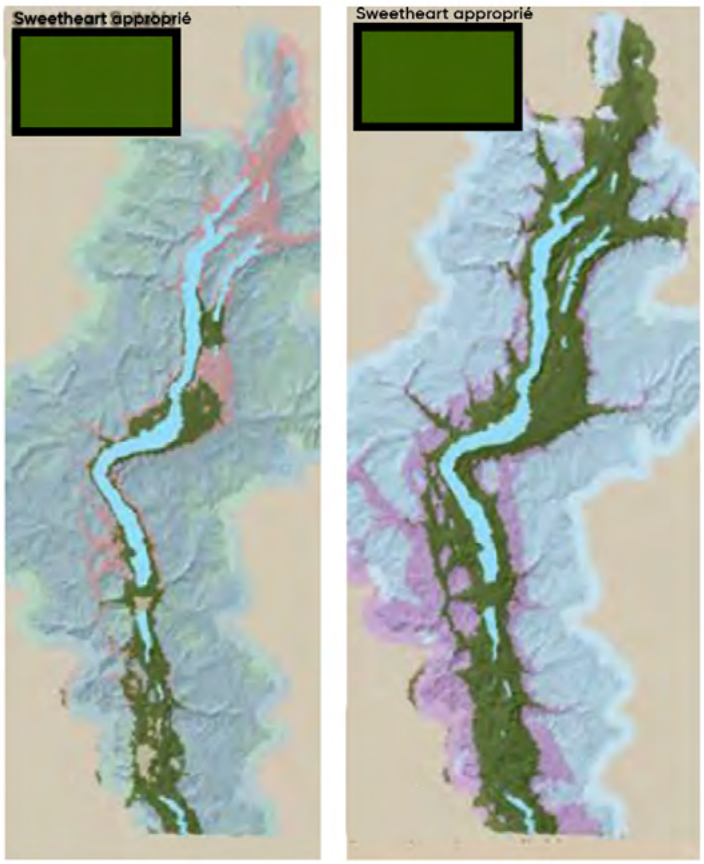



Figure 5.12 : Expansion de l'aptitude des sols à la production de cerises douces dans la vallée de l'Okanagan : comparaison des données de 1961–1970 (gauche) avec celles de 2001–2010 (droite). Source : Selon les modèles publiés dans Neilsen et coll., 2017.

### 5.5.2.1 Agricultural Climate Adaptation Research Network (ACARN)

L'ACARN, lancé en 2017, agit comme un centre provincial pour favoriser la recherche et la vulgarisation collaboratives et stratégiques en matière d'adaptation agricole en Colombie-Britannique (B.C. Agricultural Climate Adaptation Research Network, 2018). Les mesures comprennent l'organisation de programmes éducatifs et d'ateliers provinciaux annuels pour la mobilisation des connaissances et la collaboration entre les chercheurs, les producteurs, le gouvernement et les professionnels de l'agriculture. Grâce à des liens étroits avec le FAIP et d'autres projets axés sur les changements climatiques menés par ses membres, l'ACARN rassemble les chercheurs afin de mieux faire connaître les recherches en cours et de faciliter l'échange de données. Le succès à long terme de l'ACARN dépend du renforcement des liens entre les groupes industriels et les chercheurs afin de prioriser la recherche qui répond aux besoins de l'industrie, de l'amélioration de la capacité des chercheurs à collaborer entre les établissements, les disciplines et les régions, et de l'obtention d'un financement à long terme (B.C. Agricultural Climate Adaptation Research Network, 2018).

### 5.5.3 Conclusion

L'adaptation agricole est une nouvelle priorité provinciale. Grâce à du financement fédéral et provincial, la Colombie-Britannique a mis en place des programmes visant à cerner les risques liés aux changements climatiques et à mettre en œuvre des mesures d'adaptation prioritaires. Les incendies de forêt, les inondations et les pénuries d'eau régionales qui se sont produits récemment ont accéléré la nécessité de l'adaptation et de la gestion des urgences. Toutefois, des lacunes subsistent en matière de planification, de mise en œuvre et d'évaluation. Des ressources financières et humaines limitées sont allouées à l'adaptation aux changements climatiques au sein des gouvernements, et les gouvernements et les producteurs n'ont pas encore adopté à grande échelle les considérations, les outils de planification et les initiatives liés aux changements climatiques en agriculture (Auditor General of British Columbia, 2018). La poursuite des efforts de collaboration aux niveaux de l'exploitation agricole, régional et provincial, qui sont multitemporels et intersectoriels, contribuerait à faire progresser l'adaptation agricole dans la province.

## 5.6 L'adaptation continue de progresser en Colombie-Britannique

**Les activités d'adaptation aux changements climatiques, y compris les efforts axés sur la mise en œuvre, sont présentes dans la plupart des secteurs et des milieux en Colombie-Britannique. Ce travail continue d'évoluer, soutenu par un meilleur accès aux données climatiques, aux outils d'aide à la décision, au financement, aux institutions de soutien et à la collaboration. Toutefois, des lacunes importantes subsistent et il n'est pas certain que les efforts actuels et proposés soient suffisants compte tenu de l'ampleur des risques encourus et des coûts de mise en œuvre.**

*Le domaine de l'adaptation aux changements climatiques en Colombie-Britannique n'a cessé de progresser, en partie en raison des répercussions de phénomènes météorologiques de plus en plus extrêmes et d'une compréhension accrue des risques à court et à long terme. Les administrations locales et régionales jouent un rôle important dans l'organisation des processus de planification et la mise en œuvre des projets, mais des contraintes de capacité existent toujours en Colombie-Britannique. Le gouvernement provincial et les organisations du secteur public contribuent activement à l'adaptation aux changements climatiques, et des ressources financières importantes sont nécessaires pour piloter la mise en œuvre à l'échelle provinciale. Un large éventail de professionnels, d'organismes du secteur privé, d'ONG, d'organisations frontalières et de groupes universitaires de la Colombie-Britannique contribuent à l'adaptation, soit explicitement, soit dans le cadre d'autres initiatives. Bien que l'adaptation progresse, des efforts supplémentaires sont nécessaires pour faire face aux risques croissants.*

## 5.6.1 Introduction

La présente section traite du rôle important que jouent les divers ordres de gouvernement dans la promotion de l'adaptation aux changements climatiques en Colombie-Britannique (pour une discussion centrée sur les Autochtones, voir la section 5.2). Elle comprend également une discussion sur les ressources existantes et les défis à relever dans le domaine de l'adaptation en général, ainsi que sur le rôle que jouent les acteurs non gouvernementaux dans la promotion de l'adaptation.

## 5.6.2 Administrations municipales et régionales

Les administrations municipales et régionales ainsi que les gouvernements autochtones de la Colombie-Britannique sont d'importants moteurs de l'adaptation aux changements climatiques (Kovacs et coll., 2020; Yumagulova, 2020; Auditor General of British Columbia, 2018; Vadeboncoeur, 2016). Ils sont bien placés pour déterminer les vulnérabilités locales et aborder les questions d'équité (voir l'encadré 5.6), mettre en œuvre les mesures appropriées et intégrer la réduction des risques de catastrophe et l'adaptation aux changements climatiques (Comité d'experts sur la résilience aux catastrophes face aux changements climatiques, 2022).

Le degré d'activité d'adaptation des administrations locales varie en Colombie-Britannique. Parmi les premiers adoptants à l'échelle des administrations locales figurent les villes de Vancouver (qui a élaboré le premier plan d'adaptation municipal officiel du Canada en 2012), Richmond, Prince George, Surrey et Kimberley; la Corporation de Delta; les districts d'Elkford et de Saanich; le district régional de la vallée Cowichan et bien d'autres entités qui sont maintenant engagées dans l'adaptation. Certains incluent l'adaptation dans les plans et opérations existants, d'autres ont élaboré des plans d'adaptation autonomes, et certains commencent à passer à la mise en œuvre. De nombreux réseaux d'administrations locales réunis par des organismes partenaires jouent également un rôle clé dans la promotion de l'adaptation en Colombie-Britannique. Les administrations régionales, dont la région métropolitaine de Vancouver, le district régional de la vallée de Cowichan et le district régional de la Capitale, ont également élaboré une planification de l'adaptation, la région métropolitaine de Vancouver ayant défini une vision globale de l'action climatique d'ici 2050 et intégrant la planification de l'infrastructure verte régionale comme approche de résilience à faible émission de carbone dans la prochaine mise à jour de la stratégie de croissance régionale (Metro Vancouver, 2018).

Cependant, les administrations locales sont encore confrontées à de nombreux défis, notamment un manque de données et de connaissances spécifiques au niveau local, des capacités humaines et financières inadéquates, et la nécessité d'adopter des politiques plus favorables à l'échelle provinciale (Auditor General of British Columbia, 2018) (voir la section 5.2 pour une discussion sur les défis des Premières Nations). Le leadership dont font preuve le personnel et les élus, appuyé par des plans, des politiques et des systèmes solides (p. ex. infrastructures, écosystèmes), est essentiel pour motiver les efforts de planification (Birchall et Bonnett, 2021). Récemment, des recommandations ont été élaborées conjointement par la province et le *Green Communities Committee Adaptation Working Group* de la Union of B.C. Municipalities (UBCM) afin de soutenir les efforts d'adaptation aux changements climatiques des administrations municipales (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2020a; UMCB, 2020). Il s'agissait notamment de s'engager à ce que les administrations locales disposent des outils et des ressources nécessaires pour réaliser des évaluations des risques climatiques et adopter des plans d'adaptation d'ici 2030.

## Encadré 5.6 : Équité

L'exposition et la susceptibilité aux dangers sont disproportionnées pour les populations qui ont été placées en situation de risque plus élevé, ce qui entraîne des impacts asymétriques. La nature en cascade de ces crises et les risques qu'elles posent soulignent la nature intersectionnelle des disparités de revenus et de santé, du racisme environnemental, de l'héritage de la colonisation et d'autres sources de vulnérabilité dans nos collectivités (voir le Rapport sur La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement). Il est essentiel de reconnaître et d'identifier les effets combinés des changements climatiques et des inégalités dans les situations d'urgence, notamment en matière de santé publique, afin d'élaborer des solutions efficaces et équitables et d'identifier les possibilités d'approches préventives (ACT, 2020a). En abordant ces questions et en favorisant des résultats équitables par une mobilisation et des ressources respectueuses, on peut contribuer à réduire les risques, à alléger la pression sur les systèmes critiques pendant et après les phénomènes extrêmes et à obtenir des avantages connexes tels que l'amélioration de la santé et des possibilités culturelles et économiques.

Le Parks and Recreation Services Master Plan intitulé VanPlay de la ville de Vancouver met délibérément l'accent sur l'équité, l'inclusion et l'accès aux parcs et aux loisirs, avec des avantages connexes pour la réduction de la chaleur urbaine et des inondations, la santé humaine et le transport actif (Harford et Hunter, 2021). De même, l'engagement mené par le Secrétariat des mesures en matière climatique a cherché à s'assurer que les évaluations des risques pour les collectivités autochtones étaient produites par des membres de ces collectivités de manière culturellement sensible (Indigenuity Consulting Group Inc., 2020).

## 5.6.3 Gouvernement provincial

Le Secrétariat de l'action climatique (CAS) du ministère de l'Environnement et de la Stratégie sur les changements climatiques est responsable de coordonner une approche gouvernementale de l'adaptation en Colombie-Britannique (Auditor General of British Columbia, 2018). Son travail est complété par le travail d'adaptation de plusieurs autres ministères, notamment le ministère des Forêts, des Terres, de l'Exploitation des ressources naturelles et du Développement rural le ministère de l'Agriculture, ainsi que le ministère des Transports et de l'Infrastructure et Emergency Management B.C. (EMBC), ce dernier soulignant l'urgence de tenir compte des changements climatiques dans ses offres de financement pour l'atténuation des catastrophes (Emergency Management B.C., 2021).

La Colombie-Britannique a été l'une des premières provinces au Canada à publier une évaluation des risques liés aux changements climatiques à l'échelle provinciale (B.C. Ministry of Environment and Climate Change Strategy, 2019). Cette analyse semi-quantitative a été réalisée pour aider à mieux comprendre et à traiter les risques auxquels la province est confrontée. Elle évalue la probabilité et les conséquences de 15 phénomènes potentiels liés au risque climatique dans de multiples secteurs à l'échelle provinciale, en considérant le risque dans le contexte de phénomènes qui constitueraient un niveau d'urgence nécessitant une intervention du gouvernement provincial. La province étudie actuellement les moyens de faire respecter les valeurs autochtones dans ses évaluations des risques climatiques (Gouvernement de la Colombie-Britannique,

2020b). Pour une liste des activités terminées et prévues, voir le tableau *Gestion des risques climatiques* dans le Rapport de responsabilité de 2020 sur les changements climatiques du gouvernement de la Colombie-Britannique (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2020a). Le leadership provincial est essentiel pour soutenir une approche harmonisée et stratégique de l'adaptation dans toute la province, notamment en coordination avec le gouvernement fédéral.

Les analyses des dangers, des risques et des vulnérabilités sont exigées par le règlement provincial sur la gestion des urgences par les autorités locales (Local Authority Emergency Management Regulation) couvrent tous les dangers et ont généralement un horizon de cinq ans (EMBC, 2020). Les analyses des dangers, des risques et des vulnérabilités en Colombie-Britannique tiennent généralement compte des conditions météorologiques extrêmes, mais n'ont pas rigoureusement inclus les changements climatiques jusqu'à présent (p. ex. municipalité de l'Île Bowen, 2018). Une version actualisée de l'outil d'analyse des dangers, des risques et des vulnérabilités, en cours d'élaboration par la province, encouragera les utilisateurs des administrations locales et régionales et des Premières Nations à réfléchir non seulement à la manière dont le climat changera à l'avenir, mais aussi à la manière dont le climat d'aujourd'hui est déjà différent de celui du passé - ce qui met en garde contre une dépendance excessive à l'égard des seules données climatiques historiques..

### 5.6.3.1 Organismes du secteur public

La province décrit les mandats des organismes du secteur public (OSP), y compris les districts scolaires, les autorités sanitaires, les établissements d'enseignement postsecondaire et les sociétés de la Couronne, qui exploitent des infrastructures essentielles et des biens à grande échelle dans l'ensemble des collectivités de la Colombie-Britannique et qui jouent donc un rôle important dans la gestion des risques climatiques futurs. L'incitation à intervenir dans l'ensemble des OSP va des mesures volontaires internes aux projets de recherche et aux exigences réglementaires. Par exemple, les modifications apportées à la *Climate Change Accountability Act*, SBC 2007, c. 42, en 2022, permettent à la province d'établir des exigences pour les OSP en matière de rapports sur les risques climatiques et pour la gestion des risques climatiques pour les bâtiments du secteur public, y compris des considérations dans le processus de planification et d'approbation des immobilisations, et dans les exigences de rapports sur les risques climatiques qui sont comparables aux rapports existants du secteur public sur les émissions de GES.

L'évaluation des risques, la planification, les projets pilotes et la mise en œuvre sont en cours dans plusieurs OSP, par exemple le projet Mobilizing Building Adaptation and Resilience (MBAR) de BC Housing (B.C. Housing, 2020), qui vise à accroître les connaissances et les capacités des propriétaires et des occupants de bâtiments, et le travail de B.C. Hydro pour comprendre les risques actuels et futurs que les conditions météorologiques extrêmes créent pour ses actifs et ses services (B.C. Hydro, 2019b, 2019c).

## 5.6.4 Ressources et défis en matière d'adaptation

Les chercheurs, les ONG, les praticiens et les associations professionnelles font également progresser l'adaptation en Colombie-Britannique. Ces organismes et ces personnes interviennent à de multiples points du spectre de

l'adaptation et ont créé de nombreux outils de planification d'aide à la décision axés sur l'adaptation pour une variété de secteurs (p. ex. ACT, 2020b; Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2020a).

Les données climatiques historiques et projetées localisées peuvent être grandement utiles pour la planification, la prise de décision et la mise en œuvre dans un climat changeant, à différentes échelles. Diverses ressources utiles offrent maintenant des modélisations et des projections des impacts des changements climatiques en Colombie-Britannique selon une gamme de scénarios. Certaines de ces ressources ont été produites par le Pacific Climate Impacts Consortium (PCIC), un centre régional de services climatiques de l'Université de Victoria et partenaire du nouveau Centre canadien des services climatiques fédéral qui regroupe les données climatiques historiques et projetées produites dans tout le pays et offre des services de soutien en ligne gratuits (Capital Regional District, 2017; Cowichan Valley Regional District, 2017; Pacific Climate Impacts Consortium, 2017a, 2017b; Metro Vancouver, 2016). Des données axées sur la Colombie-Britannique ont également été créées par le personnel du gouvernement provincial (p. ex. Foord, 2016), des administrations locales, des organismes à but non lucratif et des initiatives fédérales. Par exemple, le Columbia Basin Water Hub de Living Lakes Canada, qui donne accès à des données et à des recherches ouvertes qui sont utiles dans la phase initiale de la planification de l'adaptation (Columbia Basin Water Hub, 2021). Ces ressources locales sont complétées par des ressources nationales comme www.donneesclimatiques.ca et https://atlasclimatique.ca.

Des ressources sont élaborées à partir de ces données dans le but d'inspirer des mesures et de faciliter la prise de décision. Par exemple, une série de baladodiffusions de 2018 de la CBC intitulée « 2050: Degrees of Change » a exploré les changements climatiques prévus pour la Colombie-Britannique, et a fourni des exemples d'adaptation dans plusieurs secteurs (CBC Listen, 2017). Certaines ressources en ligne existantes regroupent ces nouvelles ressources pour en faciliter l'utilisation, notamment le site Web « ReTooling for Climate Change » (BC Regional Adaptation Collaborative, 2022) et un inventaire en ligne des outils d'adaptation au climat (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2021e).

D'autres organisations sont engagées dans le renforcement des capacités des professionnels de la Colombie-Britannique. L'Adaptation Learning Network de l'Université Royal Roads (Adaptation Learning Network, 2020) vise à accroître la capacité des professionnels à s'adapter aux changements climatiques et est soutenu par le Secrétariat de l'action climatique de la Colombie-Britannique et Ressources naturelles Canada. De même, Engineers and Geoscientists B.C. fournit des conseils à ses membres sur la manière d'intégrer l'adaptation aux changements climatiques dans leur pratique (Engineers and Geoscientists B.C., 2020). Pour aider les concepteurs, le Pacific Climate Impacts Consortium (PCIC) a produit un ensemble de fichiers sur les conditions météorologiques futures utiles pour la conception d'infrastructures et de bâtiments efficaces sur le plan énergétique et résistants au climat (Pacific Climate Impacts Consortium, 2020). La pénétration et l'impact des produits de connaissance et des outils d'aide à la décision susmentionnés n'ont pas fait l'objet d'une étude empirique en Colombie-Britannique, mais le domaine de l'adaptation est manifestement actif et s'efforce d'aborder les premières parties du spectre de l'adaptation.

Le financement est souvent qualifié comme un obstacle aux mesures en matière d'adaptation (Bednar et coll., 2018), et les gouvernements, les fondations et les organismes à but non lucratif de la Colombie-Britannique offrent de plus en plus une variété de soutiens économiques pour faciliter certains aspects de l'action sur l'adaptation. Il existe une quantité importante d'activités financées par le gouvernement fédéral à l'échelle locale, notamment au niveau des districts régionaux et des gouvernements des Premières Nations.

Cependant, ce financement a principalement soutenu les activités de planification et n'est peut-être pas en mesure de permettre le niveau soutenu de collaboration intersectorielle considéré comme efficace pour la planification de l'adaptation.

Les étapes suivantes du processus d'adaptation, telles que la mise en œuvre et le suivi et l'évaluation (S et E), sont encore largement embryonnaires à toutes les échelles, en partie parce que les outils de suivi et d'évaluation ne sont pas encore bien développés, et en partie parce que le coût de la mise en œuvre nécessite souvent des mises à niveau ou des rénovations d'infrastructures extrêmement coûteuses. Par exemple, une étude de 2012 commandée par la province a révélé que le coût de la mise à niveau de la protection côtière pour une élévation d'un mètre du niveau de la mer (NM) dans les basses-terres continentales serait de 9,5 milliards de dollars (B.C. Ministry of Forests, Lands, Natural Resource Operations, 2012b). Il est peu probable que le financement gouvernemental soit suffisant pour répondre à l'ampleur des mesures nécessaires pour faire face aux risques climatiques, et des partenariats public-privé (PPP) seront nécessaires (ACT, 2015); cependant, il existe encore peu d'exemples de PPP liés à l'adaptation en Colombie-Britannique. Les progrès récents de la recherche sur les coûts et les avantages pourraient soutenir les efforts de prise de décision, par exemple en démontrant aux décideurs que les ratios coûts-avantages des mesures d'adaptation sont très favorables (Boyd et Markandya, 2021).

Les personnes impliquées dans la planification de l'adaptation sont de plus en plus motivées à tenir compte des implications (positives et négatives) des GES découlant des mesures qu'elles proposent (Nichol et Harford, 2016). Une grande partie de ces travaux se déroulent sous la bannière de la résilience à faible émission de carbone, qui met l'accent sur la nécessité de réduire à la fois les émissions et la vulnérabilité aux répercussions des changements climatiques (Nichol et Harford, 2016). S'ils ne sont pas planifiés de manière stratégique, ces efforts risquent d'augmenter les émissions et de réduire l'efficacité de l'adaptation, ainsi que de gaspiller des ressources et du temps. Un certain nombre de projets pilotes sont en cours pour peaufiner les concepts et valider de manière empirique l'approche de la résilience à faible intensité de carbone, ainsi que pour explorer la manière dont les « solutions multiples » s'appliquent dans les contextes locaux (ACT, 2020c).

Il sera important de peaufiner les régimes de gouvernance relatifs à l'adaptation dans la province. Ce peaufinage s'applique entre les Premières Nations et tous les ordres de gouvernement non autochtone, horizontalement (p. ex. entre le ministère de la Santé et le MEACC), ainsi que verticalement. Le Bureau du vérificateur général de la Colombie-Britannique a déterminé qu'une coordination entre les organismes était nécessaire en ce qui concerne la planification de l'adaptation au climat en Colombie-Britannique (Auditor General of British Columbia, 2018). Il est probable que le gouvernement fédéral ait un rôle à jouer en convoquant les gouvernements provinciaux, territoriaux, autochtones et municipaux pour élaborer conjointement une approche plus coordonnée de la gouvernance de l'adaptation (Sawyer et coll., 2020).

## 5.6.5 Conclusions

À mesure que le domaine de l'adaptation au climat se développe en Colombie-Britannique, l'accent passe de l'évaluation des risques et de l'élaboration de plans à la mise en œuvre de l'adaptation et aux débuts de la surveillance et de l'évaluation. Des obstacles et des défis importants subsistent dans tout le spectre de l'adaptation (Auditor General of British Columbia, 2018; Bednar et coll., 2018), car la plupart des

gouvernements et des secteurs locaux n'ont toujours pas une bonne compréhension de tous les risques liés aux changements climatiques auxquels ils sont confrontés ni la capacité d'y répondre. Bien qu'aucune évaluation systématique n'ait été effectuée pour déterminer si les niveaux actuels et proposés d'activités d'adaptation sont susceptibles d'être suffisants pour faire face aux risques croissants auxquels la Colombie-Britannique est confrontée, il semble probable que davantage d'efforts, de collaboration et de ressources seront nécessaires.

# 5.7 Aller de l'avant

## 5.7.1 Lacunes dans les connaissances

L'évaluation des connaissances actuelles présentée dans le présent chapitre révèle des lacunes dans les connaissances sur l'ensemble du spectre de l'adaptation.

Bien que la Colombie-Britannique ait déjà donné accès à des projections climatiques, il est nécessaire de mettre à jour les réseaux d'instruments de collecte de données qui recueillent des données climatiques dans la province (p. ex. température, précipitations, épaisseur de la neige). Par exemple, la rareté des stations de surveillance dans les régions du nord de la province et en haute altitude peut rendre plus difficile la planification spécifique à l'échelle locale. Il existe également des lacunes relatives à la surveillance hydrométrique et des eaux souterraines dans la province (Auditor General of British Columbia, 2018). Il est également nécessaire de mieux comprendre les aires de répartition changeantes de divers ravageurs, maladies et espèces envahissantes qui affectent les écosystèmes et les secteurs des ressources naturelles de la Colombie-Britannique (Scholefield et coll., 2017a).

De nombreux endroits dans la province n'ont toujours pas de cartes d'inondation à jour, et beaucoup soulignent le manque de ressources et de capacités comme principales raisons de l'absence de ces cartes (Auditor General of British Columbia, 2018; B.C. Real Estate Association and University of British Columbia Okanagan, 2021). La représentation de l'agriculture et la hiérarchisation des valeurs agricoles dans la planification des plaines inondables constituent un manque de connaissances actuel.

Il est également nécessaire de mieux comprendre les risques cumulés et les effets en cascade, deux aspects qui peuvent être difficiles à réaliser en raison de l'interaction dynamique entre les multiples risques et impacts. Par exemple, une étude des coûts d'infrastructure associés aux projections futures pour la Colombie-Britannique n'a pas examiné les effets en cascade, et a donc potentiellement sous-estimé les impacts et les coûts (p. ex. Ryan et coll., 2021). De même, bien que les évaluations des risques soient de plus en plus courantes, il existe un besoin croissant de rapports après action qui résument les impacts (p. ex. B.C. Hydro, 2019c) à différentes échelles, y compris les collectivités, les régions et la province entière.

Comme pour d'autres secteurs et régions, il est nécessaire de disposer d'informations contextuelles sur les coûts et les avantages, les coûts de l'inaction et le rendement du capital investi raisonnables attendus

pour les initiatives d'adaptation (voir le chapitre Coûts et avantages liés aux impacts des changements climatiques et aux mesures d'adaptation). Bien que les chiffres nationaux soient utiles (Sawyer et coll., 2020; p. ex., Bureau d'assurance du Canada et Fédération canadienne des municipalités, 2020) et qu'il existe certains coûts pertinents à l'échelle provinciale (p. ex. pour l'amélioration des digues dans les basses-terres continentales), des informations plus contextualisées sont nécessaires. Il est également important de ne pas négliger les coûts qui sont difficiles à quantifier en matière d'économie (Sawyer et coll., 2020).

Les stratégies de suivi et d'évaluation doivent continuer à être élaborées et adoptées parallèlement aux progrès de la mise en œuvre, en particulier lorsque les activités se déroulent dans plusieurs secteurs et à plusieurs échelles. Des directives limitées existent pour cette tâche (p. ex. EPCCARR, 2018), et il est nécessaire de déterminer les échelles, les géographies et les objectifs appropriés pour le suivi et l'évaluation en Colombie-Britannique.

## 5.7.2 Nouveaux enjeux

Cette évaluation des connaissances actuelles sur les répercussions des changements climatiques et l'adaptation en Colombie-Britannique met en lumière plusieurs questions émergentes qui influenceront le développement du domaine de l'adaptation.

La rivière atmosphérique et les inondations et glissements de terrain qui ont suivi en novembre 2021 démontrent la tension entre la gestion des urgences, qui est réactive par nature, et l'adaptation proactive. Les ressources financières requises pour reconstruire les infrastructures endommagées sont considérables et diminueront très probablement, du moins à court terme, les ressources disponibles pour financer les diverses initiatives proactives identifiées dans la Stratégie de préparation et d'adaptation aux changements climatiques de la Colombie-Britannique. La nature sans précédent de cet événement, ainsi que l'épisode de chaleur de juin 2021, demeurent préoccupants dans la mesure où la Colombie-Britannique est incapable de suivre le rythme du changement. Cependant, il est également possible que ces événements puissent donner un élan à l'action. Par exemple, il se pourrait que les leçons tirées de l'inondation de novembre 2021 puissent orienter et aider à stimuler les révisions pour une meilleure gestion des risques d'inondation en Colombie-Britannique.

Un autre nouvel enjeu est l'innovation dans la façon dont le financement est assuré et distribué afin de répondre aux besoins souvent importants dans tous les secteurs et à toutes les échelles. Parmi les exemples de domaines étudiés, citons la manière dont les recettes municipales pourraient être découplées des frais de développement et des taxes foncières, et la manière dont de nouvelles sources de revenus pourraient contribuer à alléger le fardeau disproportionné des impacts climatiques et des réponses coûteuses (ACT, 2015).

La Colombie-Britannique a adopté des mesures législatives pour s'assurer que ses lois sont conformes à la Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2020d), et que le rôle essentiel du leadership et des connaissances autochtones dans l'adaptation est de plus en plus reconnu (The Expert Panel on Disaster Resilience in a Changing Climate, 2022). Toutefois, le potentiel de ces efforts ne fait que commencer à être entrevu. Par exemple, la nation Tsleil Waututh dirige un processus de planification des eaux pluviales axé sur la santé de Burrard Inlet et fondé sur les valeurs et les modes de connaissance traditionnels de sa collectivité. Ce processus sert non seulement à accroître la résilience climatique, mais aussi à renforcer les droits et l'autodétermination des

autochtones. Il est de plus en plus nécessaire de centrer le leadership autochtone et de créer des régimes de gouvernance justes et transparents en matière d'adaptation en Colombie-Britannique.

La réconciliation est impérative dans tous les secteurs et tous les milieux en Colombie-Britannique. Par exemple, les répercussions des changements climatiques sur la sécurité alimentaire et la souveraineté alimentaire des autochtones sont étudiées par des organisations autochtones (p. ex. First Nations Health Authority, 2022), et le rôle que joue l'adaptation climatique agricole dans la réconciliation est de plus en plus un sujet d'intérêt pour le gouvernement de la Colombie-Britannique.

## 5.8 Conclusion

La Colombie-Britannique est confrontée à des défis importants alors que le climat continue de changer. Ces changements ont des répercussions sur toutes les régions et de multiples secteurs de la province, et les risques à long terme pour l'hydrologie, la sylviculture, l'agriculture et les collectivités sont importants. Les peuples et les collectivités autochtones sont particulièrement touchés et mènent de plus en plus d'initiatives d'adaptation aux changements climatiques à différentes échelles. Il est essentiel de centrer et de soutenir le leadership et les systèmes de connaissances autochtones et la collaboration avec les gouvernements et les partenaires n'est possible que si elle est créée conjointement avec les peuples autochtones de manière à protéger et à renforcer les titres, les droits et le territoire.

La gestion des risques d'inondation en Colombie-Britannique demeurera une priorité, car les dangers liés aux inondations fluviales, côtières et urbaines s'intensifient. Bien que certaines stratégies et certains processus de gouvernance soient en place pour réduire ces risques, il existe un certain nombre de défis clés qui représentent des domaines d'action urgents compte tenu du niveau de risque encouru.

Les vastes et importantes forêts de la Colombie-Britannique sont exposées à un certain nombre de risques importants liés au climat, dont beaucoup entraîneront probablement des changements dans la productivité forestière, l'habitat faunique et les écoservices. Bien que le secteur forestier s'adapte depuis longtemps aux changements climatiques dans la province, une adaptation plus proactive contribuerait à assurer la santé et la productivité continues des forêts de la Colombie-Britannique.

L'adaptation agricole est une priorité provinciale émergente en Colombie-Britannique, et les récents phénomènes météorologiques extrêmes ont accéléré le besoin d'adaptation et de gestion des urgences à grande échelle, et ont mis en évidence les lacunes en matière de préparation. La poursuite des efforts de collaboration aux niveaux agricole, régional et provincial permettra probablement de faire progresser l'adaptation agricole dans la province.

Les administrations locales et régionales et les Premières Nations continuent d'être des moteurs importants de la mise en œuvre de l'adaptation. La province et le secteur public jouent un rôle important en dirigeant et en soutenant les efforts d'adaptation à plusieurs échelles, avec l'appui des chercheurs, des praticiens, des ONG et des professionnels.

De nouvelles mesures sont nécessaires dans de nombreux secteurs et à de multiples échelles pour relever les défis qui risquent d'apparaître à mesure que le climat évolue. Toutefois, il sera difficile d'accélérer une mise en œuvre généralisée. Des ressources importantes seront nécessaires pour créer un niveau d'action qui soit à la hauteur des risques auxquels la Colombie-Britannique est confrontée. Il sera également difficile, mais important, d'établir une base de référence des risques et des vulnérabilités, d'évaluer l'efficacité des efforts d'adaptation et de surveiller l'amélioration de la résilience aux risques climatiques décrits tout au long de ce chapitre.

# 5.9 Références

Abbott, G. et Chapman, M. (2018). « Addressing the New Normal: 21st Century Disaster Management in British Columbia. Report and findings of the BC Flood and Wildfire Review: an independent review examining the 2017 flood and wildfire seasons ». Gouvernement de la Colombie-Britannique, Victoria, Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/public-safety-and-emergency-services/emergency-preparedness-response-recovery/embc/bc-flood-and-wildfire-review-addressing-the-new-normal-21st-century-disaster-management-in-bc-web.pdf>

ACT (2015). « Paying for urban infrastructure adaptation in Canada: An analysis of existing and potential economic instruments for local governments ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://act-adapt.org/wp-content/uploads/2015/06/Urban-Infrastructure-Optimized3.pdf>

ACT (2020a). « Climate change, equity, and COVID-19: considerations in a changing world ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://act-adapt.org/wp-content/uploads/2020/10/LearningTogetherWeb.pdf>

ACT (2020b). « Integrated climate action for BC communities initiative ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://act-adapt.org/icabcci />

ACT (2020c). « LCR Communications and Implementation: Lessons from ICABCCI Partner Communities ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://act-adapt.org/wp-content/uploads/2021/02/ICABCCI_-Lessons-from-LCR-Communications-and-Implementation_WEB_final.pdf>

Adaptation Learning Network (2020). « Adaptation Learning Network: Inspiring Climate Action ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://adaptationlearningnetwork.com/>

Affaires autochtones et du Nord Canada (2019). Programme d'adaptation aux changements climatiques des Premières Nations. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.rcaanc-cirnac.gc.ca/fra/1481305681144/1594738692193>

Agriculture et agroalimentaire Canada (2017). Rapport annuel des conditions agroclimatiques au Canada – 2017. Consulté en juin 2021 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2018/aac-aafc/A48-2-2017-fra.pdf >

Aitken, S.N., Yeaman, S., Holliday, J.A., Wang, T. et Curtis-McLane, S. (2008). « Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations ». *Evolutionary Applications, 1*(1), 95–111. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1752-4571.2007.00013.x>

Arlington Group, EBA, De Jardine Consulting et Groupe de Solutions pour un Développement Durable (2013). « Sea level rise adaptation primer ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/adaptation/resources/slr-primer.pdf>

Asset Management B.C. (2018). « Climate change and asset management: A sustainable service delivery primer ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.assetmanagementbc.ca/wp-content/uploads/The-BC-Framework_Primer-on-Climate-Change-and-Asset-Management.pdf>

Auditor General of British Columbia (2018). « Managing Climate Change Risks: An Independent Audit ». Bureau du vérificateur général de la Colombie-Britannique, Victoria, Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bcauditor.com/sites/default/files/publications/reports/Climate_Change_FINAL_0.pdf>

B.A. Blackwell and Associates Ltd. (2018). « Planning and Information Exchange for Wildfire Impact Reduction: Discussion Document ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bcagclimateaction.ca/wp/wp-content/media/OK05-Wildfire-Communications-2018-report.pdf>

B.C. Agricultural Climate Adaptation Research Network (2018). « Home ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bcacarn.com/>

B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative (2010). « BC Agriculture Climate Change Action Plan ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bcagclimateaction.ca/wp/wp-content/media/BC-Agriculture-Climate-Change-Action-Plan.pdf>

B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative (2012). « BC Agriculture Climate Adaptation Risk & Opportunity Assessment Provincial Report ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bcagclimateaction.ca/wp/wp-content/media/AdaptROseries-Provincial.pdf>

B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative (2013). « Regional Adaptation Strategies Series: Delta ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bcagclimateaction.ca/wp/wp-content/media/RegionalStrategies-Delta.pdf>

B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative (2014). « Regional Adaptation Strategies: Cariboo Region ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bcagclimateaction.ca/wp/wp-content/media/RegionalStrategies-Cariboo.pdf>

B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative (2015). « Regional Adaptation Strategies series -- Fraser Valley ». Consulté en janvier 2021sur le site <https://www.climateagriculturebc.ca/app/uploads/RegionalStrategies-FraserValley.pdf>

B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative (2016). « Regional Adaptation Strategies: Okanagan ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bcagclimateaction.ca/wp/wp-content/media/RegionalStrategies-Okanagan.pdf>

B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative (2018). « Farm Adaptation Innovator Program (2018–2023) ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bcagclimateaction.ca/farm-level/faip-2018-2023/>

B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative (2019). « Regional Adaptation Strategies: Kootenay & Boundary ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bcagclimateaction.ca/wp/wp-content/media/RegionalStrategies-KootenayBoundary.pdf>

B.C. Agriculture and Food Climate Action Initiative (n.d). « Post-harvest Deficit Irrigation for Improved Resilience of Cherries to Climate Change ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bcagclimateaction.ca/faip-project/fi22/>

B.C. Coroners Service (2021). « Heat-related deaths in BC - Knowledge update ». Consulté en décembre 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/birth-adoption-death-marriage-and-divorce/deaths/coroners-service/statistical/heat_related_deaths_in_bc_knowledge_update.pdf>

B.C. Housing (2020). « Mobilizing Building Adaptation and Resilience (MBAR) ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bchousing.org/research-centre/library/residential-design-construction/MBAR>

B.C. Hydro (2019a). « Storm report: The most damaging storm in BC Hydro's history ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bchydro.com/content/dam/BCHydro/customer-portal/documents/news-and-features/report-most-damaging-storm-bc-hydro-history-january-2019.pdf>

B.C. Hydro (2019b). « Generational challenge: How B.C.'s generation system is adapting to extreme weather and unforeseen events ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bchydro.com/content/dam/BCHydro/customer-portal/documents/news-and-features/report-generational-challenge--bcs-generation-system.pdf>

B.C. Hydro (2019c). « Weathering the storm: Many British Columbians not prepared ». Consulté en mars 2022 sur le site <https://vancouver.citynews.ca/wp-content/blogs.dir/sites/9/2019/11/22/BC-Hydro-report-storm-preparedness-Nov-2019.pdf >

B.C. Ministry of Agriculture (2014). « Spotted Wing Drosophila (Fruit Fly) Pest Alert June 9, 2014 ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://www2.gov.bc.ca/gov/content/industry/agriculture-seafood/animals-and-crops/plant-health/insects-and-plant-diseases/tree-fruits/spotted-wing-drosophila>

B.C. Ministry of Agriculture (2017). « B.C. Wildfire Recovery for Agriculture: Where to Start – A Farm Business Recovery Planning Workbook ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.cattlemen.bc.ca/docs/bc_wildfire_recovery_-_ag_nov_3_2017.pdf>

B.C. Ministry of Agriculture (2018). « Fast Stats 2017: British Columbia's Agrifood and Seafood Sector ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/statistics/industry-and-sector-profiles/fast-stats/faststatsbc_2017.pdf>

B.C. Ministry of Agriculture (s.d.). « The Countryside and You: Understanding What it Means to Live in a Farming Community ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.investkelowna.com/application/files/6815/5968/2069/countryside_and_you_booklet.pdf>

B.C. Ministry of Environment (2016). « Indicators of climate change for British Columbia 2016 update ». Bibliothèque et Archives Canada (Vol. 4). Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/research-monitoring-and-reporting/reporting/envreportbc/archived-reports/climate-change/climatechangeindicators-13sept2016_final.pdf>

B.C. Ministry of Environment and Climate Change Strategy (2019). « Preliminary Strategic Climate Risk Assessment for British Columbia ». Rapport préparé pour le Gouvernement de la Colombie-Britannique, Victoria, Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/adaptation/prelim-strat-climate-risk-assessment.pdf>

B.C. Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations (2012a). « Forest stewardship action plan for climate change adaptation 2012–2017 ». Victoria, Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <www.for.gov.bc.ca/ftp/hfp/external/!publish/ClimateChange/Adaptation/MFLNR_CCAdaptation_Action_Plan_2012_final.pdf>

B.C. Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations (2012b). « Cost of Adaptation - Sea Dikes & Alternative Strategies: Final Report ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.env.gov.bc.ca/wsd/public_safety/flood/pdfs_word/cost_of_adaptation-final_report_oct2012.pdf>

B.C. Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations (2015). « FLNR Climate Change Strategy 2015–2020 Setting the Stage ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/forestry/tree-seed/climate-based-seed-transfer/climate_change_strat_2015-20.pdf>

B.C. Ministry of Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations (2016a). « Adapting natural resource management to climate change in the West and South Coast Regions: Considerations for practitioners and Government staff ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/natural-resource-stewardship/nrs-climate-change/regional-extension-notes/coasten160222.pdf>

B.C. Ministry of Forests, Lands, and Natural Resource Operations (2016b). « Climate Change Vulnerability of BC's Fish and Wildlife: First Approximation ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/natural-resource-stewardship/nrs-climate-change/adaptation/climate20change20vulnerability20of20bcs20fish20and20wildlife20final20juin6.pdf>

B.C. Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations (2016c). « Adapting natural resource management to climate change in the Thompson-Okanagan Region: Considerations for practitioners and Government staff ». Victoria, Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/natural-resource-stewardship/nrs-climate-change/regional-extension-notes/toen160222.pdf>

B.C. Ministry of Forests, Lands, Natural Resource Operations and Rural Development (2018a). « Biogeoclimatic zones of British Columbia ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.for.gov.bc.ca/hre/becweb/resources/maps/ProvinceWideMaps.html>

B.C. Ministry of Forests, Lands, Natural Resource Operations and Rural Development (2018b). « Impacts of 2017 Fires on Timber Supply in the Cariboo Region. Forest Analysis and Inventory Branch, Office of the Chief Forester, British Columbia Ministry of Forests, Lands, Natural Resource Operations and Rural Development ». Victoria, Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/forestry/stewardship/forest-analysis-inventory/impacts_2017_fires.pdf>

B.C. Ministry of Forests, Lands, Natural Resource Operations and Rural Development (2019a). « Intergovernmental Partnership Agreement for the Central Group of the Southern Mountain Caribou ». Consulté en mars 2022 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/plants-animals-and-ecosystems/wildlife-wildlife-habitat/caribou/partnership_agreement_for_the_conservation_of_the_southern_mountain_caribou__central_group_2020-02-21.pdf>

B.C. Ministry of Forests, Lands, Natural Resource Operations and Rural Development (2019b). « B.C. livestock join the wildfire fight ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://archive.news.gov.bc.ca/releases/news_releases_2017-2021/2019FLNR0153-001067.htm>

B.C. Real Estate Association (2015). « BC flood plain map inventory report ». Vancouver, Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bcrea.bc.ca/wp-content/uploads/2015FloodplainMapInventory.pdf>

B.C. Real Estate Association et University of British Columbia Okanagan (2021). « BC floodplain maps inventory report ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bcrea.bc.ca/wp-content/uploads/2021-05FloodplainMapsInventory.pdf>

B.C. Regional Adaptation Collaborative (2022). « ReTooling for climate change ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://retooling.ca/>

B.C. River Forecast Centre (2021). « Flood Warnings and Advisories ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://bcrfc.env.gov.bc.ca/warnings/index.htm>

B.C. Statistics, Ministry of Jobs, Trade and Technology (2018). « British Columbia-level population projections ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/data/statistics/people-population-community/population/people_population_projections_highlights.pdf>

B.C. Stats (2021). « Quarterly population highlights ». Consulté en février 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/data/statistics/people-population-community/population/population_highlights_2021q3.pdf>

B.C. Treaty Commission (2020). « Frequently Asked Questions ». Consulté en juin 2021 sur le site <www.bctreaty.ca/faq>

B.C. Wildfire Service (2019). « Current Statistics ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://bcfireinfo.for.gov.bc.ca/hprScripts/WildfireNews/Statistics.asp>

B.C. Wild Salmon Advisory Council (2018). « Options for a Made-In-BC Wild Salmon Strategy ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://engage.gov.bc.ca/app/uploads/sites/426/2018/11/Wild-Salmon-Strategy-Options-Paper.pdf>

Baker, D.C. et McLelland, J.N. (2003). « Evaluating the effectiveness of British Columbia's environmental assessment process for first nations' participation in mining development ». *Environmental Impact Assessment Review, 23*(5), 581–603. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/S0195-9255(03)00093-3>

Beddington, J., Asaduzzaman, M., Clark, M., Fernández, A, Guillou, M., Jahn, M, Erda, L., Mamo, T., Van Bo, N., Nobre, C.A., Scholes, R., Sharma, R. et Wakhungu, J. (2012). « Achieving food security in the face of climate change: Final report from the Commission on Sustainable Agriculture and Climate Change ». CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhagen, Danemark. Consulté en juin 2021 sur le site <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/35589/climate_food_commission-finalmar2012.pdf?sequence=1>

Bednar, D., Harford, D., McBean, G., Peters, W. et Satzewich, J. (2018). « Workshop proceedings: Climate change adaptation governance in BC ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://act-adapt.org/adaptation-governance-workshop-report/>

Belfer, E., Ford, J.D. et Maillet, M. (2017). « Representation of Indigenous peoples in climate change reporting ». *Climatic Change, 145*, 57–70. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2076-z>

Berry, P. et Schnitter, R. (éd.) (2022). La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement: Faire progresser nos connaissances pour agir. Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en mars 2022 sur le site <https://changingclimate.ca/health-in-a-changing-climate/fr/>

Birchall, S.J. et Bonnett, N. (2021). « Climate change adaptation policy and practice: The role of agents, institutions and systems ». *Cities*, 108, 103001. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.103001>

Bonsal, B.R., Peters, D.L., Seglenieks, F., Rivera, A. et Berg, A. (2019). Évolution de la disponibilité de l'eau douce à l'échelle du Canada, Chapitre 6 dans *Rapport sur le climat changeant du Canada*, E. Bush et D.S. Lemmen (éd.), gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 261–342. Consulté en Juin 2021sur le site <https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/chapitre/6-0/>

Booth, A. et Skelton, N.W. (2011). « 'we are fighting for ourselves'—First nations' evaluation of British Columbia and Canadian environmental assessment processes ». *Journal of Environmental Assessment Policy and Management, 13*(3), 367–404. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1142/S1464333211003936>

Bowen Island Municipality (2018). « Hazard, Risk and Vulnerability Assessment ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://bowenisland.civicweb.net/filepro/document/161201/Hazard,%20Risk%20and%20Vulnerability%20Analysis%202018.pdf>

Boyd, R. et Markandya, A. (2021). Coûts et avantages liés aux impacts des changements climatiques et aux mesures d'adaptation, Chapitre 6 dans *Le Canada dans un climat en changement: Le rapport sur les enjeux nationaux*, F.J. Warren et N. Lulham (éd.), gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2021 sur le site <https://changingclimate.ca/national-issues/fr/chapter/6-0/>

Brady, K. A. (2014). « Bringing visibility to the resource pressures on S'ólh Téméxw (Stó:lō traditional territory): an analysis of referrals from 2008 (Research project) ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://summit.sfu.ca/item/14106>

Brown, C., Bancroft, B., Nelson, H. et Robinson, D.C.E. (2013). « Integrating Climate Change Considerations into AAC Determinations in British Columbia. Report prepared for Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations ». En date du 16 mai 2013.

Bunnell, F.L., Kremsater, L.L. et Houde, I. (2011). « Mountain pine beetle: a synthesis of the ecological consequences of large-scale disturbances on sustainable forest management, with emphasis on biodiversity ». Canadian Forest Service Information Report BC-X-426.

Bureau d'assurance du Canada (2022). En 2021, le temps violent a causé des dommages de 2,1 milliards $ aux biens assurés. Consulté en mars 2022 sur le site <http://www.ibc.ca/fr/on/ressources/centre-des-m%C3%A9dias/communiqu%C3%A9s-de-presse/en-2021-le-temps-violent-a-caus%C3%A9-des-dommages-de-2-1-milliards-$-aux-biens-assur%C3%A9s>

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. Consulté en juin 2021 sur le site < https://data.fcm.ca/documents/reports/investir-dans-avenir-du-canada-le-cout-de-adaptation-au-climat.pdf >

Burton, H., Rabito, F., Danielson, L. et Takaro, T.K. (2016). « Health effects of flooding in Canada: A 2015 review and description of gaps in research ». *Canadian Water Resources Journal, 41*(1–2), 238–249. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1080/07011784.2015.1128854>

Bush, E. et Lemmen, D.S. (éd.) (2019). Rapport sur le climat changeant du Canada. Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2021sur le site <https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/>

Cameron, L. (1997). « The Aboriginal Right to Fish » dans *You Are Asked to Witness: The Stó:lō in Canada's Pacific Coast History*, K. Carlson (éd.). Stó:lō Heritage Trust, Chilliwack, Colombie-Britannique.

Capital Regional District (2015). « Capital Region sea level rise planning approaches project report ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.crd.bc.ca/docs/default-source/climate-action-pdf/reports/sea-level-rise-planning-approaches-project-report.pdf?sfvrsn=d29757ca_0>

Capital Regional District (2017). « Climate projections for the Capital Region ». Consulté en juin 2021 sur le site <www.crd.bc.ca/docs/default-source/climate-action-pdf/reports/2017-07-17_climateprojectionsforthecapitalregion_final.pdf>

Carlson, K. (2001). « Expressions of Collective Identity » dans *A Stó:lo Coast Salish Historical Atlas*, K. Carlson (éd.). Douglas & McIntyre, Vancouver, Colombie-Britannique, 24–29.

Carroll, A. (2017). Pourquoi y a-t-il tant de scolytes en ce moment? Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.pc.gc.ca/fr/docs/v-g/dpp-mpb/sec1/dpp-mpb1a>

Castleden, H., Garvin, T. et Huu-ay-aht First Nation (2009). "Hishuk Tsawak"(everything is one/connected): a Huu-ay-aht worldview for seeing forestry in British Columbia, Canada », *Society and Natural Resources 22*(9), 789–804. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1080/08941920802098198>

Cave, K. et McKay, S. (2016). « Water Song: Indigenous Women and Water ». *The Solutions Journal, 7*(6), 64–73. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.thesolutionsjournal.com/article/water-song-indigenous-women-water/>

Caverley, N. (2011). « Honouring the voices of Aboriginal Knowledge Keepers in the South Selkirks Region: Perspectives on climate change ». University of British Columbia, Vancouver, Colombie-Britannique.

CBC Listen (2017). « 2050: Degrees of change ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.cbc.ca/listen/cbc-podcasts/156-2050-degrees-of-change>

CBC Radio (2021). « What are atmospheric rivers, and how are they affecting the B.C. floods? » Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.cbc.ca/radio/whatonearth/what-are-atmospheric-rivers-and-how-are-they-affecting-the-b-c-floods-1.6253763>

Certini, G. (2005). « Effects of fire on properties of forest soils: a review ». *Oecologia 143*(1), 1–10. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1788-8>

Chandler, P.C., King, S.A. et Perry, R.I. (éd.) (2016). État des ressources physiques et biologiques et de certaines ressources halieutiques des écosystèmes des eaux canadiennes du Pacifique en 2015. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques, 3179, viii + 230 p. Consulté en Jjin 2020 sur le site <https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/365564.pdf>

Chang, S.E., Yip, J.Z.K., Conger, T., Oulahen, G., Gray, E. et Marteleira, M. (2020). « Explaining communities' adaptation strategies for coastal flood risk: Vulnerability and institutional factors ». *Journal of Flood Risk Management, 13*(4), 1–13. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/jfr3.12646>

Chhetri, B. K., Galanis, E., Sobie, S., Brubacher, J., Balshaw, R., Otterstatter, M., Mak, S., Lem, M., Lysyshyn, M., Murdock, T., Fleury, M., Zickfeld, K., Zubel, M., Clarkson, L. et Takaro, T.K. (2019). « Projected local rain events due to climate change and the impacts on waterborne diseases in Vancouver, British Columbia, Canada ». *Environmental Health, 18*(1), 1–9. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1186/s12940-019-0550-y>

Clague, J.J. (2021). « How an 'atmospheric river' drenched British Columbia and led to floods and mudslides ». La Conversation. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://theconversation.com/how-an-atmospheric-river-drenched-british-columbia-and-led-to-floods-and-mudslides-172021>

*Climate Change Accountability Act*, SBC 2007, c 42. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.bclaws.gov.bc.ca/civix/document/id/complete/statreg/07042_01>

Coastal First Nations (2017). « Coastal Guardian Watchmen ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://coastalfirstnations.ca/our-environment/programs/coastal-guardian-watchmen-support/>

Coastal First Nations (2020). « Central Coast Nations Talk About Climate Change ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://coastalfirstnations.ca/central-coast-nations-talk-about-climate-change/>

Cohen, S., Bush, E., Zhang, X., Gillett, N., Bonsal, B., Derksen, C., Flato, G., Greenan, B. et Watson, E. (2019). Le contexte national et mondial des changements régionaux au Canada, Chapitre 8 dans *Rapport sur le climat changeant du Canada*, E. Bush et D.S. Lemmen (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 424–443. Consulté en février 2022 sur le site <https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/chapitre/8-0/>

Columbia Basin Water Hub (2021). « Columbia Basin Water Hub ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://data.cbwaterhub.ca/>

Comité d'experts sur la résilience aux catastrophes face aux changements climatiques (2022). Bâtir un Canada résilient. Conseil des académies canadiennes. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.rapports-cac.ca/wp-content/uploads/2022/02/Batir-un-Canada-resilient-web-FR-revised-2.pdf>

Conger, T. et Chang, S.E. (2019). « Developing indicators to identify coastal green infrastructure potential: The case of the Salish Sea region ». *Ocean and Coastal Management, 175*, 53–69. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.03.011>

Conseil canadien des ministres des forêts (2008). Une vision pour les forêts du Canada 2008 et au-delà. Ressources naturelles Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.ccmf.org/wp-content/uploads/2020/09/Vision_FR.pdf >

Cowichan Valley Regional District (2017). « Climate projections for the Cowichan Valley Regional District ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.cvrd.bc.ca/DocumentCenter/View/81884>

Cowichan Watershed Board (2018). « Cowichan and Koksilah Watersheds ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://cowichanwatershedboard.ca/content/the-cowichan-watershed/>

Crawford, E. et MacNair, E. (2018). « Adaptive Capacity in Agriculture ». Publié par Climate & Agriculture Initiative BC.

Curry, C.L., Islam, S.U., Zwiers, F.W. et Déry, S.J. (2019). « Atmospheric rivers increase future flood risk in western Canada's largest Pacific river ». *Geophysical Research Letters, 46*(3), 1651–1661. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1029/2018GL080720>

Dagenais, D., Paquette, S., Thomas, I. et Fuamba, M. (2014). Implantation en milieu urbain de systèmes végétalisés de contrôle à la source des eaux pluviales dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques : balisage des pratiques québécoises, canadiennes et internationales et développement d'un cadre d'implantation pour les municipalités du Sud du Québec. Rapport final présenté à Ouranos. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.ouranos.ca/publication-scientifique/RapportDagenais2013_FR.pdf>

DeBano, L. (1990). « The effect of fire on soil properties ». Article présenté au *Symposium on Management and Productivity of Western-Montane Forest Soils*, Avril 10–12, 1990, Boise, Idaho, États-Unis. Consulté en juin 2021 sur le site <https://forest.moscowfsl.wsu.edu/smp/solo/documents/GTRs/INT_280/DeBano_INT-280.php>

Delcan Corporation (2012). « Cost of Adaptation – Sea Dikes & Alternative Strategies ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.env.gov.bc.ca/wsd/public_safety/flood/pdfs_word/cost_of_adaptation-final_report_oct2012.pdf>

Deur, D. (1999). « Salmon, Sedentism, and Cultivation. Toward an Environmental Prehistory of the Northwest Coast » dans *Northwest Lands, Northwest People, Readings in Environmental History*, D. Goble et P. Hirt (éd.). University of Washington Press, Seattle, Washington, États-Unis, 129–155.

Doberstein, B., Fitzgibbons, J. et Mitchell, C. (2019). « Protect, accommodate, retreat or avoid (PARA): Canadian community options for flood disaster risk reduction and flood resilience ». *Natural Hazards, 98*(1), 31–50. Consulté en juin 2021 sur le site <//doi.org/10.1007/s11069-018-3529-z>

Donahue, K. (2014). « Climate Stressor Scenarios: Final Report. Regional Economic Impact of Climate Change in B.C. Examined Through Scenario Analysis ». B.C. Ministry of Agriculture. Consulté en juin 2021 sur le site <https://pics.uvic.ca/sites/default/files/Climate%20Stressor%20Scenarios-%20Final%20Report%20pdf.pdf>

Downing, A. et Cuerrier, A. (2011). « A synthesis of the impacts of climate change on the First Nations and Inuit of Canada ». *Indian Journal of Traditional Knowledge, 10* (1), 57–70. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.researchgate.net/profile/Alain-Cuerrier/publication/267254961_Synthesis_of_the_impacts_of_climate_change_on_the_First_Nations_and_Inuit_of_Canada/links/5492f7800cf2213b86cbab47/Synthesis-of-the-impacts-of-climate-change-on-the-First-Nations-and-Inuit-of-Canada.pdf>

Du, W., Fitzgerald, G.J., Clark, M. et Hou, X.Y. (2010). « Health impacts of floods ». *Prehospital and Disaster Medicine, 25*(3), 265–272. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1017/S1049023X00008141>

Duffield, C. (2001). « Constructing a Province, Clear-Cutting a Nation » dans *A Stó:lo Coast Salish Historical Atlas*, K. Carlson (éd.). Douglas & McIntyre, Vancouver, Colombie-Britannique, 112–117.

Dymond, C.C., Beukema, S., Nitschke, C.R., Coates, K.D. et Scheller, R.M. (2016). « Carbon sequestration in managed temperate coniferous forests under climate change ». *Biogeosciences, 13*, 1933–1947. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.5194/bg-13-1933-2016>

Dymond, C.C., Spittlehouse, D.L., Tedder, S., Hopkins, K., McCallion, K. et Sandland, J. (2015). « Applying resilience concepts in forest management: A retrospective simulation approach ». *Forests, 6*, 4421–4438. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3390/f6124377>

Dymond, C.C., Tedder, S., Spittlehouse, D.L., Raymer, B., Hopkins, K., McCallion, K. et Sandland, J. (2014). « Diversifying managed forests to increase resilience ». *Canadian Journal of Forest Research, 44*, 1196–1205. Consulté en juin 2021 sur le site <dx.doi.org/10.1139/cjfr-2014-0146>

Ebbwater Consulting (2021). « Fraser Basin Council investigations in support of flood strategy development in British Columbia ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.fraserbasin.bc.ca/_Library/Water_Flood_BC/A-1_Flood_Risk_Governance.pdf>

Educating Coastal Communities About Sea-Level Rise (2019). « Sea level rise discussion toolkit ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://sealevelrise.ca/assets/sea-level-rise-discussion-toolkit.pdf>

EMBC (2020). « Hazard, risk and vulnerability analysis (HRVA) for local authorities and First Nations ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/public-safety-and-emergency-services/emergency-preparedness-response-recovery/local-government/hrva/guides/companion_guide_to_the_hrva.pdf>

Emergency Management B.C. (2019). « Emergency Management in British Columbia ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/public-safety-and-emergency-services/emergency-preparedness-response-recovery/local-government/em_quick_ref.pdf>

Emergency Management B.C. (2021). « B.C. disaster mitigation programs ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/safety/emergency-preparedness-response-recovery/emergency-management-bc/bc-disaster-mitigation>

Engineers and Geoscientists British Columbia (2018). « Legislated flood assessments in a changing climate in BC ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.egbc.ca/getmedia/f5c2d7e9-26ad-4cb3-b528-940b3aaa9069/Legislated-Flood-Assessments-in-BC.pdf.aspx>

Engineers and Geoscientists British Columbia (2020). « Discussion paper: Climate change action plan ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.egbc.ca/getmedia/7e48cabd-75d9-407b-a0be-d4bcb2d9d205/CCAP-Discussion-Paper-V1-7-Feb-2020.pdf.aspx>

Ferrari, M.R., Miller, J.R. et Russell, G.L. (2007). « Modeling changes in summer temperature of the Fraser River during the next century ». *Journal of Hydrology, 342*(3), 336–346. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.06.002>

Fettig, C.J., Ried, M.L., Bentz, B.J., Servanto, S., Spittlehouse, D.L. et Wang, T. (2013). « Changing climates, changing forests: A Western North American perspective ». *Journal of Forestry, 111(3)*, 214–228. Consulté en juin 2021 sur le site <http://dx.doi.org/10.5849/jof.12-085>

Filmon, G. (chair) (2003). « Firestorm 2003 - Provincial Review ». Gouvernement de la Colombie-Britannique, Victoria, Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/public-safety-and-emergency-services/wildfire-status/governance/bcws_firestormreport_2003.pdf>

FireSmart (2018). « Wildfire Preparedness and Mitigation Plan ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bcagclimateaction.ca/wp/wp-content/media/OK05-BC-Wildfire-Preparedness-Mitigation-Plan-2018-workbook.pdf>

First Nations Emergency Services Society (2022). « Revitalizing Cultural Burning ». Consulté en mars 2022 sur le site https://www.fness.bc.ca/resources/library/forest-fuel-management/revitalizing-cultural-burning

First Nations Health Authority (2020). « Closer to home: Urban and away-from-home health and wellness framework ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.fnha.ca/WellnessSite/WellnessDocuments/FNHA-Closer-to-Home-Urban-and-Away-From-Home-Health-and-Wellness-Framework.pdf>

First Nations Health Authority (2021a). « Indigenous climate health action program ». Consulté en Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.fnha.ca/Documents/FNHA-Indigenous-Climate-Health-Action-Program-Fact-Sheet.pdf>

First Nations Health Authority (2021b). « We All Take Care of the Harvest (WATCH) ». Consulté en Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.fnha.ca/what-we-do/environmental-health/watch-project>

First Nations Health Authority (2022). « We All Take Care of the Harvest (WATCH) ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.fnha.ca/what-we-do/environmental-health/watch-project>

First Nations Leadership Council (2018). « First Nations being devastated by Wildfire Season of 2018, immediate resources needed ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.ubcic.bc.ca/bc_first_nations_being_devastated_by_wildfire_2018>

First Nations Leadership Council (2019). « Leadership Council welcomes declaration of global climate emergency issued by AFN ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.ubcic.bc.ca/leadership_council_welcomes_declaration_of_global_climate_emergency_issued_by_afn>

First Peoples' Cultural Council (2018). « Report on the Status of B.C. First Nations Languages (3rd ed.) ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://fpcc.ca/wp-content/uploads/2020/07/FPCC-LanguageReport-180716-WEB.pdf>

Foord, V. (2016). « Climate patterns, trends, and projections for the Omineca, Skeena, and Northeast natural resource regions, British Columbia ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/docs/TR/TR097.pdf>

Ford, J.D., Maillet, M., Pouliot, V., Meredith, T., Cavanaugh, A. et IHACC Research Team. (2016). « Including indigenous knowledge and experience in IPCC assessment reports ». *Nature Climate Change*, *6*, 349–345, Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1038/nclimate2954>

Forest Enhancement Society of British Columbia (2019). « Syilx Stewardship Project Collaborates to Reduce Wildfire Risk in Peachland ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.fesbc.ca/syilx-stewardship-project-collaborates-to-reduce-wildfire-risk-in-peachland/>

Forestry Innovation Investment (2019). « 2019 FII Key Forest Sector Data and Stats ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bcfii.ca/sites/default/files/2019_FII_Key_Forest_Sector_Data_and_Stats.pdf>

Forney, A. (2016). « Patterns of harvest: Investigating the social-ecological relationship between huckleberry pickers and black huckleberry (*Vaccinium membranaceum* Dougl. ex Torr.; Ericaceae) in southeastern British Columbia ». Thèse de Maîtrise non publié, Université de Victoria, Victoria, Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <https://dspace.library.uvic.ca/bitstream/handle/1828/7286/Forney_Andra_MA_2016.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

Fraser Basin Council (2016). « Lower Mainland flood management strategy: Phase 1 summary report ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.fraserbasin.bc.ca/_Library/Water_Flood_Strategy/FBC_LMFMS_Phase_1_Report_Web_May_2016.pdf>

Fraser Basin Council (2019). « Base flood scenario map freshet climate change year 2100 1% AEP with 1 m SLR maximum depth ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.fraserbasin.bc.ca/_Library/LMFMS_Maps/Base_Freshet_CC2100_1AEP_1mSLR_MaxDepth_Web.pdf>

Fraser Valley Regional District (2017). « Agricultural Economy in the Fraser Valley Regional District ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.fvrd.ca/assets/About~the~FVRD/Documents/RGS/AgricultureSnapshot.pdf>

GERARCC [Groupe d'experts sur les résultats de l'adaptation et de la résilience aux changements climatiques] (2018). Mesure des progrès en matière d'adaptation et de résilience climatique : recommandations à l'intention du gouvernement du Canada. Sa Majesté la Reine du chef du Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2018/eccc/En4-329-2018-fra.pdf>

Gibbs, M. T. (2016). « Why is coastal retreat so hard to implement? Understanding the political risk of coastal adaptation pathways ». *Ocean and Coastal Management, 130*, 107–114. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.06.002>

GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] (1990). « Climate Change: The IPCC Scientific Assessment; Working Group I », J.T. Houghton, G.J. Jenkins et J.J. Ephraums (éd.). Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, New York, New York et Melbourne, Australie, 365 p. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ipcc_far_wg_I_full_report.pdf>

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2015). « Climate change ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.env.gov.bc.ca/soe/indicators/climate-change/temp.html>

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2016). « British Columbia Emergency Management System: Guide ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/public-safety-and-emergency-services/emergency-preparedness-response-recovery/embc/bcems/bcems_guide_2016_final_fillable.pdf>

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2018a). « British Columbia Drought Response Plan ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/drought-info/drought_response_plan_final.pdf>

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2018b). « Dike management ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/air-land-water/water/drought-flooding-dikes-dams/integrated-flood-hazard-management/dike-management>

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2018c). « Environmental Reporting: Trends in Timber Harvest in B.C. ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.env.gov.bc.ca/soe/indicators/land/timber-harvest.html>

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2019a). « Wildfire Season Summary ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/safety/wildfire-status/about-bcws/wildfire-history/wildfire-season-summary>

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2019b). « Major Historical Wildfires ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/safety/wildfire-status/about-bcws/wildfire-history/major-historical-wildfires>

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2020a). « 2020 Climate Change Accountability Report: Supporting Material ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/action/cleanbc/2020_accountability_report_supporting_materials_web.pdf>

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2020b). « 2020 Climate Change Accountability Report ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/action/cleanbc/2020_climate_change_accountability_report.pdf>

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2020c). « A Framework for Improving British Columbians' Standard of Living ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://news.gov.bc.ca/files/BC-Economic-Framework-2019-20.pdf>

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2020d). « A new path forward ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://declaration.gov.bc.ca/>

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2020e). « Impacts of climate change ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/climate-change/adaptation/impacts>

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2020f). « PEOPLE 2020: BC Sub-Provincial Population Projections ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/data/statistics/people-population-community/population/people_population_projections_highlights.pdf>

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2021a). « Integrated flood hazard management ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/air-land-water/water/drought-flooding-dikes-dams/integrated-flood-hazard-management>

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2021b). « Wildfire season summary ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/safety/wildfire-status/about-bcws/wildfire-history/wildfire-season-summary>

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2021c). « Community resiliency investment program ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/safety/wildfire-status/prevention/funding-for-wildfire-prevention/crip>

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2021d). « Forest carbon initiative ». Consulté en janvier 2022 sur le site https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/natural-resource-stewardship/natural-resources-climate-change/natural-resources-climate-change-mitigation/forest-carbon-initiative

Gouvernement de la Colombie-Britannique (2021e). « Tools ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/environment/natural-resource-stewardship/natural-resources-climate-change/natural-resources-climate-change-adaptation/tools>

Gouvernement du Canada (s.d.). Données et scenarios climatiques canadiens: Phase 5 du projet d'intercomparaison de modèles couplés : Ensembles Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <https://climate-scenarios.canada.ca/files/cmip5/cmip5-plots/cmip5_ensembles_canada_summary.pdf>

Gouvernement du Canada (2010). « About British Columbia First Nations ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.aadnc-aandc.gc.ca/eng/1100100021009/1314809450456>

Gouvernement du Canada (2017). Cadre Agri-relance: Initiative de rétablissement Canada – Colombie-Britannique 2017 à la suite des feux de forêt. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.canada.ca/fr/securite-publique-canada/nouvelles/2017/09/cadre_agri-relanceinitiativederetablissementcanadacolombie-brita.html>

Gouvernement du Canada (2019). Le Canada et la C.-B. travaillent en partenariat pour aider à protéger les résidents et les entreprises de Grand Forks contre les effets désastreux des inondations. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.canada.ca/fr/bureau-infrastructure/nouvelles/2019/06/le-canada-et-la-c-b-travaillent-en-partenariat-pour-aider-a-proteger-les-residents-et-les-entreprises-de-grand-forks-contre-les-effets-desastreux-d.html>

Gouvernement du Canada (2020). Programme d'adaptation aux changements climatiques des Premières Nations, projets sélectionnés pour l'exercice de 2019 à 2020. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.rcaanc-cirnac.gc.ca/fra/1594055396616/1594740730068>

Gouvernement du Canada (2021). Programme d'adaptation aux changements climatiques des Premières Nations. Consulté en janvier 2021 sur le site <https://www.rcaanc-cirnac.gc.ca/fra/1481305681144/1594738692193>

Greenan, B.J.W., James, T.S., Loder, J.W., Pepin, P., Azetsu-Scott, K., Ianson, D., Hamme, R.C., Gilbert, D., Tremblay, J-E., Wang, X.L. et Perrie, W. (2019). Changements touchant les océans qui bordent le Canada, Chapitre 7 dans *Rapport sur le climat changeant du Canada*, E. Bush et D.S. Lemmen (éd.), Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 343–423. Consulté en juin 2021 sur le site <https://changingclimate.ca/CCCR2019/chapter/7-0/>

Greenwood, M. et Lindsay, N. M. (2019). « A commentary on land, health, and indigenous knowledge(s) ». *Global Health Promotion, 26*(3_suppl), 82–86. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1177/1757975919831262>

Harford, D. et Hunter, P. (2021). « Building Equity Using Nature-based Solutions: Webinar Summary and Briefing Note ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://act-adapt.org/wp-content/uploads/2021/05/ICABCCI_BuildingEquityUsingNatureBasedSolutions_WEB.pdf>

Hagerman, S.M. et Pelai, R. (2018) « Responding to climate change in forest management: Two decades of recommendations ». *Frontiers in Ecology and the Environment, 16*, 579–587. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1002/fee.1974>

Halofsky, J., Edwards, J., Schmitt, K., Andrews-Key, S., Williamson, T., Johnston, M., Swanston, C., Peterson, D. et Nelson, H. (2018). « Adapting forest management to climate change: the state of science and applications in Canada and the United States ». *Forest Ecology and Management, 421*, 84–97. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.02.037>

Haughian, S.R., Burton, P.J., Taylor, S.W. et Curry, C. (2012). « Expected effects of climate change on forest disturbance regimes in British Columbia ». *BC Journal of Ecosystems and Management, 13,* 1–24. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.researchgate.net/publication/268035597_Expected_effects_of_climate_change_on_forest_disturbance_regimes_in_British_Columbia>

Healey, M. (2011). « The cumulative impacts of climate change on Fraser River sockeye salmon (Oncorhynchus nerka) and implications for management ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 68*, 718–737. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1139/f2011-010>

Hoff, A.R., Dymond, C.C. et Mladenoff, D.J. (2017). « Climate change mitigation through adaptation: the effectiveness of forest diversification by novel tree planting regimes ». *Ecosphere, 8*(11), e01981, 1–29. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1002/ecs2.1981>

Hotte, N., Mahony, C. et Nelson, H. (2016). « The principal-agent problem and climate change adaptation on public lands ». *Global Environmental Change, 36*, 163–174. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.01.001>

Huffington Post (2015). « B.C.'s Plan to Protect Endangered Caribou Is Flawed ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.huffingtonpost.ca/desmog-canada/endangered-caribou-flawed_b_7382470.html>

Indigenuity Consulting Group Inc. (2020). « CleanBC—Indigenous engagement sessions. "What we heard" June/July 2019 and January 2020 ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/action/cleanbc/cleanbc_indigenous_what_we_heard_report.pdf>

Jacob, C., McDaniels, T. et Hinch, S. (2010). « Indigenous culture and adaptation to climate change: sockeye salmon and the St'át'imc people ». *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 15*(8), 859–876. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s11027-010-9244-z>

Johnson, C.J., Ehlers, L.P.W. et Seip, D.R. (2015). « Witnessing extinction – Cumulative impacts across landscapes and the future loss of an evolutionarily significant unit of woodland caribou in Canada ». *Biological Conservation, 186*, 176–186. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.03.012>

Jones, R. (2019). « Climate change and Indigenous health promotion ». *Global Health Promotion, 26*(3), 73–81. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1177/1757975919829713>

Jones, R., Rigg, C. et Lee, L. (2010). « Haida marine planning: First Nations as a partner in marine conservation ». *Ecology and Society, 15*(1). Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.5751/ES-03225-150112>

Kafeety, A., Henderson, S. B., Lubik, A., Kancir, J., Kosatsky, T. et Schwandt, M. (2020). « Social connection as a public health adaptation to extreme heat events ». *Canadian Journal of Public Health*, *111*, 876–879. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.17269/s41997-020-00309-2>

Kerr Wood Leidal (2020). « North Shore Sea Level Rise Adaptive Management Strategy: Adaptation Measures Toolkit ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.dnv.org/sites/default/files/edocs/adaptation-measures-toolkit.pdf>

Kirchmeier-Young, M. C., Gillett, N. P., Zwiers, F. W., Cannon, A. J. et Anslow, F. S. (2019). « Attribution of the influence of human-induced climate change on an extreme fire season ». *Earth's Future, 7*(1), 2–10. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1029/2018EF001050>

Kitsumkalum Communications (2018). « From Glaciers to Glass Sponge Reefs ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.youtube.com/watch?v=15CxqNnFJSwandt=402s>

Klenk, N.L. (2015). « The development of assisted migration policy in Canada: An analysis of the politics of composing future forests ». *Land Use Policy, 44*, 101–109. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.12.003>

Klenk, N.L. et Larson, B.M.H. (2015). « The assisted migration of western larch in British Columbia: A signal of institutional change in forestry in Canada? ». *Global Environmental Change, 31*, 20–27. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.12.002>

Kovacs, P., Guilbault, S., Lambert, E. et Kovacs, R. (2020). « Cities adapt to extreme wildfires: Celebrating local leadership ». Institut de Prévention des Sinistres Catastrophiques, Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.iclr.org/wp-content/uploads/2020/12/Cities-Adapt-to-Extreme-WILDFIRES_Final_Dec19.pdf>

Kuloglu, T.Z., Lieffers, V.J. et Anderson, A.E. (2019). « Impact of Shortened Winter Road Access on Costs of Forest Operations ». *Forests, 10*, 447. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3390/f10050447>.

LaDuke, W. (1999). « All Our Relations: Native Struggles for Land and Life ». South End Press, Cambridge, Massachusetts, États-Unis.

Lamont, G., Readshaw, J., Robinson, C. et St-Germain, P. (2014). « Greening Shorelines to Enhance Resilience: An Evaluation of Approaches for Adaptation to Sea Level Rise ». Guide préparé par SNC-Lavalin Inc. pour le Stewardship Centre of B.C. et soumis à la Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques, Ressources naturelles Canada (AP040), 46p. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.stewardshipcentrebc.ca/PDF_docs/greenshores/Resources/Greening_Shorelines_to_Enhance_Resilience.pdf>

Langille, A.B., Arteca, E.M. et Newman, J.A. (2017). « The impacts of climate change on the abundance and distribution of the Spotted Wing Drosophila (*Drosophila suzukii*) in the United States and Canada ». *PeerJ, 5*, e3192. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.7717/peerj.3192>

Lerner, J. (éd.) (2011). « Climate Change Adaptation in Clayoquot Sound: Ahousaht, Hesquiaht, and Tla-o-qui-aht Community-based Climate Change Adaptation Plan, Phase II Report ». Preparé par Equilibrio et Ecotrust Canada pour la Première Nation Hesquiaht, Tofino, Colombie-Britannique, 226 p. Consulté en mars 2022 sur le site <https://ecotrust.ca/wp-content/uploads/2020/03/Climate-2011-ClayoquotClimAdapt_phase2_Full_Report.pdf>

Leslie, E. (2018). « Climate change adaptation and wildfire protection in Harrop-Procter ». Présentation offerte à l'assemblée publique tenue à Harrop Hall le 28 novembre 2018, Harrop Procter Community Co-op, Harrop, Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <https://hpcommunityforest.org/2018/12/03/climate-change-adaptation-and-community-wildfire-protection/>

Lewis, J.L. et Sheppard, S.R.J. (2005). « Ancient values, new challenges: Indigenous spiritual perceptions of landscapes and forest management ». *Society and Natural Resources, 18*(10), 907–920. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1080/08941920500205533>

Lewis, M., Christianson, A. et Spinks, M. (2018). « Return to flame: Reasons for Burning in Lytton First Nation, British Columbia ». *Journal of Forestry, 116*(2), 143–150. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1093/jofore/fvx007>

Linham, M.M. et Nicholls, R.J. (2010). Les Technologies pour l'Adaptation au Changement Climatique – L'érosion et l'inondation des côtes, Série des Livrets TNA, X. Zhu (éd.). Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), 150 p. Consulté en juin 2021 sur le site < https://tech-action.unepdtu.org/wp-content/uploads/sites/2/2019/06/9-coastal-erosion-french.pdf >

Initiative de leadership autochtone (s.d.). Le programme les gardiens autochtones. Consulté en juin 2021 sur le site < https://www.nationaliteautochtone.ca/gardiens >

*Loi sur les Indiens*, LRC 1985, c I-5. Consulté en octobre 1, 2021 sur le site <https://www.canlii.org/fr/ca/legis/lois/lrc-1985-c-i-5/160991/lrc-1985-c-i-5.html>

Lokman, K., et Tomkins, K. (2020). « Clam Gardens: An Alternative Approach to Coastal Adaptation ». *Journal of Architectural Education, 74*(1), 129–132. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1080/10464883.2020.1693840>

MacKenzie, W. H. et Mahony C. R. (2020). « An ecological approach to climate change-informed tree species selection for reforestation ». *Forest Ecology and Management, 481*. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118705>

Mahoney, C.R., Mackenzie, W.H. et Aiken, S.N. (2018). « Novel climates: Trajectories of climate change beyond the boundaries of British Columbia's forest management knowledge system ». *Forest Ecology and Management, 410*, 35–47. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.12.036>

Marsden, T. (2006). « From the land to the Supreme Court, and back again: Defining meaningful consultation with First Nations in northern British Columbia » (thèse de doctorat). University of Northern British Columbia. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.24124/2006/bpgub407>

Marushka, L., Kenny, T., Batal, M., Cheung, W.W.L., Fediuk, K., Golden, C.D., Salomon, A.K., Sadik, T., Weatherdon, L.V. et Chan, H.M. (2019). « Potential impacts of climate-related decline of seafood harvest on nutritional status of coastal First Nations in British Columbia ». *PLoS ONE, 14*(2), 1–24. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211473>

Mascarenhas, M. (2007). « Where the waters divide: First Nations, tainted water and environmental justice in Canada ». *Local Environment 12*(6), 565–577. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1080/13549830701657265>

Masood, S., van Zuiden, T.M., Rodgers, A.R. et Sharma, S. (2017). « An uncertain future for woodland caribou (*Rangifer tarandus caribou*): The impact of climate change on winter distribution in Ontario ». *Rangifer 37*(1), 11–30. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.7557/2.37.1.4103>

McHalsie, A. (2007). « We Have to Take Care of Everything That Belongs to Us » dans *Be of Good Mind: Essays on the Coast Salish*, B.G. Miller (éd.). UBC Press, Vancouver, Colomie-Britannique.

Mercer Clarke, C.S.L., Manuel, P. et Warren, F.J. (2016). Le défi côtier, Chapitre 3 dans *Le littoral maritime du Canada face à l'évolution du climat*, D.S. Lemmen, F.J. Warren, T.S. James et C.S.L. Mercer Clarke (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 70–99. Consulté en février 2022 sur le site <http://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2016/Coastal_Assessment_Chapitre3_Defi_cotier.pdf>

Meidinger, D.V. et Pojar, J. (éd.) (1991). « Ecosystems of British Columbia ». Special Report Series 06, B.C. Ministry of Forests, Victoria, Colombie-Britannique. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/Srs/Srs06.pdf>

Metro Vancouver (2016). « Climate projections for Metro Vancouver ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.metrovancouver.org/services/air-quality/AirQualityPublications/ClimateProjectionsForMetroVancouver.pdf>

Metro Vancouver (2018). « Climate 2050 strategic framework ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.metrovancouver.org/services/air-quality/AirQualityPublications/AQ_C2050-StrategicFramework.pdf>

Metsaranta, J. M., Dymond, C.C., Kurz, W.A. et Spittlehouse, D.L. (2011). « Uncertainty of 21st century growing stocks and GHG balance of forests in British Columbia, Canada resulting from potential climate change impacts on ecosystem processes ». *Forest Ecology and Management, 262*, 827–837. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.05.016>

Moore, R.D., Spittlehouse, D.L., Whitfield, P.H. et Stahl, K. (2010). « Weather and climate », Chapitre 3 dans *Compendium of Forest Hydrology and Geomorphology in British Columbia*, R.G. Pike, T.E. Redding, R.D. Moore, R.D. Winkler et K.D. Bladon (éd.). B.C. Ministry of Forests and Range, Forest Science Program., Victoria, Colombie-Britannique, et FORREX Forest Research Extension in Natural Resources, Kamloops, Colombie-Britannique. Land Management Handbook 66. Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/Lmh/Lmh66.htm>

Morrison, J., Quick, M.C. et Foreman, M.G.G. (2002). « Climate change in the Fraser River watershed: Flow and temperature projections ». *Journal of Hydrology, 263*(1), 230–244. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/S0022-1694(02)00065-3>

Munro, P., Forage, T.A., Jones, M.D. et Nelson L.M. (2020) « Soil biota from newly established orchards are more beneficial to early growth of cherry trees than biota from older orchards ». *Applied Soil Ecology, 155,* 103558. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103658>

Nakashima, D.J., Galloway McLean, K., Thulstrup, H.D., Ramos Castillo, A. et Rubis, J.T. (2012). « Weathering Uncertainty: Traditional Knowledge for Climate Change Assessment and Adaptation ». UNESCO, Paris, France et UNU, Darwin, Australie, 120 p. Consulté en juin 2021 sur le site <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000216613>

Neilsen, D., Smith, S., Bourgeois, G., Qian, B., Cannon, A., Neilsen, G. et Losso, I. (2017). « Modeling changing suitability for tree fruits in complex terrain ». *Acta Horticulturae*, *1160,* 207–214. Consulté en mars 2022 sur le site <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1160.30>

Neilsen, D., Bakker, M., Van der Gulik, T., Smith, S., Cannon, A., Losso, I. et Warwick Sears, A. (2018). « Landscape based agricultural water demand modeling—A tool for water management decision making in British Columbia, Canada ». *Frontiers in Environmental Science, 6*. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00074>

Nelson, H., Hopkins, K. et Macaulay, C. (2014). « Informing forest management policy, practice and professionals in BC: Results from the ABCPF survey on barriers to adaptation ». *BC Forest Professional*, *21*, 6. Consulté en juin 2021 sur le site <https://abcfp.ca/WEB/abcfp/Files/magazine/BCFORPRO-2014-6_FullMagazine.pdf>

Nelson, H., Williamson, T., Macaulay, C. et C. Mahony. (2016). « Assessing the potential for forest management practitioner participation in climate change adaptation ». *Forest Ecology and Management, 360*, 388–399. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.09.038>

Nelson, L. (2018). « Expanding cherry production in British Columbia under climate change: Final Report. BC Farm Adaptation Innovator Program ». University of British Columbia, campus Okanagan. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bcagclimateaction.ca/wp/wp-content/media/FI12-Expanding-Cherry-Production-BC-Climate-Change-2018-report.pdf>

Newton, C. (2018). « Wilderness Committee applauds West Moberly and Saulteau caribou recovery ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://energeticcity.ca/2018/02/19/wilderness-committee-applauds-west-moberly-and-saulteau-caribou-recovery-efforts/>

Nichol, E., et Harford, D. (2016). « Low carbon resilience: Transformative climate change planning for Canada ». ACT, Université Simon Fraser. Consulté en juin 2021 sur le site <https://act-adapt.org/wp-content/uploads/2016/11/low_carbon_resilience_13.pdf>

Noestheden, M., Noyovitz,B., Riordan-Short, S., Dennis, E.G. et Zandberg, W.F. (2018). « Smoke from simulated forest fire alters secondary metabolites in *Vitis vinifera L.* berries and wine ». *Planta*, *248*, 1537–1550. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s00425-018-2994-7>

Northwest Hydraulic Consultants (2009). « Lower Cowichan/Koksilah Rivers Integrated Flood Management », Rapport final préparé pour le Cowichan Valley Regional District, 34 p. Consulté en mars 2022 sur le site <https://cowichanwatershedboard.ca/wp-content/uploads/2019/04/LowerCowichan-KoksilahRiverIntegratedFloodManagementPlan-FinalReport-Sept2009.pdf>

Northwest Hydraulic Consultants (2016a). « Lower Mainland flood management strategy project 2: Regional assessment of flood vulnerability ». Rapport final préparé pour le Fraser Basin Council. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.fraserbasin.bc.ca/_Library/Water_Flood_Strategy/Regional_Assessment_of_Flood_Vulnerability_April_25_2016_web.pdf>

Northwest Hydraulic Consultants (2016b). « Freshet flooding and Fraser Valley Agriculture: Evaluating Impacts and Options for Resilience Study ». Rapport final préparé pour le Fraser Valley Regional District. Consulté en juin 2021 sur le site < https://bcclimatechangeadaptation.ca/wp-content/uploads/2022/Resources/FV02-Freshet-Flooding-Agriculture-Impacts-report2016.pdf >

Nyland, D. et Nodelman, J.R. (2017). La Colombie-Britannique, Chapitre 4 dans *Risques climatiques et pratiques en matière d'adaptation pour le secteur canadien des transports 2016*, K. Palko et D.S. Lemmen (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 66–103. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2016/Chapter-4f.pdf>

Oulahen, G., Klein, Y., Mortsch, L., O'Connell, E. et Harford, D. (2018). « Barriers and Drivers of Planning for Climate Change Adaptation across Three Levels of Government in Canada ». *Planning Theory and Practice, 19*(3), 405–421. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1080/14649357.2018.1481993>

O'Neill, G.A., Ukrainetz, N.K., Carlson, M.R., Cartwright, C.V., Jaquish, B.C., King, J.N., Krakowski, J., Russell, J.H., Stoehr, M.U., Xie, C. et Yanchuk, A.D. (2008). « Assisted migration to address climate change in British Columbia: recommendations for interim seed transfer standards ». Rapport technique 048, BC Ministry of Forests and Range Forest Science Program, Victoria, Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/Tr/Tr048.htm>

O'Neill, G., Wang, T., Ukrainetz, N., Charleson, L., McAuley, L., Yanchuk, A. et Zedel, S. (2017). « A proposed climate-based seed transfer system for British Columbia ». Rapport technique 099, Province de la Colombie-Britannique, Victoria, Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/Tr/Tr099.htm>

Pacific Climate Impacts Consortium (2017a). « Climate extremes in the Columbia Basin – summary report ». Université de Victoria, Victoria, Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.pacificclimate.org/sites/default/files/publications/Summary-Climate_Extremes_in_the_Columbia_Basin.pdf>

Pacific Climate Impacts Consortium (2017b). « Climate extremes in the Georgia Basin – summary report ». Université de Victoria, Victoria, Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <https://pacificclimate.org/sites/default/files/publications/Summary-Climate_Extremes_in_the_Georgia_Basin-Final.pdf>

Pacific Climate Impacts Consortium (2020). « Weather Files ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.pacificclimate.org/data/weather-files>

Pacific Institute for Climate Solutions (2021). « Coastal Adaptation: Living with Water ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://pics.uvic.ca/projects/coastal-adaptation-living-water>

Parkins, J. R. (2008). « The metagovernance of climate change: institutional adaptation to the mountain pine beetle epidemic in British Columbia ». *Journal of Rural and Community Development, 3*(2). Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.researchgate.net/publication/228655840_The_Metagovernance_of_Climate_Change_Institutional_Adaptation_to_the_Mountain_Pine_Beetle_Epidemic_in_British_Columbia>

Partners for Action (2019). « Climate Change and First Nations Communities; University of Waterloo ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://floodsmartcanada.ca/climate-change-and-first-nation-communities/>

Pearce, C. et Krishnaswamy, A. (2011). « LINK News: Guidebook for forest-based communities on climate change adaptation ready for testing in selected locations ». *BC Journal of Ecosystems and Management, 12*(2), vi–vii. Consulté en juin 2021 sur le site <http://jem.forrex.org/index.php/jem/article/view/133/75>

Pedlar, J. H., Mckenney, D.W., Aubin, I., Beardmore, T., Beaulieu, J., Iverson, L., O 'Neill, G. A., Winder, R. S. et Ste-Marie, C. (2012). « Placing forestry in the assisted migration debate ». *Bioscience, 62*(835). Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.9.10>

Peters, R.L. (1985). « The greenhouse effect and nature reserves ». *Bioscience, 35*, 707–717. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.orghttps://doi.org/10.2307/1310052/10.2307/1310052>

Philip, S.Y., Kew, S.F., van Oldenborgh, G.J., Yang, W., Vecchi, G.A., Anslow, F.S., Li, S., Seneviratne, S.I., Luu, L.N., Arrighi, J., Singh, R., Aalst, V., Hauser, M., Schumacher, D.L., Marghidan, C.P., Ebi, K.L., Vautard, R., Tradowsky, J., Coumou, D., Lehner, F., Wehner, M., Rodell, C., Stull, R., Howard, R., Gillett, N. et Otto, F.E.L. (2021). « Rapid attribution analysis of the extraordinary heatwave on the Pacific Coast of the US and Canada June 2021 ». World Weather Attribution, June, 119–123. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/NW-US-extreme-heat-2021-scientific-report-WWA.pdf>

Pike, R.G., Bennet, K.E., Redding, T.E., Werner, A.T., Spittlehouse, D.L., Moore, R.D., Murdock, T.Q., Beckers, J., Smerdon, B.D., Bladon, K.D., Foord, V.N., Campbell, D.A. et Tschaplinski, P.J. (2010). « Climate Change Effects on Watershed Processes in British Columbia », Chapitre 19 dans *Compendium of Forest Hydrology and Geomorphology in British Columbia*, R.G. Pike, T.E. Redding, R.D. Moore, R.D. Winkler et K.D. Bladon (éd.). B.C. Ministry of Forests and Range, Forest Science Program, Victoria, Colombie-Britannique et FORREX Forest Research Extension in Natural Resources, Kamloops, Colombie-Britannique, Land Management Handbook 66. Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/Lmh/Lmh66.htm>

Pinna Sustainability (2014). « The future of atmospheric rivers and actions to reduce impacts on British Columbians ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.pacificclimate.org/sites/default/files/publications/Atmospheric_Rivers-Final.pdf>

Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (2019a). Communiqué de presse : Le dangereux déclin de la nature: Un taux d'extinction des espèces « sans précédent » et qui s'accélère. Consulté en juin 2021 sur le site <https://ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment-Fr>

Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (2019b). « Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services », E. Brondízio, J. Settele, S. Diaz, et H.T. Ngo (éd.). IPBES Secretariat, Bonn, Allemagne. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>

Pollard, D.F.W. (1991). « Forestry in British Columbia: planning for the future climate today ». *The Forestry Chronicle 67*, 336–341. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.5558/tfc67336-4>

Powell, G.W. (2018). « Priority Pests of the Cariboo-Chilcotin Final Report ». BC Agriculture and Food Climate Action Initiative. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.bcagclimateaction.ca/wp/wp-content/media/CB09-Priority-Pests-2018-report.pdf>

Price, K. et D. Daust. (2019). « Applying climate change information in resource management: user needs survey ». Rapport technique 126, province de la Colombie-Britannique, Victoria, Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/Tr/Tr126.htm>

Régie de l'énergie du Canada (2020). Profils énergétiques des provinces et territoires – Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.cer-rec.gc.ca/fr/donnees-analyse/marches-energetiques/profils-energetiques-provinces-territoires/profils-energetiques-provinces-territoires-colombie-britannique.html>

Reguero, B.G., Beck, M.W., Bresch, D.N., Calil, J. et Meliane, I. (2018). « Comparing the cost effectiveness of nature-based and coastal adaptation: A case study from the Gulf Coast of the United States ». *PLoS ONE, 13*(4), 1–24. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192132>

Rehfeldt, G.E. et Jaquish, B.C. (2010). « Ecological impacts and management strategies for western larch in the face of climate-change ». *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 15*, 283–306. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s11027-010-9217-2>

Reid, M.G., Hamilton, C., Reid, S.K., Trousdale, W., Hill, C., Turner, N., Picard, C.R., Lamontagne, C. et Matthews, H.D. (2014). « Indigenous climate change adaptation planning using a values-focused approach: a case study with the Gitga'at nation ». *Journal of Ethnobiology, 34*(3), 401–425. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.2993/0278-0771-34.3.401>

Richter, B. (2020). « Almost 7 years later, North Van's Harbourside development to start construction ». North shore news. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.nsnews.com/local-news/almost-7-years-later-north-vans-harbourside-development-to-start-construction-3127680>

Ross, T. (2017). « La Niña, the Blob and another warmest year », dans *États des ressources physiques et biologiques et de certaines ressources halieutiques des écosystèmes des eaux canadiennes du Pacifique en 2015*, P.C. Chandler, S.A. King et R.I. Perry (éd.). Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques, 3225, 30–34. Consulté en juin 2020 sur le site <https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/40617944.pdf>

Rutledge, A. (2017). « Re-imagining the Shoreline: Opportunities for Managed Retreat ». HazNet. Consulté en juin 2021 sur le site <http://haznet.ca/re-imagining-the-shoreline-opportunities-for-managed-retreat/>

Ryan, N., Clark, D.G., Bourque, J., Coffman, D., et Beugin, D. (2021). Submergés : Les coûts des changements climatiques pour l'infrastructure au Canada. Institut canadien pour des choix climatiques, Ottawa, Ontario. Consulté en janvier 2022 sur le site < https://choixclimatiques.ca/wp-content/uploads/2021/09/Infrastructure-FRENCH-report-Sept-28.pdf >

Sanderson, D., Picketts, I.M., Déry, S.J., Fell, B., Baker, S., Lee-Johnson, E. et Auger, M. (2015). Les changements climatiques et les ressources en eau dans la Première nation Stellat'en, Colombie-Britannique, Canada: les connaissances issues de la science occidentale et des savoirs traditionnels. *The Canadian Geographer/Le Géographe canadien, 59*(2), 136–150. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/cag.12142>

Sankey, S. (2018). « Blueprint for wildland fire science in Canada (2019–2029) ». Centre de foresterie du Nord, Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada, Edmonton, Alberta. Consulté en mars 2022 sur le site <https://d1ied5g1xfgpx8.cloudfront.net/pdfs/39429.pdf>

Sawyer, D., Ness, R., Clark, D. et Beugin, D. (2020). La pointe de l'iceberg. Institut canadien pour des choix climatiques. Consulté en juin 2021 sur le site <https://choixclimatiques.ca/wp-content/uploads/2020/12/COCC-Final-FRENCH-1209.pdf>

Schaepe, D. M. (2007). « Stó:lō Identity and the Cultural Landscape of S'ólh Téméxw » *in Be of Good Mind: Essays on the Coast Salish*, B.G. Miller (éd.) UBC Press, Vancouver, Colombie-Britannique.

Schmunk, R. (2021). « Historic flooding in southern B.C., by the numbers ». CBC News. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/flooding-mudslides-bc-by-the-numbers-1.6252453>

Scholefield, J., Dessureault, M., Ibarra, S. et Meberg, H. (2017a). « Fraser Valley Agricultural Pest Assessment (Activities, Gaps and Priorities): Final Report ». E.S. Cropconsult Ltd. Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.llbc.leg.bc.ca/public/pubdocs/bcdocs2017/669134/fv04-fraser-valley-pest-assessment-report2017.pdf >

Scholefield, J., Ma, K. et Dessureault, M. (2017b). « Fraser Valley Pest Assessment Inventory – Pest Analysis ». E.S. Cropconsult Ltd. Consulté en juin 2021 sur le site <https://farmwest.com/wp-content/uploads/2020/09/FV05-Pest-Assessment-Inventory-Analysis-2018.pdf>

Schuster, R., Germain, R. R., Bennett, J. R., Reo, N. J. et Arcese, P. (2019). « Vertebrate biodiversity on indigenous-managed lands in Australie, Brazil, and Canada equals that in protected areas ». *Environmental Science and Policy, 101*, 1–6. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.rcinet.ca/en/wp-content/uploads/sites/3/2019/07/Schuster-et-al-Indigenous-lands.pdf>

Shakesby, R. A. et Doerr, S. H. (2006). « Wildfire as a hydrological and geomorphological agent ». *Earth-Science Reviews, 74*(3-4), 269–307. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2005.10.006>

Shannon, P.D., Swanston, C.W., Janowiak, M.K., Handler, S.D., Schmitt, K.M., Brandt, L.A., Butler-Leopold, P.R. et Ontl, T. (2019). « Adaptation strategies and approaches for forested watersheds ». *Climate Services, 13*, 51-64 Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2019.01.005>

Shrestha, R.R., Schnorbus, M.A., Werner, A.T. et Berland, A.J. (2012). « Modelling spatial and temporal variability of hydrologic impacts of climate change in the Fraser River basin, British Columbia, Canada ». *Hydrological Processes, 26*(12), 1840–1860. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1002/hyp.9283>

Simms, R., Harris, L., Joe, N. et Bakker, K. (2016). « Navigating the Tensions in Collaborative Watershed Governance: Water Governance and Indigenous Communities in British Columbia, Canada », *Geoforum* 73, 6–16. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2016.04.005>

Smith, D.A. (2001). « Salmon Populations and the Stó:lo Fishery » dans *A Stó:lo Coast Salish Historical Atlas*, K. Carlson (éd.). Douglas & McIntyre, Vancouver, Colombie-Britannique.

Spittlehouse, D.L. (2005). « Integrating climate change adaptation into forest management ». *The Forestry Chronicle, 81*, 691–695. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.5558/tfc81691-5>

Spittlehouse, D.L. (2008). « Climate change, impacts, and adaptation scenarios: climate change and forest and range management in British Columbia ». Rapport technique TR045, Research Branch, B.C. Ministry of Forests and Range Forest Science Program, Victoria, Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/Tr/Tr045.htm>

Spittlehouse, D.L. et Pollard, D.W.F. (éd.). (1989). « Climate change in British Columbia - Implications for the forest sector: Developing a framework for response ». FRDA Report 075, B.C. Ministry of Forests, Victoria, Colombie-Britannique. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/Frr/FRR075.pdf>

Statistique Canada (2017). Série «Perspective géographique», Recensement de 2016. No. au catalogue : 98-404-X2016001, Statistique Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/as-sa/fogs-spg/Facts-can-fra.cfm?Lang=Fra&GK=CAN&GC=01&TOPIC=7

Statistique Canada (2019). Produit intérieur brut (PIB) aux prix de base, par industries, provinces et territoires, part en pourcentage. Tableau : 36-10-0400-01, Statistique Canada. Ottawa, Ontario. Data products, 2016 Census. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=3610040001&request_locale=fr>

Stocks, B. et Martell, D. (2016). « Forest fire management expenditures in Canada: 1970–2013 ». *Forestry Chronicle, 92*, 298–306. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.5558/tfc2016-056>

Stralberg, D., Berteaux, D., Drever, C., Drever, M., Naujokaitis-Lewis, I., Schmiegelow, F.K.A. et Tremblay, J.A. (2019). « Conservation planning for boreal birds in a changing climate: a framework for action ». *Avian Conservation and Ecology, 14*(1), 13. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.5751/ACE-01363-140113>

Sturrock, R.N., Frankel, S.J., Brown, A.V., Hennon, P.E., Kliejunas, J.T., Lewis, K.J., Worrall, J.J. et Woods, A.J. (2011). « Climate change and forest diseases ». *Plant Pathology*, *60*, 133–149. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02406.x>

The Cowichan Tribes, the City of Duncan, the Cowichan Valley Regional District and the District of North Cowichan (2010) « Lower Cowichan/Koksilah Rivers Integrated Flood Management » [Protocole d'entente]. Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.cvrd.ca/DocumentCenter/View/7997/MOU---Cowichan-Koksilah-Flood-Management?bidId=>

Thistlethwaite, J., Henstra, D. et Ziolecki, A. (2020). « Managed retreat from high-risk flood areas: Design considerations for effective property buyout programs ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.cigionline.org/sites/default/files/documents/PB no 158.pdf>

Thom, B. et Cameron, L. (1997). « Changing Land Use in S'ólh Téméxw (Our Land): Population, Transportation, Ecology and Heritage » dans *You Are Asked to Witness: The Stó:lō in Canada's Pacific Coast History*, K, Carlson (éd.). Stó:lō Heritage Trust, Chilliwack, Colombie-Britannique, 163–180.

Toquaht Nation (2018). « Toquaht Nation Coastal Adaptation Plan ». Toquaht Nation. Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.toquaht.ca/toquaht-nation-coastal-adaptation-plan/>

Turner, N. (1999). « Time to burn: Traditional use of fire to enhance resource production by Aboriginal peoples in British Columbia » dans *Indians, fire, and the land in the Pacific Northwest*, R. Boyd (éd.). Oregon State University Press, Corvallis, Oregon, États-Unis, 185–218.

Turner, N.J. et Clifton H. (2009). « "It's so different today": Climate change and indigenous lifeways in British Columbia, Canada ». *Global Environmental Change, 19*, 180–190. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.01.005>

Tymstra, C., Stocks, B., Cai, X. et Flannigan, M. (2020). « Wildfire management in Canada: Review, challenges and opportunities ». *Progress in Disaster Science, 5.* Consulté en juin 2021 sur le site <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdisas.2019.100045>

Université de la Colombie-Britannique (2022) « ClimateBC and Bioclimatic Envelope Modelling ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://cfcg.forestry.ubc.ca/projects/climate-data/climatebc-and-bioclimatic-envelope-modelling/>

UBCM [Union of BC Municipalities] (2020). « UBCM Special Committee on Climate Action Recommendations ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.ubcm.ca/sites/default/files/2021-05/SCCA%20Recommendations%20Nov%202020%20FV.pdf>

UBCM [Union of BC Municipalities] (2021). « Community to Community Forum ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.ubcm.ca/EN/main/funding/lgps/community-to-community-forum.html>

Vadeboncoeur, N. (2016). Perspectives relatives à la région de la côte ouest du Canada, Chapitre 6 dans *Le littoral maritime du Canada face à l'évolution du climat*, D.S. Lemmen, F.J. Warren, T.S. James et C.S.L.M. Clarke (éd.). Government of Canada, Ottawa, Ontario, 297–252. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2016/Coastal_Assessment_Chapitre6_RegionOuest.pdf >

Ville de Prince George (2021). « City of Prince George integrated stormwater management plan ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.princegeorge.ca/City Services/Documents/Utilities/PGDOCS -594728-v1-P19-076_ISMP_Guiding_Document_Roadmap_Final_PDF_Aug_2021.pdf>

Ville de Surrey (2018a). « Mud Bay », Chapitre 1 dans *Surrey Coastal Flood Adaptation Strategy (CFAS) Primer Part II: Options*. Villle de Surrey, Colombie-Britannique. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.surrey.ca/sites/default/files/media/documents/CFAS-primerpart2.pdf>

Ville de Surrey (2018b). « Surrey Coastal Flood Adaptation Strategy ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.surrey.ca/services-payments/water-drainage-sewer/flood-control/coastal-flood-adaptation-strategy>

Ville de Surrey (2019). « Coastal Flood Adaptation Strategy Final Report ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.surrey.ca/sites/default/files/media/documents/CFASFinalReportNov2019.pdf>

Ville de Surrey (2022). « Development permit areas ». Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.surrey.ca/renovating-building-development/land-planning-development/surrey-official-community-plan/development-permit-areas>

Walker, I.J. et Sydneysmith, R. (2008). Colombie-Britannique, Chapitre 8 dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada*, D.S. Lemmen, F.J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario. 329–386. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2007/pdf/ch8_f.pdf>

Wall, G. (éd.) (1992). « Implications of Climate Change for Pacific Northwest Forest Management ». Document hors série No. 15, département de la géographie, Université de Waterloo, Ontario.

Wang, T., Campbell, E.M., O'Neill, G.A. et Aitken, S.N. (2012). « Projecting future distributions of ecosystem climate niches: Uncertainties and management applications ». *Forest Ecology and Management, 279*, 128–140. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.05.034>

Wang, T., Hamann, A., Spittlehouse, D.L. et Carroll, C. (2016). « Locally downscaled and spatially customizable climate data for historical and future periods for North America ». *PLoS ONE*. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156720>

Watershed Governance Dispatch (2019). « Cowichan Valley Regional District establishes new drinking water and watershed protection service ». POLIS Project on Ecological Governance, Université de Victoria, Victoria, Colombie-Britannique. Consulté en mars 2022 sur le site <https://poliswaterproject.org/files/2019/01/CVRD_Dispatch_FINAL_updated-1.pdf>

Warren, F. et Lulham, N. (éd.) (2021). Le Canada dans un climat en changement : Rapport sur les enjeux nationaux. Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en février 2022 sur le site <https://changingclimate.ca/national-issues/fr/>

Weatherdon, L.V., Ota, Y., Jones, M.C., Close, D.A. et Cheung, W.W. (2016). « Projected scenarios for coastal First Nations' fisheries catch potential under climate change: management challenges and opportunities ». *PloS One, 11*(1), e0145285. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145285>

West Coast Environmental Law (2018). « Jurisdiction in coastal BC ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.wcel.org/sites/default/files/publications/2018-05-coastaljurisdiction-infographic-updated.pdf>

Whitney, C.K., Frid, A., Edgar, B.K., Walkus, J., Siwallace, P., Siwallace, I.L. et Ban, N.C. (2020). « "Like the plains people losing the buffalo": Perceptions of climate change impacts, fisheries management, and adaptation actions by Indigenous peoples in coastal British Columbia, Canada ». *Ecology and Society, 25*(4), 1–17. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.5751/ES-12027-250433>

Wildcat, D.R. (2013). « Introduction: climate change and indigenous peoples of the USA ». *Climatic Change. 120*, 509–515 DOI 10.1007/s10584-013-0849-6. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.nncap.arizona.edu/sites/default/files/pdf/Introduction%20-%20climate%20change%20and%20indigenous%20peoples%20of%20the%20USA.pdf>

Williams, R. et Clarricoates, J.L. (2002). « Ktunaxa Kinbasket Treaty Council Huckleberry Use Study ». B.C. Ministry of Forests, Victoria, Colombie-Britannique.

Williamson, T. et Nelson, H. (2017). « Barriers to enhanced and integrated climate change adaptation and mitigation in Canadian forest management ». *Canadian Journal of Forest Research*, *47*(12), 1567–1576. Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.nrcresearchpress.com/doi/full/10.1139/cjfr-2017-0252#.WgJWnxNSzUY>

Williamson, T.B., Colombo, S.J., Duinker, P.N., Gray, P.A., Hennessey, R.J., Houle, D., Johnston, M.H., Ogden, A.E. et Spittlehouse, D.L. (2009). Les changements climatiques et les forêts du Canada: des impacts à l'adaptation. Réseau de gestion durable des forêts et Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Nord, Edmonton, Alberta, 112p. Consulté en mars 2022 sur le site <https://d1ied5g1xfgpx8.cloudfront.net/pdfs/29617.pdf >

Wilson, B. (2019). « DamXan gud.ad t'alang hllGang.gulXads Gina Tllgaay (Working together to make it a better world) ». Thèse de maîtrise autochtone/Haida non publiée, Université Simon Fraser. Consulté en juin 2021 sur le site <https://theses.lib.sfu.ca/5248/show> et <https://pics.uvic.ca/fellowships/graduate/sfu/1084>

Woods, J.R. (2001). « Sumas Lake Transformations » dans *A Stó:lo Coast Salish Historical Atlas*, K. Carlson (éd.). Douglas & McIntyre, Vancouver, Colombie-Britannique.

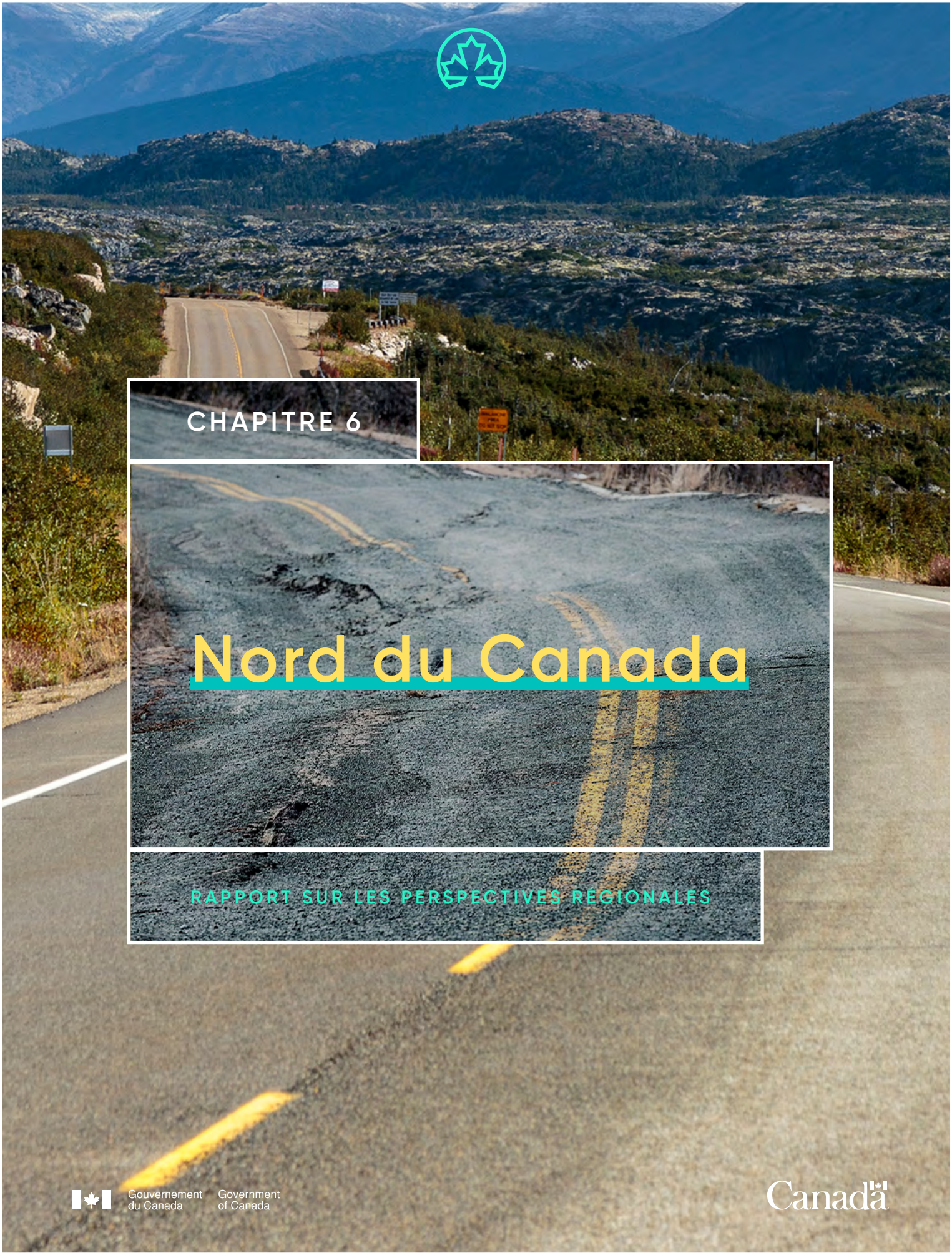
Woods, A.J., Heppner, D., Kope, H.H., Burleigh, J. et MacLauchlan, L. (2010). « Forest health and climate change: A British Columbia perspective ». *The Forestry Chronicle, 86(4)*, 412–422. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.5558/tfc86412-4>

Yumagulova, L. (2018). « Todd Kuiack, Emergency Management Director - Indigenous Services Canada ». *HazNet, 10*(1). Consulté en juin 2021 sur le site <http://haznet.ca/wp-content/uploads/2018/05/Spring-2018-Vol.10-No.-1-Web-version-single-pages.pdf>

Yumagulova, L. (2019). « Recovering from the worst BC flooding in modern history: A story of teamwork and cooperation ». *HazNet*. Consulté en juin 2021 sur le site <http://haznet.ca/recovering-worst-bc-flooding-modern-history-story-teamwork-cooperation/>

Yumagulova, L. (2020). « Disrupting the riskscapes of inequities: A case study of planning for resilience in Canada's Metro Vancouver region ». *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 293–318. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1093/cjres/rsaa029>

Zhang, X., Flato, G., Kirchmeier-Young, M., Vincent, L., Wan, H., Wang, X., Rong, R., Fyfe, J., Li, G. et Kharin, V.V. (2019). Les changements de températures et de précipitations au Canada, Chapitre 4 dans *Rapport sur le climat changeant du Canada*, E. Bush et D.S. Lemmen (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario. 112–193. Consulté en juin 2021 sur le site <https://changingclimate.ca/CCCR2019/fr/chapitre/4-0/>



CHAPITRE 6

# Nord du Canada

RAPPORT SUR LES PERSPECTIVES RÉGIONALES

Gouvernement du Canada
Government of Canada

Canada

## Auteure coordonnatrice principale

Bronwyn Hancock, Ph. D. (Université du Yukon)

## Auteurs collaborateurs

Winston (Barry) Andersen (résident du Nunatsiavut)

Fabrice Calmels, Pd. D. (Université du Yukon)

Joe Collier (Université du Yukon)

Ashlee Cunsolo, Ph. D. (Université Memorial, campus du Labrador)

Sam Darling, Ph. D. (Université McGill)

Jackie Dawson, Ph. D. (Université d'Ottawa)

Gwenn Flowers, Ph. D. (Université Simon-Fraser)

Mary Gamberg (Gamberg Consulting)

Gwen Healey, Pd. D. (Qaujigiartiit Health Research Centre)

Brian Horton (Université du Yukon)

Courtney Howard, Ph. D. (Université de Calgary)

Stephanie Irlbacher-Fox, Ph. D. (Hotıì ts'eeda)

Jill Johnstone, Ph. D. (Université du Yukon et Université de Alaska Fairbanks)

Eric Labrecque (Yukon Energy Corporation, précédemment avec l'Université du Yukon)

Lisa Loseto, Ph. D. (ministère des Pêches et des Océans du Canada)

Rachel MacNeill (Hotıì ts'eeda)

Kristeen McTavish (Gouvernement du Nunatsiavut)

Jacqueline Middleton, Ph. D. (Université de Guelph)

Pitseolak Pfeifer (Inuit Solutions)

Jamie Snook, Ph. D. (Torngat Wildlife, Plants and Fisheries Secretariat)

Lindsay Staples (North\West Resources Consulting Group)

Maciej Stetkiewicz (Université du Yukon)

Alison Perrin (Université du Yukon)

Carmen Wong, Ph. D. (Parcs Canada)

## Citation recommandée

Hancock, B., Andersen, W.(B.), Calmels, F., Collier, J., Cunsolo, A., Dawson, J., Darling, S., Flowers, G., Gamberg, M., Perrin, A., Healey, G., Horton, B., Howard, C., Irlbacher-Fox, S., Johnstone, J., Labrecque, E., Loseto, L., MacNeill, R., McTavish, K., Middleton, J., Pfeifer, P., Snook, J., Staples, L., Stetkiewicz, M. et Wong, C. (2022). Le Nord du Canada; Chapitre 6 dans Le Canada dans un climat en changement : Le rapport sur les Perspectives régionales, (éd.) F.J. Warren, N. Lulham, D.L. Dupuis et D.S. Lemmen; Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario).

# Table des matières

Messages clés 513

Préface : un message au sujet de l'urgence de la situation de la part de l'auteure coordonnatrice principale 514

6.1 Introduction 515

6.1.1 Qu'est-ce que le « *Nord* »? 519

6.2 Les changements climatiques ont de graves conséquences sur les paysages et les écosystèmes du Nord 522

6.2.1 Impacts sur la cryosphère 522

6.2.2 Impacts sur les écosystèmes marins 528

6.2.3 Impacts sur la végétation 530

6.2.4 Impacts sur les animaux terrestres 534

6.2.5 Répercussions en cascade 535

6.3 Les impacts sur la santé intensifient et amplifient les inégalités dans le Nord 536

6.3.1 Introduction 536

6.3.2 Santé mentale 537

Étude de cas 6.1 : Documentaire *Attutauniujuk Nunami/Lament for the Land* 537

6.3.3 Insécurité alimentaire 539

Étude de cas 6.2 : Programmes communautaires de congélation au Nunatsiavut 540

6.3.4 Préoccupations en matière de santé liées aux contaminants 542

6.3.5 Risques pour la santé liés aux incendies de forêt 543

6.4 La sécurité des déplacements dans le Nord est menacée par les changements climatiques 544

6.4.1 Introduction 544

6.4.2 De nouveaux dangers menacent les connaissances en matière de déplacements sécuritaires dans le Nord 544

Étude de cas 6.3 : Perspective sur les risques pour la sécurité publique à Makkovik, Nunatsiavut 545

Étude de cas 6.4 : Amélioration de la résilience climatique de la route Dempster 550

6.5 Les habitants du Nord sont des leaders et des innovateurs en matière d'adaptation aux changements climatiques 552

6.5.1 Dévolution et autodétermination autochtones 552

Étude de cas 6.5 : Extrait de « La gouvernance autochtone comme stratégie d'adaptation aux changements climatiques » 553

6.5.2 Évaluation d'impact et cogestion 554

Étude de cas 6.6 : Approches de cogestion des ours blancs 556

6.5.3 Sécurité énergétique et résilience des collectivités 557

Étude de cas 6.7 : Le parc solaire The Old Crow Solar Array 559

6.5.4 Réponses communautaires aux changements biophysiques 560

6.5.5 Planification intégrée du trafic maritime 563

6.6 La reconnaissance de la capacité inhérente est essentielle au développement de la résilience climatique 564

6.6.1 Description de la capacité du Nord 564

6.6.2 Recherche 565

Étude de cas 6.8 : Le Qaujigiartiit Health Research Centre 566

Étude de cas 6.9 : *Ikaarvik* : Programme « Barriers to Bridges » 568

6.6.3 Développement et résilience du Nord 568

6.7 Aller de l'avant 570

6.7.1 Manque de données 570

6.7.2 Renforcement de la résilience aux multiples facteurs de stress 571

6.7.3 Reconnaissance des impacts des changements climatiques sur la santé, le bien-être et la société 572

6.7.4 Nécessité d'une prise de décision réactive et d'une co-gouvernance 572

6.7.5 Reconnaissance des connaissances autochtones et des capacités inhérentes 573

6.7.6 Comprendre les limites de l'adaptation 573

6.8 Conclusion 574

Références 576

# Messages clés

## Les changements climatiques ont de graves conséquences sur les paysages et les écosystèmes du Nord (voir la section 6.2)

Les changements climatiques entraînent des transformations graves et, dans de nombreux cas, irréversibles des paysages et des écosystèmes du Nord. Les habitants du Nord tentent de comprendre les limites de la résilience des écosystèmes et notre capacité ànous adapter à ces changements.

## Les impacts sur la santé intensifient et amplifient les inégalités dans le Nord (voir la section 6.3)

Les changements climatiques ont un impact négatif sur la santé des habitants du Nord, ce qui amplifie les inégalités existantes et l'accès aux soins de santé. Des ressources et des programmes adaptés à la culture locale, créés conjointement par les collectivités locales en partenariat avec d'autres organisations, sont essentiels pour soutenir les résultats sur la santé physique et mentale sensibles aux changements climatiques.

## La sécurité des déplacements dans le Nord est menacée par les changements climatiques (voir la section 6.4)

Les changements climatiques augmentent les risques pour la sécurité des déplacements dans le Nord, mais le recours à différents types de connaissances permet de réduire ces risques.

## Les habitants du Nord sont des leaders et des innovateurs en matière d'adaptation aux changements climatiques (voir la section 6.5)

Des approches novatrices en matière de gouvernance, de politique et de développement permettent de lutter contre les inégalités sociales et ouvrent la voie à une adaptation collaborative et inclusive aux changements climatiques.

## La reconnaissance de la capacité inhérente est essentielle au développement de la résilience climatique (voir la section 6.6)

Les organisations et les personnes qui reconnaissent et adoptent la capacité inhérente des collectivités du Nord à s'adapter sont des intervenants principaux dans la recherche de la résilience climatique.

# Préface : un message au sujet de l'urgence de la situation de la part de l'auteure coordonnatrice principale

Ensemble, les auteurs et les conseillers qui ont participé à la rédaction du présent chapitre possèdent des décennies d'expériences vécues dans le Nord du Canada. Je n'aurais pas été en mesure de terminer ce chapitre sans leurs précieux conseils. Nous leur devons beaucoup pour le soutien qu'ils nous ont apporté.

Comme en témoignent les messages clés de ce chapitre, l'adaptation du Nord aux impacts des changements climatiques est un sujet vivant et complexe. Cependant, certains messages importants sont difficiles à transmettre, notamment l'urgence d'agir sur plusieurs fronts.

Je suis très préoccupée par les changements dont nous sommes témoins et je ne saurais trop insister sur la nécessité d'une action urgente. Les habitants du Nord prennent des mesures pour s'adapter et ils sont résolus à persévérer dans leurs efforts. Néanmoins, ce chapitre souligne que le renforcement de la résilience dans le Nord représente bien plus que d'anticiper l'avenir et de modifier un plan d'action existant ou planifié. La résolution d'enjeux de société urgents, tels que la pénurie de logements, l'éducation, la sécurité alimentaire, la santé et le bien-être adaptés à la culture, est intimement liée aux efforts visant à renforcer une résilience aux changements climatiques. J'ai entendu dire : « Comment pouvez-vous vous inquiéter des changements climatiques alors que vous avez faim? »

Par ailleurs, je crains que les efforts d'adaptation ne se heurtent à des limites infranchissables. L'ampleur des projections relatives à l'augmentation de la température, à l'élévation du niveau de la mer et à la perte de glace et de pergélisol au cours du prochain siècle nous obligera à envisager l'impensable. Par exemple, abandonner les maisons et les territoires traditionnels, imposer des moratoires sur la récolte des aliments traditionnels et se déplacer exclusivement par avion plutôt que par voie terrestre ou maritime. Actuellement, plusieurs de ces « solutions » sont presque taboues. Elles sont difficiles à envisager, mais elles représentent des possibilités pour les décennies à venir. Les cultures autochtones du Nord ont fait preuve d'une grande résilience au fil des siècles. Les connaissances holistiques transmises par les pratiques traditionnelles et culturelles continueront à assurer le bien-être culturel, mais les changements climatiques se sont ajoutés à des facteurs de stress tels que les inégalités sociales, les séquelles du colonialisme et les enjeux environnementaux qui ne sont que partiellement liés aux changements climatiques (comme les contaminants du Nord) qui représentent une menace continue et omniprésente.

Le Nord ne pourra pas s'adapter seul. Il appartient à tous de payer les coûts des changements climatiques, les habitants du Nord ne peuvent pas les assumer seuls. En outre, améliorer l'accès aux connaissances, aux solutions, à l'innovation et à la créativité des experts canadiens et internationaux désireux de travailler à nos côtés en tant que partenaires égaux est un besoin urgent. J'invite les Canadiennes et les Canadiens à se servir des messages clés de ce chapitre pour exiger des mesures d'adaptation urgentes, mais j'appelle aussi à des conversations audacieuses qui reconnaissent les inégalités sociales et les limites de l'adaptation.

La survie du Nord en dépend.

Bronwyn Hancock, PhD

# 6.1 Introduction

Dans une région dont une grande partie de la société est profondément liée à l'environnement naturel, les changements apportés aux terres peuvent avoir un impact profond sur les personnes qui y vivent et qui en dépendent. De nombreux habitants du Nord déclarent que leurs moyens de subsistance, leur culture, leurs relations avec la terre, leur santé mentale et leur bien-être sont affectés par les changements environnementaux (Kuzyk et Candlish, 2019; Meredith et coll., 2019; Bell et Brown, 2018; Stern et Gaden, 2015; Berry et coll., 2014), y compris les changements climatiques (voir la figure 6.1). Si la capacité d'adaptation des habitants du Nord, en particulier des Autochtones, leur a permis de résister aux changements pendant des générations (Pfeifer, 2020), le rythme des changements auxquels nous devons nous adapter s'est accéléré et dépasse la capacité d'adaptation existante (Ford et coll., 2014).

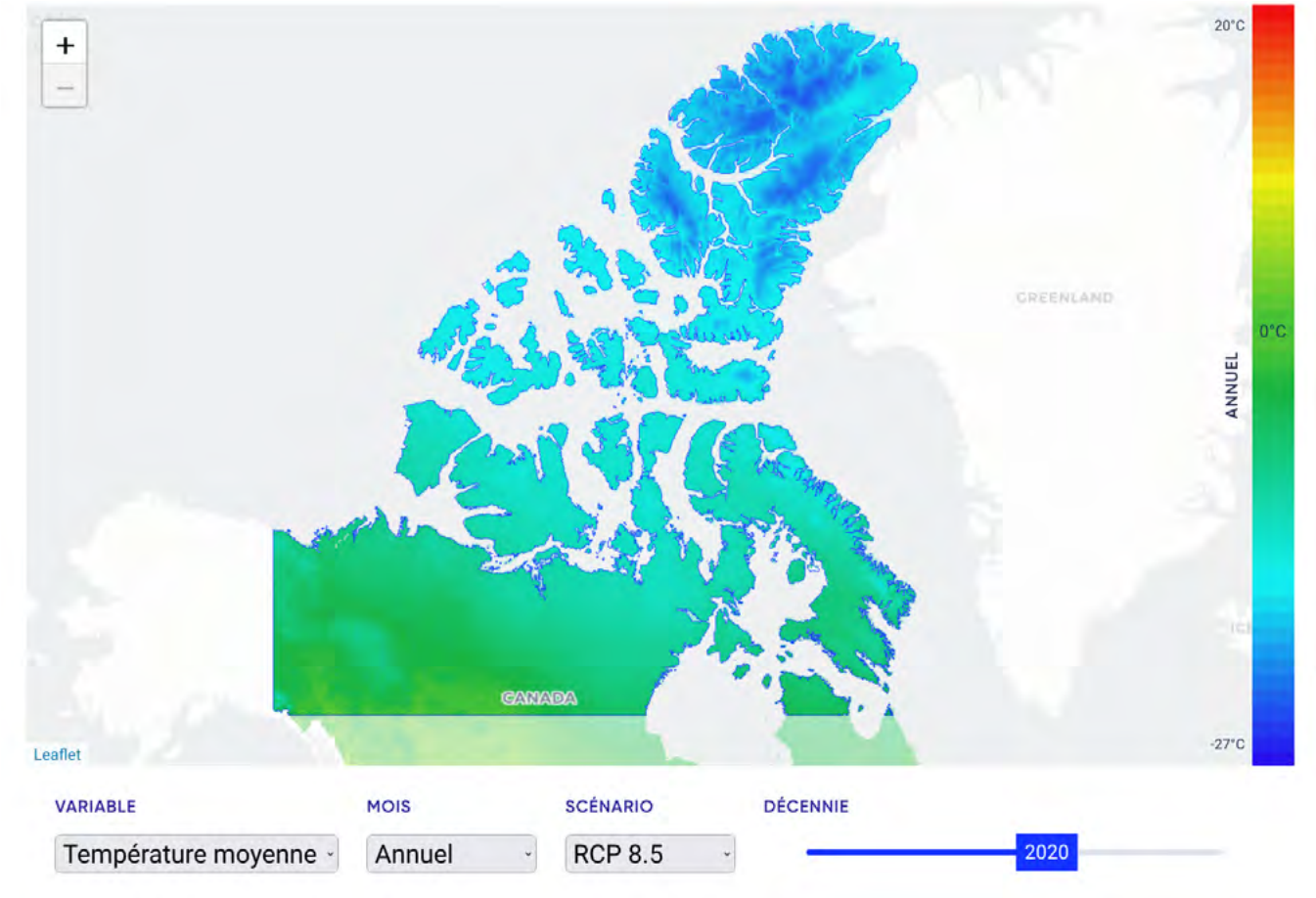



Figure 6.1 : Carte régionale interactive du Nord du Canada qui s'inspire de donneesclimatiques.ca et représente diverses variables climatiques de 1980 à 2100 à l'aide de trois différents scénarios d'émissions: RCP 2.6 (bas), RCP 4.5 (medium) et RCP 8.5 (élevé). Source : donneesclimatiques.ca.

La situation du Canada en tant que nation arctique renforce la nécessité de comprendre les impacts des changements climatiques et la manière de s'y adapter. Dans son rapport sur les principaux risques

climatiques auxquels le Canada est confronté, le Conseil des académies canadiennes estime que les risques climatiques pour les collectivités du Nord figurent parmi les principaux risques pour le pays (Conseil des académies canadiennes, 2019). Entre-temps, l'élaboration du Cadre stratégique pour l'Arctique et le Nord démontre l'importance que le Canada accorde au Nord en tant que domaine d'intervention (Relations Couronne-Autochtones et Affaires du Nord Canada, 2019).

En plus des changements climatiques, les séquelles du colonialisme et des différences de pouvoir dans la gouvernance et la société canadiennes affectent la capacité des habitants du Nord à s'adapter aux changements (Conseil des académies canadiennes, 2019). Les Autochtones et les non-Autochtones du Nord travaillent dans le cadre des traités historiques et contemporains, ainsi qu'en dehors des traités, pour surmonter ce lourd passé et renforcer la résilience des collectivités. Les efforts pour appuyer la réconciliation guident les décisions de nombreux établissements universitaires et gouvernements du Nord (p. ex. Wong et coll., 2020). Dans de nombreux cas, les programmes de chasse pour les jeunes, les camps sur le terrain, les projets d'infrastructure axés sur les collectivités et d'autres mesures permettent aux sociétés du Nord de progresser vers la réconciliation. Ces mesures améliorent également les relations entre les membres des collectivités et renforcent les liens avec la culture, permettant ainsi de renforcer la résilience climatique. Cependant, ces résultats sont rarement des objectifs directs des activités mises en œuvre.

Les expériences vécues par les habitants du Nord et les connaissances acquises au fil des générations grâce à ces expériences, y compris les connaissances autochtones et locales, occupent une place importante dans ce chapitre et constituent la base sur laquelle se construit la capacité d'adaptation (voir l'encadré 6.1). Bien qu'il y ait une nuance régionale dans les messages transmis dans l'encadré 6.1, les opinions exprimées sont communes dans tout le Nord. Nous nous sommes efforcés d'inclure dans ce chapitre des connaissances variées, tout en reconnaissant la nécessité de poursuivre les efforts à cet égard et en admettant que le cadre scientifique de ce rapport ne soit pas entièrement compatible avec les intentions holistiques et appliquées exprimées ci-dessous.

## Encadré 6.1 : Extrait de l'article « Inuit, *namiipita*? Climate Change Research and Policy: Beyond Canada's Diversity and Equity Problem » (article en anglais, notre traduction)

« Pourquoi, malgré tant de recherches et de politiques sur les changements climatiques dans l'Arctique, sommes-nous, nous, les Inuits, encore des consultants ou des figurants dans une entreprise dirigée par l'Occident pour surveiller les changements climatiques dans l'Inuit Nunangat? Les capacités acquises par les Inuits in situ au cours des millénaires pour observer, analyser, appliquer et s'adapter à l'évolution de l'environnement du Nord sont négligées dans la course scientifique à la recherche et à la documentation des transformations environnementales qui ont lieu sur nos terres. Nous devons nous tourner vers une approche pragmatique dans la lutte contre les changements climatiques, une approche qui commence localement et qui suppose la remise en question des préoccupations politiques actuelles sur la manière de "valider" les connaissances et les sciences Inuites. Il s'agit de sortir du paradigme traditionnel de la recherche et

d'orienter les ressources substantielles vers l'inclusion des Inuits en tant que chercheurs et décideurs distincts et à part entière.

Les Inuits font partie de l'écosystème du Nord. Il est donc nécessaire d'adopter une perspective qui témoigne de la nature interdisciplinaire et holistique du *Qaujimajatuqangit* (savoir traditionnel Inuit) et de la façon d'être des habitants de cette partie du monde. Étant donné que les Inuits sont au cœur de la crise environnementale imminente, ils devraient également être au cœur de la solution à adopter, pour le bien de tous.

Il faut reconnaître que des tentatives ont été faites pour intégrer les épistémologies et les méthodologies autochtones dans la recherche, notamment dans le cadre de projets de recherche communautaires dirigés par des universités. Toutefois, dans l'ensemble, la direction de ces initiatives est généralement assurée à l'extérieur de l'Arctique, les Inuits étant seulement consultés sur des domaines de recherche qui concernent principalement le développement communautaire ou, au mieux, appelés à contribuer à ce que l'on appelle les "connaissances traditionnelles écologiques" là où il existe des lacunes dans la recherche.

La participation des Inuits aux processus de lutte contre les changements climatiques et aux autres processus d'évaluation environnementale permettra d'accroître la capacité de recherche appliquée, de favoriser le développement économique durable du Nord selon l'approche de l'Inuit *Qaujimajatuqangit* et de donner l'occasion aux membres de nos collectivités de se sentir à nouveau capables de revendiquer leur rôle de gardiens et d'intendants originaux du *Sila* (un pouvoir spirituel lié à la météo), qui nous a été conféré par *Anirnirq* (Grand Esprit) et transmis par nos *Innait* (aînés) et *atarniit* (ancêtres).

Le réchauffement de l'Arctique est sans nul doute un sujet chaud, mais pour les Inuits en particulier, il s'agit plutôt d'un sujet brûlant, car il concerne nos terres. Malgré cela, nous sommes laissés de côté dans le débat national et mondial sur les changements climatiques. Rassembler des données probantes pour éclairer la formulation de politiques à l'appui du ralentissement des changements climatiques s'inscrit dans un paradigme de recherche et de renforcement des capacités politiques du Nord auquel beaucoup d'entre nous, dans le Sud, sont habitués. L'urgence des changements dans l'Arctique impose une solution de rechange au paradigme appliqué et axé sur les solutions. La capacité existe, mais il s'agit d'une capacité distincte, propre aux Inuits. Les données probantes existent, mais elles ont été recueillies et documentées d'une manière qui, historiquement, ne correspond pas à la compréhension exclusive de la science qui sous-tend la formulation de politiques fondées sur des données probantes. Si nous voulons, en tant que société, comprendre et concevoir des solutions pragmatiques aux changements climatiques, les Inuits doivent être au premier plan de la recherche et du processus décisionnel. Leurs terres sont les plus touchées et il en va de même pour eux en tant que peuple. Il n'est pas nécessaire de légitimer leurs capacités et leurs données probantes, mais plutôt de les considérer comme un atout unique pour aborder les changements climatiques d'une manière intégrée, appliquée et holistique, une manière différente d'investir les ressources de recherche et de réfléchir à la complexité de l'écosystème arctique : terre, eau, animaux et personnes. Inuit, *namiipita* (où êtes-vous)? »

Source : Pfeifer, 2020, 265–269.

L'histoire des relations entre les Autochtones et les colons du Nord est un facteur essentiel pour comprendre la capacité d'adaptation dans le Nord et elle ne suit pas une chronologie simple. Dans l'Arctique de l'Est, le contact entre les Inuits et les colons remonte aux années 1500 (Inuit Tapiriit Kanatami, 2004). Avant même la mise en place de politiques oppressives, les colons ont introduit des virus, parfois intentionnellement, et ont surexploité des espèces importantes. Ces gestes ont ravagé de nombreuses populations autochtones au cours de cette première période de contact (Commission de vérité et réconciliation du Canada, 2015a; Inuit Tapiriit Kanatami, 2004). En revanche, le contact entre les Premières nations du Yukon et les populations de colons s'est produit beaucoup plus tard, après la mise en place de politiques oppressives et de la *Loi sur les Indiens* ailleurs dans le Canada du début de la Confédération. Dans tout le Nord, les organismes religieux chrétiens et la Police montée du Nord-Ouest (qui deviendra plus tard la Gendarmerie royale du Canada) ont joué un rôle de premier plan dans le déploiement et la mise en œuvre de politiques ayant pour intention explicite d'éradiquer les pratiques traditionnelles et d'assimiler les peuples autochtones aux modes de vie « occidentaux » (Coates, 2020).

Les voix des Autochtones du Nord ont été presque entièrement absentes de la formulation des politiques jusque dans les années 1970 (Commission de vérité et réconciliation du Canada, 2015a; 2015b). Les travaux importants accomplis au cours de cette période comprennent la Convention de la Baie James et du Nord québécois (Convention de la Baie James et du Nord québécois, 1975), *Together Today for Our Children Tomorrow* (Yukon Native Brotherhood, 1973), la Déclaration des Dénés (Fraternité des Indiens des Territoires du Nord-Ouest, 1975) et l'Enquête sur le pipeline de la vallée du Mackenzie (Berger, 1976). Depuis lors, les populations autochtones sont parvenues à influencer les politiques qui leur nuisaient tant, mais il a fallu pour cela que les dirigeants autochtones adoptent largement les approches occidentales en matière de gouvernance. Des décennies se sont également écoulées avant de mettre fin, en 1996, à la pratique consistant à arracher les Autochtones à leur foyer pour les envoyer dans des pensionnats (Reimer et coll., 2010). Les premiers gouvernements autochtones autonomes se sont formés au début des années 1990 (Gouvernement du Canada, 1995), mais ils ne sont pas encore répandus parmi les populations autochtones du Nord.

On ne peut sous-estimer la mesure dans laquelle les politiques de colonisation passées et présentes ont profondément nui aux Autochtones du Nord (Commission de vérité et réconciliation du Canada, 2015a; 2015b). Cette réalité est présente dans chaque conversation, quel qu'en soit le sujet. Il est donc extrêmement difficile de déterminer comment les impacts des changements climatiques et les mesures d'adaptation sont liés à d'autres enjeux et priorités. Néanmoins, les changements climatiques sont clairement une priorité. Les changements déjà observés sont alarmants, tant pour les Autochtones que pour les non-Autochtones du Nord, et le rythme et l'ampleur des changements prévus posent des défis de taille pour la plupart d'entre nous. Les approches fondées sur les connaissances autochtones démontrent clairement que l'application stricte d'une vision du monde réductionniste de la « science occidentale » a peu de chances de conduire à l'adoption de solutions durables par les collectivités du Nord (p. ex. Council of Yukon First Nations et l'Assemblée des Premières Nations, 2019; Inuit Tapiriit Kanatami, 2019a). L'application des visions du monde autochtones nous permet d'aller au-delà de la pensée linéaire de « cause à effet » et d'adopter des approches plus holistiques pour renforcer la résilience des collectivités. Voilà la réalité du Nord.

Dans le contexte décrit ci-dessus, ce chapitre a été rédigé par une organisation du Nord, avec des contributions provenant principalement d'auteurs du Nord de l'ensemble du Canada. Cette approche permet à ceux qui vivent et travaillent dans le Nord de déterminer les impacts et l'adaptation aux changements

climatiques tels qu'ils sont perçus, vécus, étudiés et éprouvés dans le Nord du Canada, et d'écrire à leur sujet. Les auteurs collaborateurs ont apporté un éventail de connaissances et de domaines d'expertise, ainsi qu'une expérience des divers environnements dans lesquels nous vivons et des enjeux avec lesquels nous vivons.

Comme les autres chapitres de ce rapport, le chapitre sur le Nord du Canada adopte une approche basée sur des « messages clés ». La formulation des messages clés, ainsi que la sélection des auteurs collaborateurs et des exemples de cas présentés dans le chapitre ont été guidées par un comité consultatif au moyen d'une approche itérative et consensuelle. Le comité consultatif était composé d'habitants du Nord provenant de tout le Nord territorial, de l'Inuit Nunangat et du nord du Manitoba. À l'instar de nos auteurs collaborateurs, les conseillers qui ont contribué à ce chapitre sont diversifiés dans leur expertise et leurs expériences vécues. Ils ont collaboré pour définir les questions pertinentes pour notre territoire du Nord. L'approche générale et engagée adoptée pour rédiger ce chapitre reflète l'esprit de collaboration existant nécessaire pour comprendre et répondre aux impacts des changements climatiques dans le Nord du Canada. Le comité consultatif s'est réuni cinq fois, quatre fois virtuellement et une fois en personne, pour dresser une longue liste de sujets, avant de la réduire à une liste gérable de projets de messages clés. Cette démarche a été suivie d'un effort de recrutement d'auteurs (idéalement des personnes vivant dans le Nord et capables d'intégrer des perspectives autochtones dans leurs écrits). L'auteure principale et coordonnatrice, ainsi que l'équipe de soutien de l'Université du Yukon a édité et révisé le contenu, auquel les auteurs ont également contribué, afin de compléter ce chapitre. Le résultat est un chapitre qui ne couvre pas tous les sujets liés à l'adaptation aux changements climatiques dans le Nord, mais qui tente plutôt de saisir ce que nos conseillers considèrent comme les principales priorités pour le Nord, à partir de leur expérience et de leur avis d'expert.

Les messages clés de ce chapitre vont des impacts biophysiques, y compris les nouvelles perturbations et les rythmes accélérés des changements, aux impacts sur les gens et la culture, en passant par une exploration de la santé et du bien-être holistiques, de la santé et de la sécurité publiques, ainsi que la capacité et l'innovation. Ces messages clés ont pour but d'illustrer le lien entre la société et les cultures du Nord, ainsi que les transformations des paysages du Nord. La complexité des types et des degrés de connexion avec les terres et la mer, des répercussions en cascade et des mesures d'adaptation appropriées augmente avec chaque message clé. Plutôt que de tenter de dresser une liste exhaustive des incidences et des adaptations associées aux messages clés présentés ici, nous avons présenté des exemples et des cas concrets pour illustrer les thèmes principaux de chaque message clé.

## 6.1.1 Qu'est-ce que le « *Nord* »?

La question de savoir comment appliquer une définition du « Nord » dans notre pays ne date pas d'hier (Graham, 1990). Il existe de nombreuses définitions et de nombreuses applications différentes (voir la figure 6.2). Par exemple, la limite sud du pergélisol discontinu ou la limite nord de la limite des arbres ont été utilisées pour délimiter le « Nord ». Divers indices de nordicité (p. ex. Hamelin, 1979; Burns et coll., 1975) ont été élaborés pour éclairer les politiques, tandis que les limites des territoires ou des régions de peuplement ont été utilisées pour refléter la gouvernance (p. ex. l'Inuit Nunangat, la terre des Inuits au Canada, Inuit Tapiriit Kanatami, 2019b). Dans le Rapport sur le climat changeant du Canada, le « Nord » désigne les trois territoires (c'est-à-dire les Territoires du Nord-Ouest, le Yukon et le Nunavut), tandis que le « Nord du Canada » désigne la région située au nord du 60e parallèle (Bush et Lemmen, 2019).




Figure 6.2 : Carte intéractive illustrant des différentes définitions du Nord. Source des données : Courtoisie de Stephanie Saal, Université du Yukon.

Ce chapitre part du principe que le « Nord » est défini par son identité. Par conséquent, les messages clés qui y sont présentés sont pertinents pour ceux qui vivent à l'intérieur et à l'extérieur des définitions typiques du « Nord ». Par exemple, les peuples autochtones dont les territoires traditionnels s'étendent au sud des frontières territoriales peuvent se reconnaître dans les messages clés présentés dans ce chapitre, tout comme les habitants de l'Inuit Nunangat ou les collectivités éloignées situées au sud du 60e parallèle, comme

Churchill, au Manitoba. Une définition du « Nord » axée sur les gens nous permet d'explorer dans ce chapitre les impacts des changements climatiques sur la société et les mesures d'adaptation connexes, et inclut les personnes qui se déclarent comme des habitants du Nord.

Bien qu'il existe une grande diversité dans la région du Nord du Canada, certaines caractéristiques sont communes. Le Nord est parsemé de petites collectivités, dont beaucoup ne sont accessibles que par voie aérienne, maritime ou par route d'hiver, y compris toutes les collectivités du Nunavut, du Nunavik et du Nunatsiavut. Bien que la population du Nord du Canada soit faible (Statistique Canada, 2017), les populations du Nord augmentent plus rapidement que celles des autres régions du pays. Le principal moteur dans la région de l'est du Nord est la croissance naturelle (où l'on trouve une population jeune avec des familles en croissance), tandis que la migration devient un moteur plus important dans la région de l'ouest du Nord (Statistique Canada, 2018). De nombreux habitants vivent dans les centres urbains de chaque région et la proportion de la population composée d'Autochtones augmente généralement d'ouest en est dans le Nord du Canada (voir le tableau 6.1).

## Tableau 6.1 : Population des collectivités du Nord du Canada

| RÉGION/ TERRITOIRE | PROPORTION DE LA POPULATION QUI SE DÉCLARE AUTOCHTONE | CENTRE URBAIN | POURCENTAGE DE LA POPULATION VIVANT DANS LE CENTRE URBAIN |
|---|---|---|---|
| Yukon | 20 % | Whitehorse | 70 % |
| Territoires du Nord-Ouest | 51 % | Yellowknife | 49,5 % |
| Nunavut | 85 % | Iqaluit | 20 % |
| Nunavik | 90 % | Kuujuaq | 20 % |
| Nunatsiavut | 90 % | Nain | 44 % |

Source : Statistique Canada, 2018, 2017.

Les économies des collectivités du Nord du Canada sont à la fois fondées sur les terres et sur les salaires. Les activités basées sur les terres sont souvent associées aux activités de subsistance et aux pratiques culturelles, tandis que les économies basées sur les salaires sont souvent associées à l'exploitation des ressources et à la gouvernance. L'économie du savoir dans le Nord du Canada est également en pleine croissance, grâce à l'éducation postsecondaire, à l'innovation et à l'entrepreneuriat. Dans tout le Nord du Canada, l'accès local à l'enseignement postsecondaire s'élargit, notamment avec le lancement de l'Université du Yukon en mai 2020, la transition du Collège Aurora vers une université polytechnique, le partenariat stratégique entre le Collège de l'Arctique du Nunavut et l'Université Memorial, ainsi que la création du

campus du Labrador de l'Université Memorial. Les investissements dans l'infrastructure de l'enseignement postsecondaire au Yukon et les programmes novateurs comme le Centre Dechinta pour la recherche et l'apprentissage dans les Territoires du Nord-Ouest font partie du soutien financier du Canada pour le Nord (Gouvernement du Canada, 2021; 2019a). Inuit Tapiriit Kanatami (ITK), l'organisation représentative nationale formée pour protéger et promouvoir les droits et les intérêts des Inuits au Canada, a également indiqué que la création d'une université dans l'Inuit Nunangat était un élément essentiel de sa stratégie nationale pour l'éducation des Inuits (Inuit Tapiriit Kanatami, 2017; 2011).

# 6.2 Les changements climatiques ont de graves conséquences sur les paysages et les écosystèmes du Nord

**Les changements climatiques entraînent des transformations graves et, dans de nombreux cas, irréversibles des paysages et des écosystèmes du Nord.**

*Les impacts des changements climatiques comprennent la transformation des conditions de neige et de glace, l'invasion de la toundra par les arbustes, les changements dans la répartition des espèces, l'augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes et la modification des régimes de perturbation, tels que les ravageurs et les incendies de forêt, qui ont un impact imprévisible sur les écosystèmes du Nord. Les habitants du Nord tentent de comprendre les limites de la résilience des écosystèmes et notre capacité à nous adapter à ces changements.*

## 6.2.1 Impacts sur la cryosphère

Le pergélisol, les glaciers, la neige et la glace de lac et de mer constituent les fondations au sens propre et figuré de l'habitat et de la société humaine dans tout le Nord. Les modifications des cycles saisonniers et à long terme de fonte ou de dégel dans n'importe quelle partie de la cryosphère (les éléments gelés de notre environnement, y compris la glace, la neige et le pergélisol) peuvent déclencher une cascade de changements dans la structure des écosystèmes terrestres ou aquatiques, la productivité biologique et la géomorphologie qui rendent les systèmes écologiques, économiques et sociaux vulnérables à des changements à long terme et parfois irréversibles.

### 6.2.1.1 Pergélisol

Le Rapport sur le climat changeant du Canada (Bush et Lemmen, 2019) fait état des augmentations de la température du sol et de l'épaisseur de la couche active dans tous les sites de surveillance du Nord. Les tendances en matière de température montrent que la température du pergélisol froid (c'est-à-dire, inférieure à -2 °C) dans les endroits du Haut-Arctique (qui comprend la majeure partie du nord de l'archipel arctique du Canada) a augmenté plus rapidement que la température du pergélisol chaud (c'est-à-dire, supérieure à -2 °C)

dans des endroits comme la partie centrale de la vallée du Mackenzie (voir le tableau 6.2) (Derksen et coll., 2019). Ces différences sont dues, en partie, au fait que l'augmentation de la température de l'air et l'évolution des précipitations se reflètent plus rapidement dans les relevés de température du sol aux latitudes élevées, par rapport au pergélisol chaud aux latitudes plus basses, où il y a souvent un mélange d'eau liquide et d'eau gelée. Une grande partie de l'énergie provenant de l'augmentation des températures de l'air est utilisée pour faire fondre la glace solide en eau liquide sans qu'il y ait de changement mesurable de la température du sol (Derksen et coll., 2019). Il n'existe pas de processus établi pour mesurer (Oldenborger et LeBlanc, 2018) ou modéliser (Nicolsky et Romanovsky, 2018) la teneur en eau liquide dans le pergélisol chaud. Cela signifie que des changements importants et non mesurés des conditions de surface peuvent avoir lieu même en cas de tendance limitée de la température du pergélisol ou de l'épaisseur de la couche active. Les approches de modélisation du pergélisol pannordique reposent sur des données de télédétection et s'améliorent régulièrement au fur et à mesure que de nouveaux produits de cartographie et de végétation deviennent disponibles (Melton et coll., 2019), bien que des défis subsistent quant à la façon dont ces modèles représentent les processus du pergélisol. En outre, de nombreuses mesures d'adaptation, notamment celles qui concernent les infrastructures communautaires, nécessitent une caractérisation spécifique au site du régime thermique du sol, de l'excès de glace et de la géologie superficielle, même dans un contexte de compréhension synoptique plus détaillée des changements du pergélisol (Association canadienne de normalisation, Groupe CSA, 2019). Des améliorations méthodologiques sont toujours nécessaires pour caractériser le pergélisol et des efforts de consolidation des données sont déployés pour maximiser l'utilisation des données limitées.

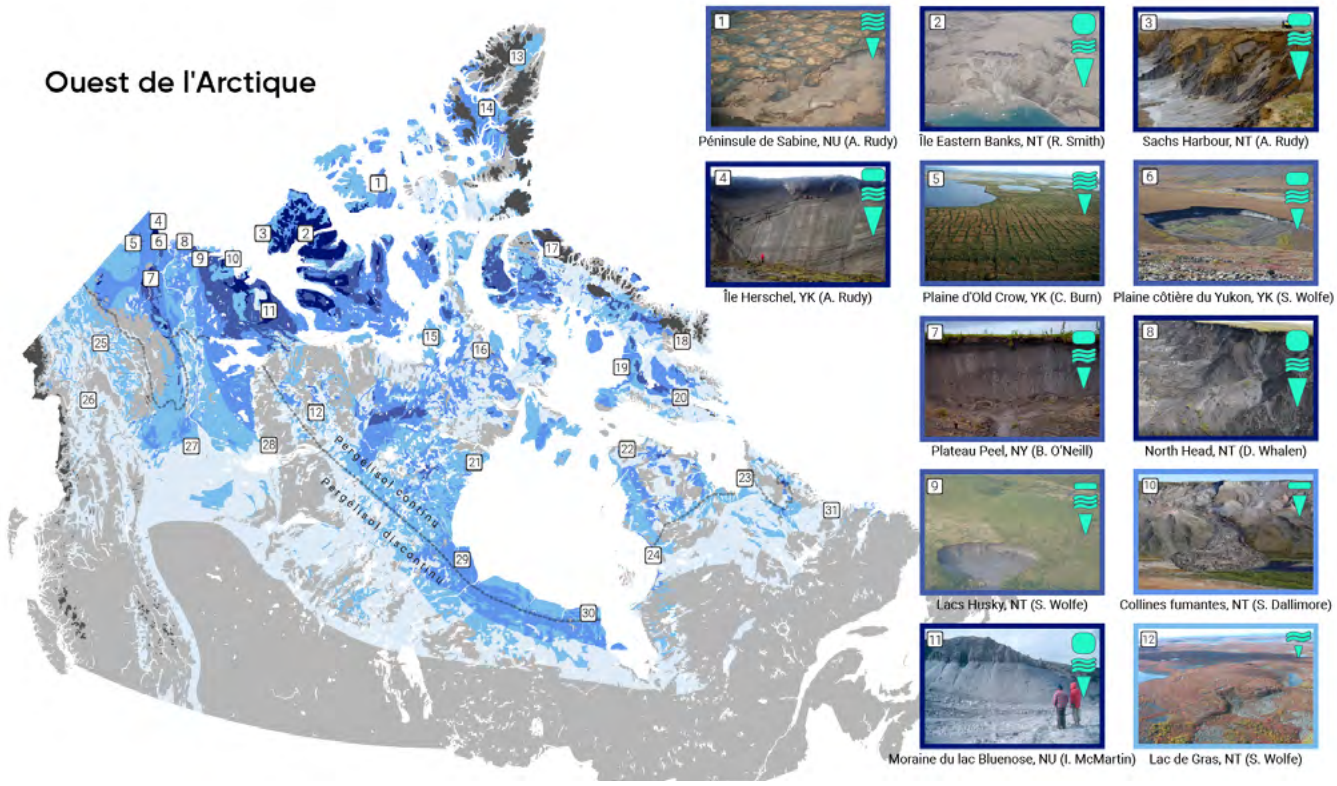
## Tableau 6.2 : Changements de la température du pergélisol pour des sites sélectionnés dans le Nord du Canada

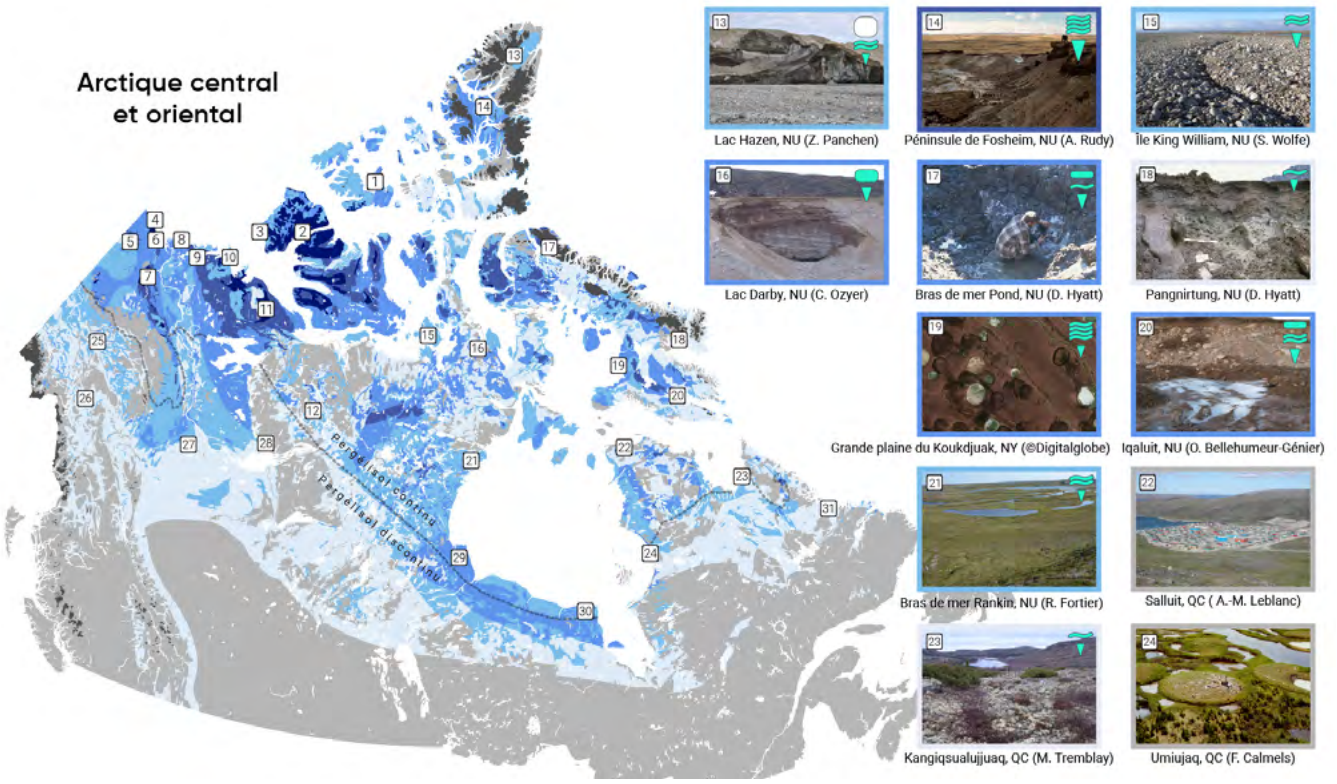
| RÉGION | SITES | AUGMENTATION PAR DÉCENNIE (°C) | |
|---|---|---|---|
| | | ENSEMBLE DE LA PÉRIODE | DEPUIS 2000 |
| Partie centrale de la vallée du Mackenzie | Norman Wells, Wrigley | Jusqu'à 0,1 | < 0,1 à 0,2 |
| Nord de la vallée du Mackenzie | Norris Ck, KC-07 | S.O. | De 0,5 à 0,9 |
| Île de Baffin | Pond Inlet, Arctic Bay, Pangnirtung | S.O. | De 0,5 à 0,9 |
| Haut Arctique | Resolute, Eureka | S.O. | De 0,5 à 0,7 |

| RÉGION | SITES | AUGMENTATION PAR DÉCENNIE (℃) | |
|---|---|---|---|
| | | ENSEMBLE DE LA PÉRIODE | DEPUIS 2000 |
| Haut Arctique | Alerte | 0,5 (15 m), de 0,3 à 0,4 (24m) | 1,2 (15 m), de 0,7 à 0,9 (24 m) |
| Nord du Québec (Nunavik) | Akulivik, Salluit, Quaqtaq, Puvirnituq, Tasiujaq, Umiujaq (de 11 à 20 m) | De 0,7 à 1,0 | De 0,5 à 0,9 |

Source : Tableau 5.1 de Derksen et coll., 2019.

Le dégel du pergélisol dans le Nord du Canada, en particulier dans les zones de pergélisol discontinu et sporadique (voir la figure 6.3), provoque des affaissements et des paysages irréguliers. La fonte printanière de la neige accumulée représente une grande partie de la quantité totale d'eau dans la plupart des bassins hydrographiques du nord. Le pergélisol, en particulier dans la zone de pergélisol continu, peut empêcher cette eau de pénétrer dans les systèmes d'eaux souterraines, ce qui lui permet de s'écouler par voie terrestre et de s'accumuler dans les lacs, les rivières, les terres humides et les fondrières (Prowse et coll., 2006). Dans les basses terres à pergélisol, le dégel du sol a entraîné un drainage rapide des lacs ou des terres humides, avec des conséquences sur le drainage en aval et l'habitat de la faune et de la flore (Carpino et coll., 2018; Lantz, 2017; Lantz et Turner, 2015), ce qui peut avoir des répercussions sur les collectivités de ces régions.


Ouest de l'Arctique
Pergélisol continu
Pergélisol discontinu
Péninsule de Sabine, NU (A. Rudy)
Île Eastern Banks, NT (R. Smith)
Sachs Harbour, NT (A. Rudy)
Île Herschel, YK (A. Rudy)
Plaine d'Old Crow, YK (C. Burn)
Plaine côtière du Yukon, YK (S. Wolfe)
Plateau Peel, NY (B. O'Neill)
North Head, NT (D. Whalen)
Lacs Husky, NT (S. Wolfe)
Collines fumantes, NT (S. Dallimore)
Moraine du lac Bluenose, NU (I. McMartin)
Lac de Gras, NT (S. Wolfe)


Arctique central
et oriental
Pergélisol continu
Pergélisol discontinu
Lac Hazen, NU (Z. Panchen)
Péninsule de Fosheim, NU (A. Rudy)
Île King William, NU (S. Wolfe)
Lac Darby, NU (C. Ozyer)
Bras de mer Pond, NU (D. Hyatt)
Pangnirtung, NU (D. Hyatt)
Grande plaine du Koukdjuak, NY (©Digitalglobe)
Iqaluit, NU (O. Bellehumeur-Génier)
Bras de mer Rankin, NU (R. Fortier)
Salluit, QC ( A.-M. Leblanc)
Kangiqsualujjuaq, QC (M. Tremblay)
Umiujaq, QC (F. Calmels)

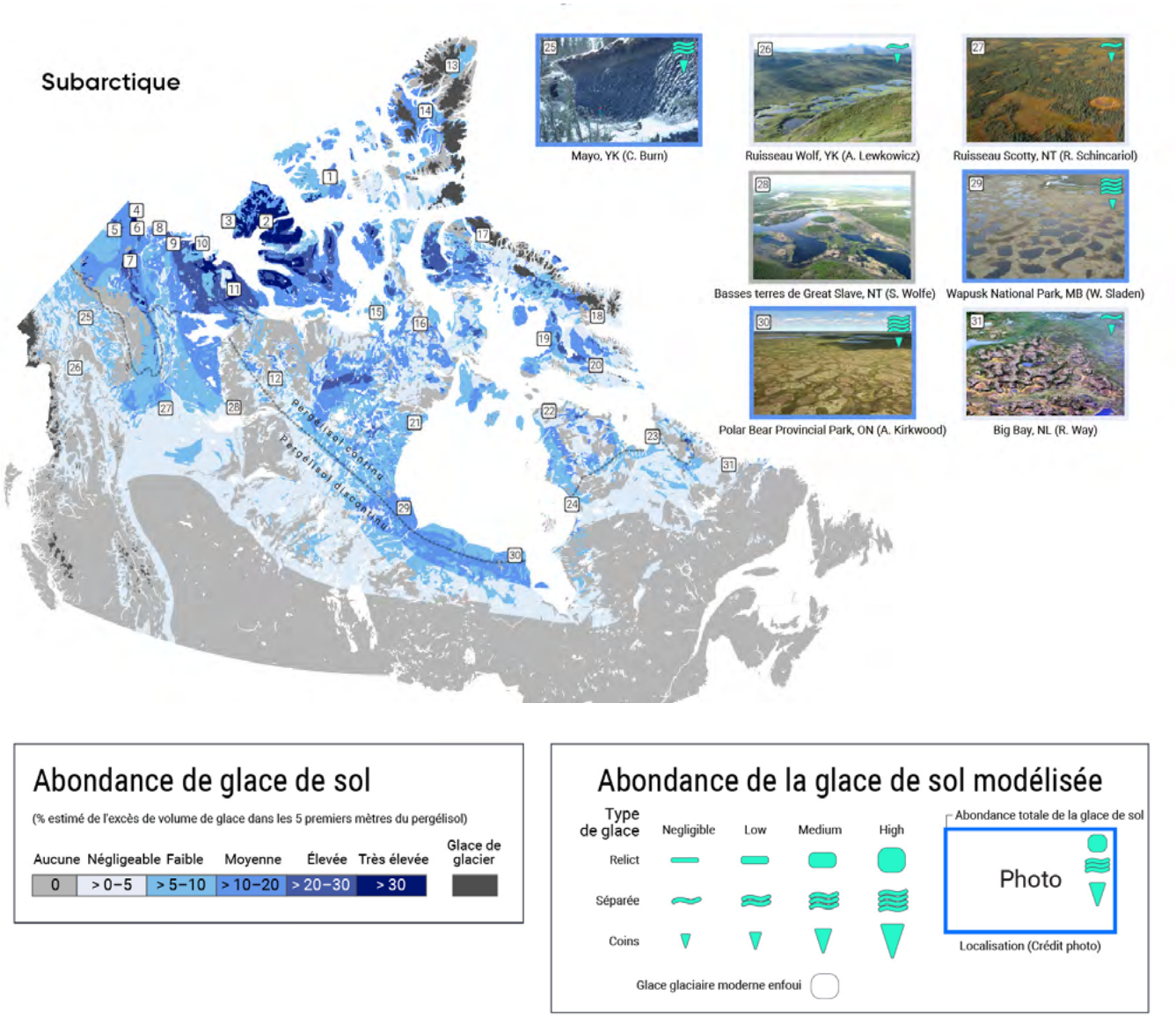



Figure 6.3 : Cette figure met en évidence les associations entre l'abondance de la glace de sol modélisée et observée dans les cinq premiers mètres du pergélisol dans le nord du Canada. Elle comprend également des photographies de 31 sites répartis dans les régions de pergélisol du Canada, qui illustrent l'éventail des paysages de pergélisol et des dépressions thermokarstiques - des dépressions topographiques créées à la suite du dégel de la glace de sol - associés à différents types et à différentes abondances de glace de sol. Les différents types de glace de sol mentionnés dans la figure comprennent : la glace ségrégée (c'est-à-dire des lentilles ou des couches de glace relativement minces et discrètes qui se forment en raison de la migration annuelle de l'eau vers le bas), la glace relique (c'est-à-dire des corps ou des couches de glace plus grands préservés dans le pergélisol par des conditions climatiques froides persistantes) et la glace en coin (c'est-à-dire la glace qui se développe lorsque les basses températures hivernales font que le sol se contracte sous la contrainte et se fissure).
Source : Adapté de Wolfe et al., 2021.

Le pergélisol est connu pour contenir des contaminants tels que des métaux lourds. Avec le dégel du pergélisol, ces contaminants sont libérés dans les eaux souterraines, les lacs et les rivières et peuvent ensuite

être ingérés ou absorbés par les animaux (Miner et coll., 2021), ce qui a des conséquences sur la santé de ces animaux et des personnes qui les récoltent (voir la section 6.2.2; Furgal et Prowse, 2008; Warren et coll., 2005; Wrona et coll., 2005). L'accès à l'eau potable est également affecté par le dégel du pergélisol, d'une part en raison de l'augmentation des contaminants et d'autre part en raison de l'augmentation de la sédimentation, puisque les berges riches en pergélisol s'érodent plus rapidement (Anisimov, 2007).

La capacité à prédire les taux de dégel est limitée en raison du manque de données disponibles et d'une compréhension incomplète des processus sous-jacents (Holloway et Lewkowicz, 2019). Certaines cartes donnent un aperçu général des conditions prévues ou réelles du pergélisol (O'Neill et coll., 2019; Bonnaventure et coll., 2012; Heginbottom et coll., 1995), mais leur utilité est limitée pour la prise de décision à l'échelle locale. En revanche, les études sur des lieux précis (p. ex. Calmels et coll., 2015) et les cartes de risques (voir la figure 6.4) sont utiles à l'échelle locale, mais ne sont pas accessibles à toutes les collectivités du Nord (Calmels et coll., 2016; Allard et L'Hérault, 2010). Des réseaux de recherche, tels que Arctique en développement et adaptation au pergélisol en transition (Arctique en développement et adaptation au pergélisol en transition, s.d.) et PermafrostNet (Brown et coll., 2020), collaborent avec des experts locaux pour enrichir la base de connaissances et concevoir des protocoles normalisés de collecte de données à l'échelle locale et pannordique (voir la section 6.5.4).

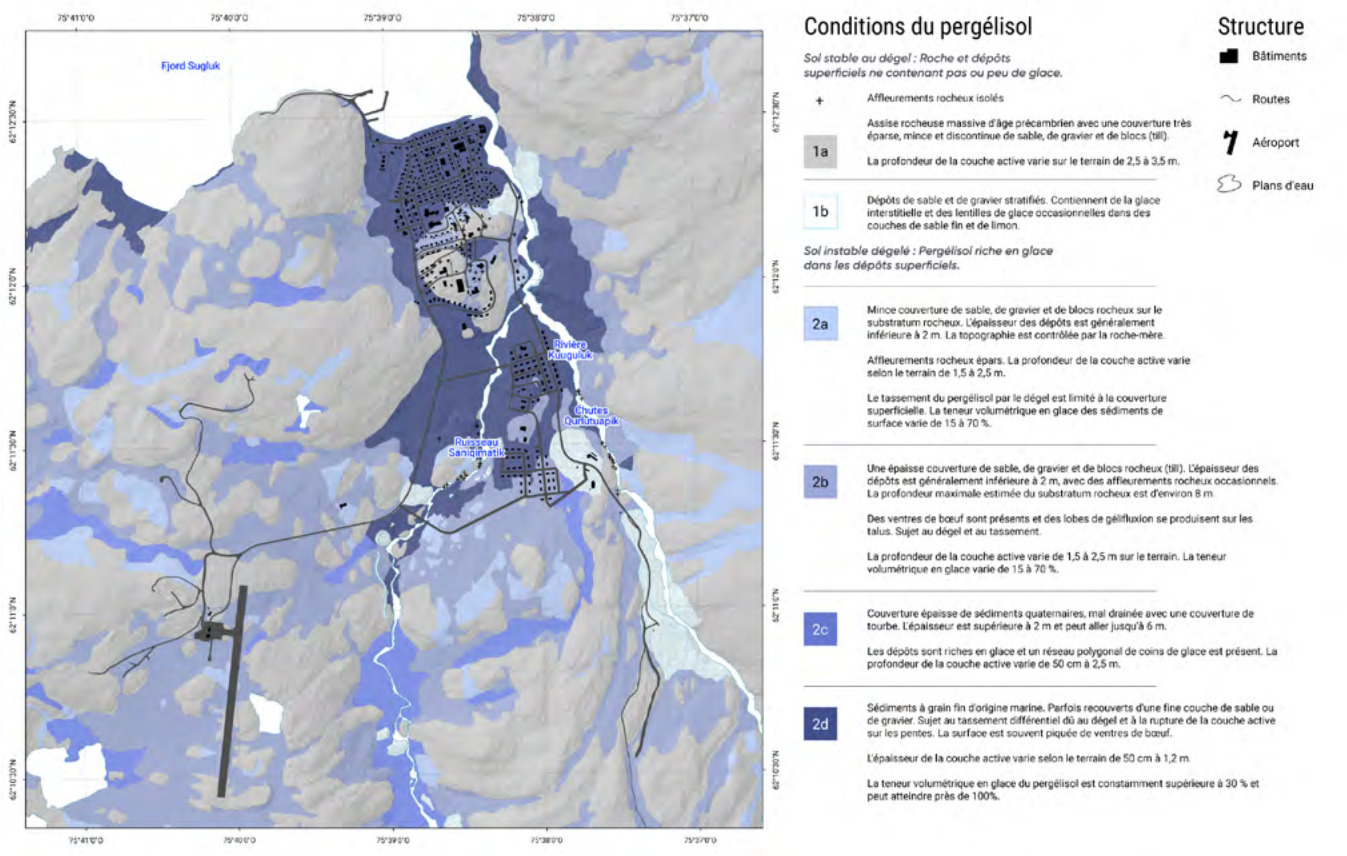



Figure 6.4 : Carte des géorisques pour Salluit, au Nunavik, qui illustre les risques de dégel du pergélisol à l'échelle locale. Cette carte a éclairé la planification et le développement de la collectivité et de son aéroport.
Source: Adapté de Allard et coll, 2020.

### 6.2.1.2 Glaciers

Les glaciers du Canada au Nunavut, dans les Territoires du Nord-Ouest, au Yukon, en Colombie-Britannique et en Alberta (voir la figure 6.3) perdent rapidement de la masse en raison des changements climatiques et cette tendance devrait se poursuivre (Bush et Lemmen, 2019). Les glaciers de l'Arctique du Canada persisteront probablement pendant plusieurs siècles (Huss et Hock, 2018; Bliss et coll., 2014; Radić et Hock, 2014). Toutefois, les glaciers subarctiques occidentaux du Canada devraient disparaître d'ici la fin du siècle (Clarke et coll., 2015).

Les glaciers revêtent une grande importance culturelle et sont évoqués dans les traditions orales comme des entités conscientes et réactives du système socio-biophysique (Cruikshank, 2007). Les impacts de la fonte des glaciers due aux changements climatiques se font sentir dans tous les bassins fluviaux du Nord du Canada. Le changement de l'écoulement fluvial affecte les écosystèmes en aval, ainsi que les habitants du Nord qui dépendent des systèmes de lacs et de rivières pour leur survie. Les glaciers de l'Arctique du Canada sont en voie de devenir le principal contributeur à l'élévation du niveau de la mer parmi toutes les régions glaciaires (en dehors des inlandsis du Groenland et de l'Antarctique) d'ici la fin du siècle (Hock et coll., 2019; Radić et Hock, 2014).

Le vêlage et le retrait des glaciers de l'Extrême-Arctique ont fait que certains fjords sont désormais dépourvus de langues glaciaires flottantes pour la première fois depuis plus de 3 000 ans (Sharp et coll., 2014). La fonte des glaciers engendre de l'incertitude quant à la disponibilité future de l'eau douce et à ses conséquences sur la production d'énergie hydroélectrique en aval au Yukon, ainsi que sur la fréquence et l'ampleur des inondations dans l'ensemble des bassins glaciaires du Nord (Derksen et coll., 2019).

### 6.2.1.3 Glace de mer

La diminution de l'épaisseur et de la couverture de la glace de mer (Derksen et coll., 2019; Meredith et coll., 2019; Meier et coll., 2014) a eu des conséquences sur les écosystèmes arctiques et marins (Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2017). Les changements physiques les plus prononcés comprennent une diminution de 40 % de l'étendue et de la concentration de la glace de mer d'automne au cours des 20 dernières années (Niemi et coll., 2019) et une perte de volume de la glace de mer couplée à une diminution spectaculaire de la glace de mer pluriannuelle (Perovich et coll., 2019; Kwok, 2018). L'étendue et la concentration de la glace de mer au printemps restent relativement stables, mais cette glace est mince et jeune, ce qui diffère beaucoup des conditions observées au cours des décennies précédentes (Perovich et coll., 2019).

## 6.2.2 Impacts sur les écosystèmes marins

Dans les systèmes naturels, les impacts de la glace de mer et de la fonte des glaciers affectent les conditions environnementales de nombreuses espèces (Bhatia et coll., 2021; Niemi et coll., 2019). Outre les impacts directs de la perte de la glace de mer servant de plateforme aux habitats, les changements climatiques ont des impacts indirects sur les facteurs de stress environnementaux tels que l'érosion et l'affaissement des côtes

(mouvement descendant des débris rocheux) (Couture et coll., 2018), l'acidité des océans (Niemi et coll., 2019; Qi et coll., 2017) et la productivité de ceux-ci (Bhatia et coll., 2021). Notre compréhension des réactions des écosystèmes à ces facteurs de stress s'est rapidement enrichie, grâce à la collaboration entre les détenteurs de connaissances autochtones et non autochtones (Williams et coll., 2020). De plus en plus d'éléments indiquent un mélange d'impacts positifs, négatifs et de non-impacts sur les espèces (voir la figure 6.5). En outre, la réaction de l'écosystème marin présente une importante complexité sous-régionale mettant en évidence la connectivité aux systèmes physiques et biologiques qui ne sont pas encore entièrement compris (Niemi et coll., 2019).

Dans l'ensemble, l'augmentation de la saison libre de glace a favorisé une plus grande productivité primaire, car la lumière peut pénétrer plus longtemps dans la colonne d'eau (Renaut et coll.). 2018). Cependant, certains éléments indiquent que le manque de nutriments limite la productivité primaire à certains endroits (Blais et coll., 2017, Bergeron et Tremblay, 2014). Certaines espèces résistent aux variations de la période de prolifération du phytoplancton et peuvent se tourner vers d'autres sources de nourriture ou passent plus de temps à se nourrir dans les eaux océaniques. Par exemple, l'omble chevalier, le flétan noir, les phoques et les bélugas peuvent passer à la consommation de proies telles que le capelan qui, à son tour, consomme du phytoplancton plutôt que des algues de la glace de mer (Yurkowski et coll., 2018). L'impact de ces changements alimentaires continue d'être un domaine d'étude actif. La substitution par d'autres proies qui n'offrent peut-être pas la même quantité de nutriments peut compromettre la santé, tandis que la dépense d'énergie supplémentaire pour chercher de nouvelles proies ou plonger à des profondeurs plus importantes peut être problématique (Choy et coll., 2019, 2020; Loseto et coll., 2018).

Les connaissances autochtones et les observations réalisées par les collectivités ont contribué à une meilleure compréhension intra-annuelle et interannuelle des systèmes marins de l'Arctique, en particulier dans les environnements côtiers proches du rivage. Par exemple, des études collaboratives ont permis de déterminer des points chauds de productivité, ont contribué à démontrer l'importance des zones de transition entre les plans d'eau pour des espèces importantes telles que la morue arctique, et ont conduit à des recherches plus poussées sur des espèces telles que le saumon du Pacifique qui entre dans la mer de Beaufort et les orques qui entrent dans de nombreuses eaux arctiques (Niemi et coll., 2019). De nombreuses incertitudes subsistent quant aux impacts des changements climatiques sur les récoltes commerciales et de subsistance (voir la figure 6.5), ce qui requiert des recherches continues pour combler les lacunes dans les connaissances.

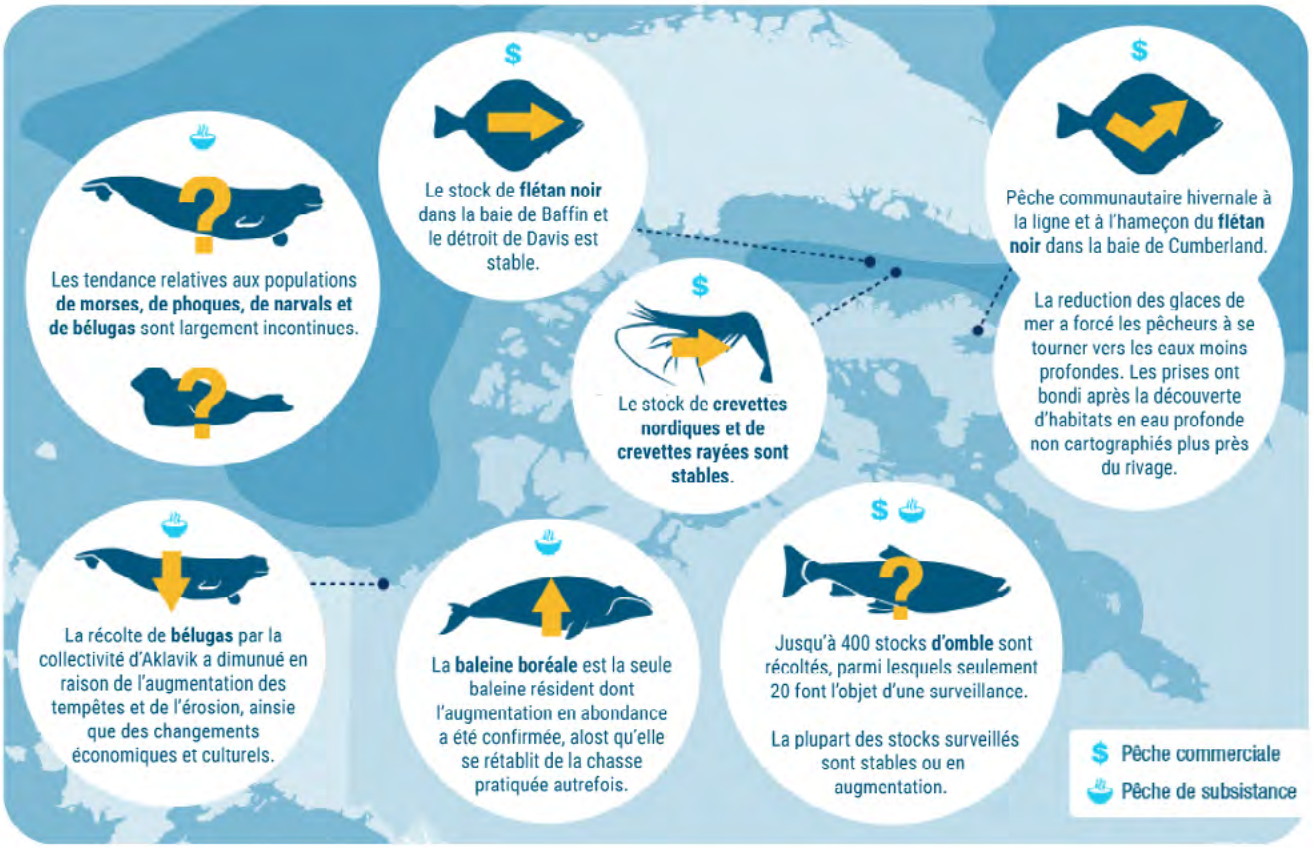



Figure 6.5 : Impacts et tendances des changements climatiques sur plusieurs espèces clés qui sont exploitées à des fins de subsistance ou commerciales dans le Nord. Source : ministère des Pêches et des Océans du Canada, 2019a.

La création de l'aire marine protégée de Tuvaijuittuq le long de la côte nord de l'île d'Ellesmere devrait contribuer à la protection de l'habitat en été pour de nombreuses espèces qui dépendent de la glace, notamment l'ours polaire, le morse et le phoque (Newton et coll., 2021; ministère des Pêches et des Océans du Canada, 2019b). C'est dans cette région que l'on trouve la glace la plus ancienne et la plus épaisse de l'Arctique et cette zone pourrait être la dernière à être recouverte de glace si les effets des changements climatiques se poursuivent. Cette aire marine protégée représente aussi une réalisation importante sur le plan de l'adoption d'une gestion collaborative, la cogouvernance étant partagée entre les autorités autochtones, territoriales et fédérales (Ministère des Pêches et des Océans du Canada, 2019b).

## 6.2.3 Impacts sur la végétation

Outre les transformations physiques des paysages dues à la fonte du pergélisol, les conditions plus chaudes ou plus sèches entraînent une augmentation des agents perturbateurs, notamment les ravageurs forestiers et les incendies de forêt. Dans l'écotone de la forêt boréale et de la toundra (aire de transition entre deux communautés végétales), les insectes forestiers sont désormais capables de survivre à des hivers plus

chauds, ce qui entraîne toute une série de conséquences. Par exemple, en 2015, la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana*) a causé une défoliation sans précédent des épinettes dans le Delta Mackenzie (Olesinski et Brett, 2015). La forêt boréale du nord-ouest du Canada a connu une augmentation de la fréquence et de la gravité des incendies (Meredith et coll., 2019, Ressources naturelles Canada 2017), avec une augmentation des feux de friches en raison des changements climatiques et d'autres facteurs de stress (voir le chapitre Impacts sur les secteurs et mesures d'adaptation du Rapport sur les enjeux nationaux; Coogan et coll., 2019). La superficie brûlée et le nombre de grands incendies dans le Nord du Canada ont augmenté au cours des cinquante dernières années (Hanes et coll., 2018). La fréquence et la gravité des incendies de forêt devraient augmenter et s'étendre dans l'ensemble du Canada, y compris dans le Nord (Coogan et coll., 2020; Coogan et coll., 2019; Hu et coll., 2015). L'impact de ces changements sur la végétation locale et régionale dépend de la résistance, de la résilience et de la vulnérabilité des écosystèmes (voir l'encadré 6.2).

## Encadré 6.2 : Résistance, résilience et vulnérabilité des écosystèmes

Les systèmes écologiques sont dynamiques et évoluent au fil du temps, souvent en réponse à des perturbations. Par exemple, une terre humide peut être temporairement inondée en raison de fortes pluies printanières ou devenir plus sèche lorsque le dégel du pergélisol permet un drainage accru du sol autrefois gelé. Par ailleurs, si les sols restent secs pendant une longue période après un incendie, une terre humide peut se transformer en un système complètement différent. De telles perturbations se produisent à grande et petite échelle dans presque tous les écosystèmes. Les réactions à ces changements dépendront à la fois de la capacité de l'écosystème à se maintenir lorsqu'il est perturbé (résistance) et de la capacité de l'écosystème à réagir aux changements, à absorber les dommages et à se rétablir rapidement (résilience). Les écosystèmes du Nord sont les plus résilients aux perturbations et aux conditions environnementales dans les limites de la fourchette historique de variabilité et d'adaptation antérieure (voir la figure 6.6a; Johnstone et coll., 2016; Seidl et coll., 2016; Keane et coll., 2009). Les écosystèmes résilients peuvent réagir rapidement ou lentement. L'élément déterminant est la capacité du système à retrouver sa structure ou sa fonction essentielle après une perturbation ou un changement (Holling, 1973). Si l'effondrement est déclenché par une perturbation, une période chaotique peut être suivie d'un éventuel rétablissement de l'état précédent ou une nouvelle voie peut émerger en réponse aux nombreuses circonstances « fortuites » durant la période chaotique (voir la figure 6.6b; Holling, 2011).

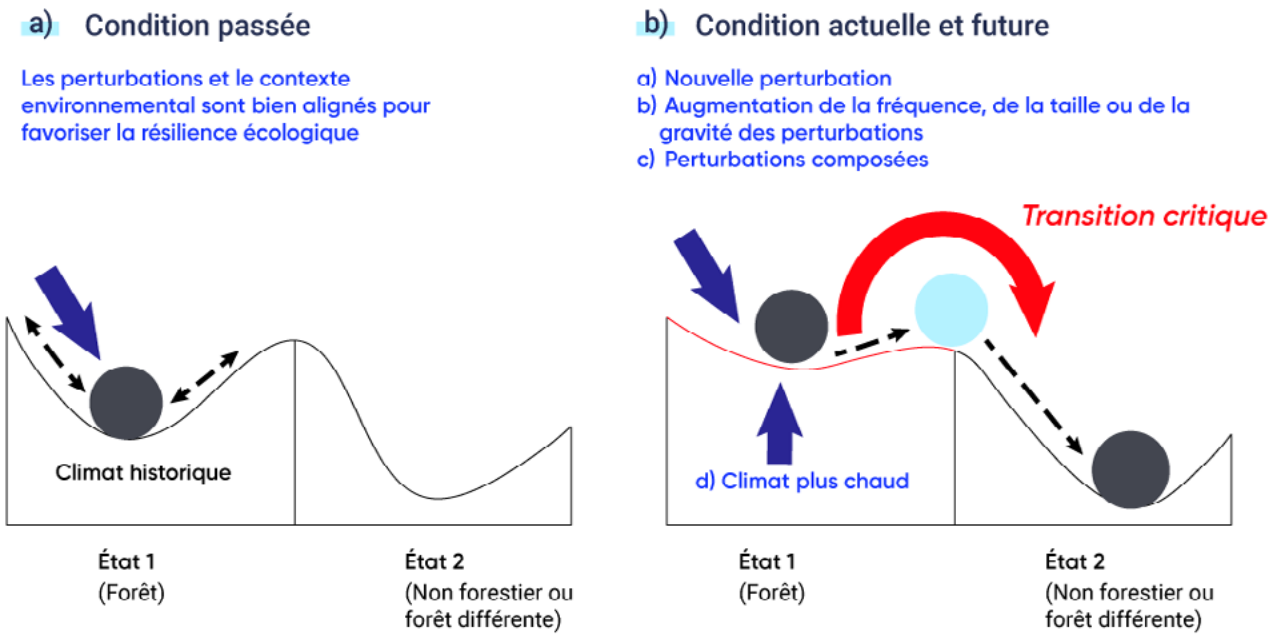



Figure 6.6 : Représentation conceptuelle d'un écosystème (représenté par une boule noire) dans un paysage théorique de différents états d'écosystème (représentés par des vallées séparées par des pics). a) L'écosystème est résilient aux perturbations comprises dans la plage historique de variabilité et d'adaptation antérieure, comme l'indiquent les perturbations qui peuvent déplacer le système, mais sans le faire passer à un autre état. b) L'écosystème est susceptible de passer à un autre état en réaction à des mécanismes hypothétiques qui poussent l'écosystème au-delà de sa plage historique de variabilité et d'adaptation antérieure, ce qui déclenche le passage à un autre état de l'écosystème. Source : Adapté de Johnstone et coll., 2016.

Les changements climatiques ont des répercussions directes sur la végétation, puisque d'importantes zones de toundra et de forêt boréale du nord et de l'est du Canada présentent une productivité végétale accrue (voir la figure 6.7; Keenan and Riley, 2018; Sulla-Menashe et coll., 2018; Ju et Masek, 2016). Les connaissances locales et autochtones, la télédétection et la surveillance scientifique indiquent qu'une grande partie du verdissement de la toundra est due à l'expansion des arbustes ligneux (arbustage), tels que l'aulne et le grand saule, dans des zones qui abritait auparavant une végétation de bien moindre stature (Conseil de ressources renouvelables Dän Keyi, 2019; Myers-Smith et coll., 2019; 2011; Lantz et coll., 2013). L'arbustage provoque une transition de la toundra à une zone arbustive qui ne pourra être inversée sans un retour aux conditions climatiques antérieures (Mekonnen et coll., 2021). Il s'agit de l'une des plus importantes manifestations des changements observés à grande échelle dans le Nord du Canada (Tremblay et coll., 2012; Fraser et coll., 2011; Hill et Henry, 2011; Myers-Smith et coll., 2011; Thorpe et coll., 2002).

Les perturbations telles que les incendies de forêt et les infestations d'insectes sont influencées par de nombreux facteurs qui interagissent avec le climat pour provoquer des changements dans les écosystèmes du Nord (Johnstone et coll., 2016). De nombreux écosystèmes pourraient résister initialement au changement, étant donné que les effets rétroactifs associés à la végétation à longue durée de vie aident

à maintenir les conditions environnementales et les fonctions écologiques qui soutiennent la stabilité écologique, même lorsque le climat change (Chapin et coll., 2004). Cependant, lorsque la végétation est tuée ou réduite à cause d'une perturbation, ces effets rétroactifs sont perturbés et un changement rapide peut se produire (voir la figure 6.6). Par exemple, les incendies de forêt qui remplacent les peuplements commencent de nouvelles phases de régénération forestière où les semis peuvent être beaucoup plus sensibles aux conditions climatiques que dans un peuplement établit là où les arbres de la canopée changent considérablement le microclimat local (Baltzer et coll., 202; Davis et coll., 2019; Johnstone et coll., 2010). Les changements climatiques auront également une incidence directe sur le type et la gravité des perturbations qui se produisent, car des facteurs tels que le comportement des incendies, la biologie des insectes nuisibles et le dégel du pergélisol sont tous sensibles aux changements des conditions météorologiques saisonnières (Turetsky et coll., 2017).

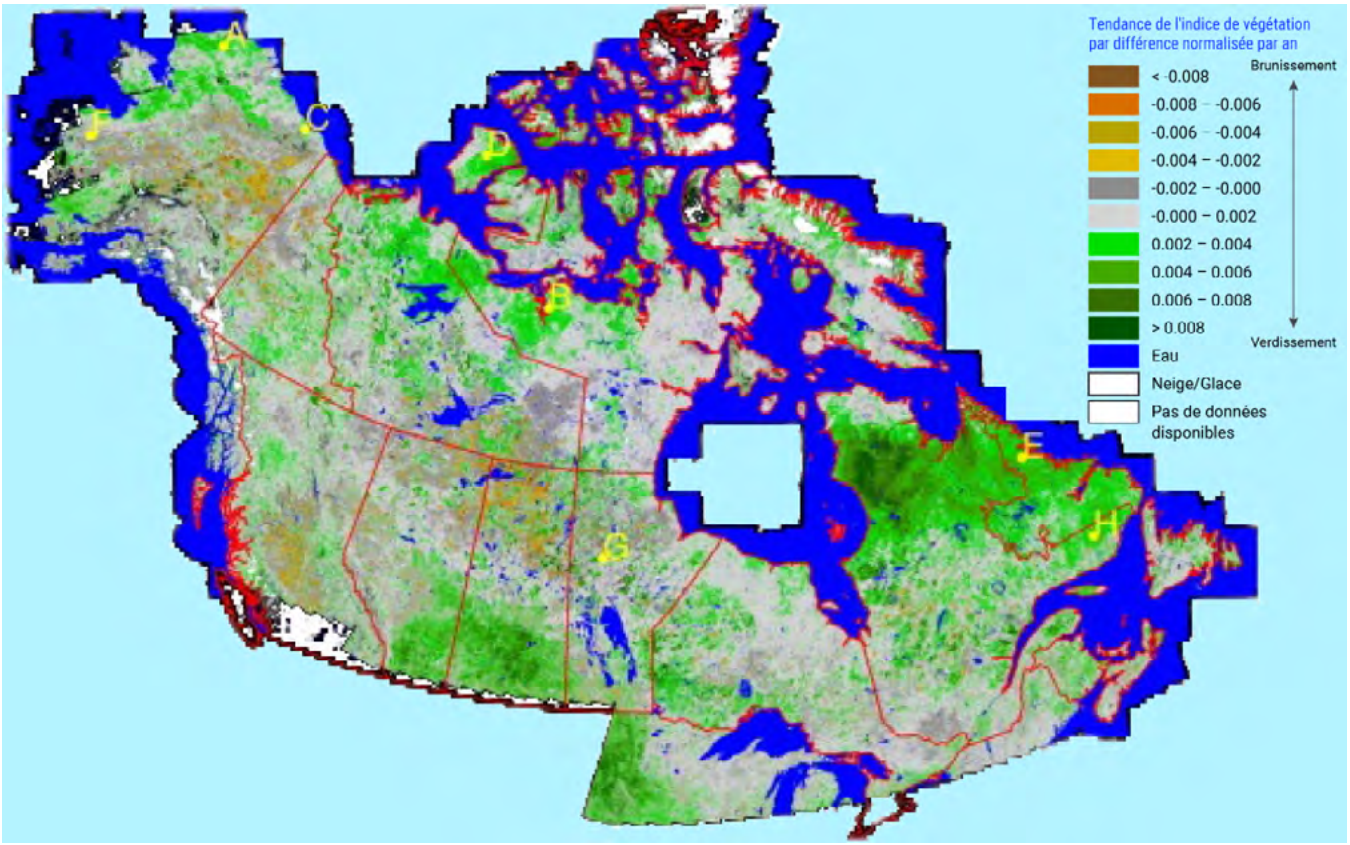



Figure 6.7: Cartes Landsat montrant les tendances de la verdure grâce à l'utilisation de l'indice de végétation par différence normalisée (IVDN), qui estime la densité de verdure dans une zone en utilisant la différence entre la réflectance de la végétation dans le visible et le proche infrarouge. Là où il n'y avait pas suffisamment d'observations valides pour dériver des tendances de verdure, toutes les couches thématiques ont été définies comme "sans données". Les lettres A à H représentent les sites de validation au sol. Source : Adapté de Ju et Masek, 2016.

Contrairement à la toundra, une grande partie de la forêt boréale présente peu de changement dans l'état de la végétation, avec des zones régionales présentant une baisse de productivité (voir la figure 6.7; Ju et

Masek, 2016; Goetz et coll., 2005). Dans certains cas, les tendances au « brunissement » de la forêt boréale reflètent l'impact de perturbations telles que l'exploitation forestière et les incendies de forêt (Bonney et coll., 2018). Cependant, dans les parties situées au nord de la forêt boréale, les cercles des arbres montrent que le réchauffement pourrait provoquer un stress accru dû à la sécheresse et une réduction de la croissance des arbres (Walker et coll., 2015).

### 6.2.4 Impacts sur les animaux terrestres

La fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes, notamment les épisodes de réchauffement anormal pendant l'hiver et les épisodes de pluie sur la neige, a augmenté dans l'Arctique (Cohen et coll., 2015). Les épisodes de pluie sur la neige forment une couche de glace impénétrable sur le sol, ce qui peut entraîner la famine et l'effondrement des populations d'ongulés (animaux pourvus de sabots) dans l'Arctique, comme la mort de 20 000 bœufs musqués sur l'île Banks en 2003 (Rennert et coll., 2009).

Actuellement, de nombreuses populations de caribous du Canada sont en déclin en raison de la perturbation de leur habitat. De plus en plus, les changements climatiques amplifient la perturbation de l'habitat, en particulier pour le caribou des bois (Stewart et coll., 2020; Mallory et Boyce, 2017; Gunn et coll., 2009). Les troupeaux migrateurs de caribous de la toundra réagissent de façon très variable aux changements climatiques et aux perturbations de l'habitat. La plupart d'entre eux réagissent négativement en raison de la difficulté à s'alimenter pendant l'hiver à la suite d'incendies dans la toundra ou d'épisodes de pluie sur la neige (Schmelzer et coll., 2020; Lewis et coll., 2019) et certains réagissent positivement en raison d'un succès accru de la reproduction pendant les printemps plus chauds et d'une meilleure condition physique après des hivers plus doux (Gagnon et coll., 2020; Mallory et Boyce, 2017; Wheeler et coll., 2017; Gunn et coll., 2009). Les impacts sur le caribou ne sont pas toujours graduels, les cas de mortalité massive étant associés à des précipitations extrêmes (p. ex. pluie sur la neige) (Miller et Gunn, 2003). Ces impacts sont sans doute le début d'une réorganisation importante des collectivités écologiques du Nord en réponse aux changements climatiques (Reid et coll., 2013; Post et coll., 2009). Les pratiques traditionnelles de chasse au caribou sont gravement touchées lorsque les routes migratoires du caribou s'éloignent des lieux historiques (Douglas et coll. 2014). Bien que les pratiques de gestion aient évolué pour mieux tenir compte des perspectives autochtones, les décisions relatives à la chasse et à l'habitat du caribou demeurent un enjeu stratégique important et souvent litigieux (Gouvernement des Gwitchin Vuntut, 2020; Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 2017; Cuerrier et les aînés de Kangiqsualujjuaq, 2012).

Dans certains habitats du centre de l'Arctique canadien, la productivité de la végétation a augmenté (voir la figure 6.7), bien que cela ne se produise pas dans d'autres types d'habitats (Rickbeil et coll., 2018). Malgré le fait que le caribou pourrait, dans quelques années, tirer avantage d'une augmentation de la productivité de la végétation (Mallory et coll., 2018), le verdissement précoce de la végétation, associé à des débuts de printemps plus précoces, peut diminuer la qualité du fourrage disponible pour les animaux pendant les périodes clés de la reproduction (Barboza et coll., 2018; Post et Stenseth, 1999).

Les changements climatiques ont entraîné l'apparition de conditions permettant à de nouvelles espèces d'habiter le Nord du Canada, principalement en agrandissant leurs aires de répartition septentrionales (Chen et coll., 2011). Certaines nouvelles espèces évoluent dans un nouvel habitat issu de l'arbustage de la toundra

(Myers-Smith et coll., 2011). Il s'agit notamment du merle d'Amérique (*Turdus migratorius*) et de la paruline à calotte noire (*Cardellina pusilla*), qui ont étendu leur aire de reproduction vers le nord de 100 à 350 km dans le nord du Labrador (Whitaker, 2017), ainsi que du castor d'Amérique du Nord (*Castor canadensis*), qui a colonisé la toundra dénudée de la plaine côtière de Beaufort dans certaines parties du Yukon et de l'Alaska (Tape et coll., 2018; Jung et coll., 2016).

Au Nunavik, les connaissances autochtones indiquent que les castors se sont déplacés plus au nord, bloquant les rivières dont l'omble chevalier dépend pour se reproduire (Conseil circumpolaire Inuit, 2018). Comme les connaissances autochtones sur l'exploitation du castor sont limitées dans la région, les trappeurs et les chasseurs locaux sont obligés d'apprendre de nouvelles techniques pour gérer le castor et ne sont pas certains de l'impact que l'espèce a sur l'omble chevalier (Shah et coll., 2018). Les ateliers, les sondages et les entrevues révèlent que les Autochtones ont observé un grand nombre de nouvelles espèces sauvages, d'oiseaux, d'insectes et de poissons qui entrent dans les régions, et qu'ils ont une connaissance approfondie de la santé des espèces existantes (Knotsch et Lamouche, 2010; Nickels et coll., 2005; Krupnik et Jolly, 2002).

De nouveaux assemblages d'espèces donnent lieu à de nouvelles interactions. On s'attend à ce que les espèces migratrices du sud déplacent certaines espèces du nord, en particulier celles qui connaissent une rétraction de leur aire de répartition en raison de la diminution des habitats froids (Marcot et coll., 2015). Certaines nouvelles espèces auront plus d'impact que d'autres. Par exemple, les castors sont une espèce clé et modifient considérablement l'hydrologie du paysage en construisant des barrages. Les étangs qui en résultent peuvent accroître le dégel du pergélisol, renforçant ainsi les impacts du réchauffement climatique (Tape et coll., 2018).

### 6.2.5 Répercussions en cascade

De nouvelles formes de perturbations peuvent induire des effets rétroactifs positifs qui amplifient le réchauffement et d'autres impacts induits par le climat. Par exemple, à la suite d'un incendie de forêt, les changements de la couverture végétale amplifient localement le réchauffement des températures, contribuant à l'arbustage de la toundra et au dégel du pergélisol, tout en libérant du carbone qui contribue à un réchauffement supplémentaire (Jones et coll., 2015; Lantz et coll., 2013). Des effets rétroactifs négatifs peuvent également se produire. Par exemple, la disponibilité en eau est plus élevée dans les conditions chaudes du printemps, mais elle peut produire des précipitations sous forme de neige, ce qui augmente l'albédo et ralentit la fonte (Fletcher et coll., 2012; Qu et Hall, 2007). En outre, une cascade de perturbations peut se produire, où une nouvelle perturbation crée les conditions d'une autre nouvelle perturbation. Par exemple, l'augmentation de l'humidité dans l'ensemble des Territoires du Nord-Ouest en 2017-2018 pourrait y avoir fait augmenter la quantité d'agents pathogènes dans les forêts (Olesinki et Brett, 2018).

Les impacts des perturbations nouvelles et existantes peuvent compromettre la résilience des écosystèmes (Johnstone et coll., 2016). Par exemple, il est peu probable que les incendies qui se produisent dans des conditions normales perturbent gravement les cycles naturels de la succession forestière, car la plupart des espèces d'arbres boréales se sont adaptées pour assurer la régénération après un incendie. Cependant, l'augmentation de l'activité des feux peut entraîner l'incendie de peuplements jeunes avant que les arbres ne soient assez âgés pour générer des graines. De tels événements, surtout lorsqu'ils se produisent lors d'années anormalement sèches ou chaudes, peuvent déclencher des problèmes de régénération et entraîner

le passage à des états non boisés (Whitman et coll., 2019; 2018). Bien que les systèmes de toundra puissent être moins vulnérables aux changements induits par les perturbations, de grands incendies peuvent se produire dans les environnements de toundra (Mack et coll., 2011) et une augmentation de l'activité des incendies peut se produire si les températures franchissent les seuils climatiques qui ont régulé l'activité des incendies dans le passé (Young et coll., 2017).

## 6.3 Les impacts sur la santé intensifient et amplifient les inégalités dans le Nord

**Les changements climatiques ont un impact négatif sur la santé des habitants du Nord, ce qui amplifie les inégalités existantes et l'accès aux soins de santé.**

*Tous les impacts des changements climatiques sur la santé ne sont pas nécessairement directs. Les impacts sur la santé physique comprennent la perturbation de l'accès aux aliments traditionnels, l'exposition accrue aux contaminants et à la fumée des feux de forêt, ainsi que l'augmentation des risques liés aux déplacements. Les problèmes de santé mentale découlent de la modification de l'accès aux terres, des perturbations des activités culturelles et des possibilités de mise en commun des connaissances, de l'évolution des identités liées au lieu et de la disparition d'espèces, de plantes ou d'écosystèmes importants. Des ressources et des programmes adaptés à la culture locale, créés conjointement par les collectivités locales en partenariat avec d'autres organisations, sont essentiels pour soutenir les résultats sur la santé physique et mentale sensibles aux changements climatiques. Ces ressources et programmes doivent inclure un lien avec le lieu et favoriser davantage de temps passé sur le terrain afin d'améliorer le bien-être et de réduire la pression sur des ressources de santé limitées.*

### 6.3.1 Introduction

Dans le Nord du Canada, les gens sont souvent très proches de leur environnement et dépendent de la terre pour assurer leur subsistance, leur bien-être et, en particulier dans les contextes autochtones, leur culture et leur identité (Richmond et Ross, 2009; Kirmayer et coll., 2008). Ainsi, tout changement, même subtil, du climat et de l'environnement peut perturber la vie des gens et leur sentiment d'appartenance au lieu, ce qui finit par affecter leur santé mentale et émotionnelle. L'augmentation des températures, la diminution de l'étendue et de la stabilité de la glace de mer, les perturbations des ressources alimentaires et hydriques, ainsi que les modifications de la faune et de la flore ont un impact sur les moyens de subsistance, les pratiques culturelles et la mise en commun des connaissances.

Les habitants du Nord sont également préoccupés par les effets sur la santé physique liés à la libération de contaminants d'origine naturelle provenant de la fonte de la cryosphère et à l'exposition accrue à la fumée des feux de forêt. Bien que la documentation relative aux risques réels pour les Canadiennes et Canadiens du Nord soit limitée, la perception du risque est élevée.

## 6.3.2 Santé mentale

La santé mentale est une priorité majeure de la santé publique et du système de santé dans le Nord du Canada, en particulier chez les peuples autochtones, qui sont confrontés à d'importantes disparités en matière de santé et ont un accès limité aux services de santé mentale (voir le chapitre Changements climatiques et santé des Autochtones du Canada du Rapport sur la santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement et le chapitre Collectivités rurales et éloignées du Rapport sur les enjeux nationales). L'origine des problèmes de santé mentale est complexe et découle des traumatismes intergénérationnels déclenchés par les déplacements forcés, la dépossession des terres et les pensionnats (Inuit Tapiriit Kanatami, 2016; Cunsolo Willox et coll., 2014; Kirmayer et coll., 2008), ainsi que des inégalités dans l'accès à des soins culturellement adaptés.

Les changements climatiques se sont révélés être un facteur de stress supplémentaire, direct et indirect, sur la santé mentale (Clayton et coll., 2017; Cunsolo Willox et coll., 2013a, b, 2012). Par exemple, les conditions météorologiques de plus en plus imprévisibles, combinées à la disparition de la glace de mer et à d'autres effets des changements climatiques dans le Nord du Canada et dans l'Inuit Nunangat, aggravent et exacerbent les problèmes de santé mentale des Autochtones du Nord. Cela crée de nouveaux facteurs de stress liés à la santé mentale en limitant la possibilité pour les Autochtones du Nord à s'adonner en toute sécurité à des activités terrestres et de maintenir des liens avec leurs terres et leurs cultures ancestrales (Durkalec et coll., 2015; Harper et coll., 2015; Healey, 2015; Petrasek MacDonald et coll., 2015; Cunsolo Willox et coll., 2013a, b; Petrasek MacDonald et coll., 2013). Ces perturbations des terres, des eaux, des plantes et des animaux bien-aimés ont plusieurs répercussions émotionnelles et mentales, comme l'ont montré plusieurs études menées par les Inuits et les collectivités (voir l'étude de cas 6.1).

### Étude de cas 6.1 : Documentaire *Attutauniujuk Nunami/Lament for the Land*

Le documentaire *Attutauniujuk Nunami/Lament for the Land* (en anglais seulement) est né d'une initiative communautaire visant à étudier les liens entre les changements climatiques et la santé mentale des Inuits au Nunatsiavut (le projet Santé mentale Inuite et adaptation aux changements climatiques). Il s'agit d'un partenariat entre les cinq collectivités Inuites du Nunatsiavut. La coordination dans chacune des cinq régions est assurée par un coordonnateur de recherche local. Un total de 120 entrevues réalisées avec des membres de la collectivité et des professionnels de la santé a permis de produire un film qui met en lumière les voix des Inuits du Nunatsiavut qui décrivent les répercussions du climat sur la santé mentale et les mesures d'adaptation connexes (Cunsolo Willox et coll., 2013c). Le documentaire *Attutauniujuk Nunami/Lament for the Land* révèle les liens étroits entre les personnes et les lieux, ainsi que le chagrin et la tristesse, mais aussi l'espoir et la force qui émergent en période de changement.

Découvrez-en plus en visionnant en visionnant le documentaire *Lament for the Land*, 2022.

La réduction du temps passé sur la terre en raison des changements de l'environnement et des conditions météorologiques a été associée à de fortes réactions émotionnelles, comme la colère, la peur et la tristesse, la détresse interpersonnelle, une possible augmentation de la consommation de drogues et d'alcool, le déclenchement et l'amplification de traumatismes antérieurs, un risque accru de suicide, la remise en question de l'identité des personnes enracinées dans le lieu et une plus grande charge sur le personnel de santé pour les besoins en santé mentale pendant les périodes de mobilité limitée et d'accès réduit aux terres (Middleton et coll. 2020a, b; Bunce et coll., 2016; Durkalec et coll., 2015; Harper et coll., 2015; Ostapchuk et coll., 2015; Wolf et coll., 2015; Cunsolo Willox et coll., 2013a, b; Petrasek MacDonald et coll., 2013; Cunsolo Willox et coll., 2012). Par exemple, les travailleurs de la santé de Rigolet, au Nunatsiavut, signalent que le stress lié à l'impossibilité d'être sur les terres se répercute sur l'environnement familial, résonne dans la collectivité et entraîne, semble-t-il, une augmentation de la consommation d'alcool et de drogues (Cunsolo Willox et coll., 2013b).

La diminution des occasions de mettre en commun des compétences et des connaissances, de pratiquer la récolte de subsistance et de partager ensuite la nourriture a également un impact sur les liens sociaux et la cohésion au sein des collectivités (Bunce et coll., 2016; Cunsolo Willox et coll., 2013b; Pufall et coll., 2011). Les pertes environnementales actuelles et prévues dues aux changements climatiques suscitent de fortes réactions émotionnelles. Il s'agit notamment du stress, de la détresse et du désespoir (Ellis et Albrecht, 2017; Harper et coll., 2015; Ostapchuk et coll., 2015; Cunsolo Willox et coll. 2013a, b; Cunsolo Willox et coll., 2012), de la solastalgie (stress émotionnel et existentiel lié à des environnements changeants ou perturbés et aux liens avec le lieu) (Albrecht, 2012) ainsi que de l'anxiété et du deuil écologiques (c'est-à-dire le deuil et l'anxiété en réponse à la perte écologique physique, aux perturbations des systèmes de connaissances et des systèmes culturels, et aux identités changeantes basées sur le lieu) (Cunsolo et coll., 2020; Cunsolo et Ellis, 2018).

Les impacts sur la santé mentale sensibles au climat nécessitent des réponses précises et multiformes pour faire face aux divers impacts psychosociaux qui se produisent. Ces réponses peuvent également avoir des effets bénéfiques pour d'autres facteurs de stress sur la santé mentale. Lorsqu'un soutien est apporté pour améliorer les ressources en matière de soins de santé mentale dans les collectivités du Nord, cela permet de s'assurer que les résidents ont accès à des thérapies et à des conseils appropriés, tandis que l'éducation et la formation du personnel de santé et des patients permettraient de sensibiliser aux impacts des changements climatiques sur la santé mentale, comme le deuil écologique (Cunsolo et coll., 2020; Middleton et coll., 2020b; Cunsolo et Ellis, 2018; Clayton et coll., 2017). Pour agir sur les déterminants socio-environnementaux plus larges de la santé mentale, il est nécessaire de procéder à de nombreuses adaptations de la santé mentale en dehors du cadre traditionnel des soins de santé. Cela peut inclure, sans toutefois s'y limiter, des programmes communautaires qui facilitent la cohésion sociale et le lien avec la culture, qui donnent aux individus et aux collectivités un sentiment d'efficacité personnelle et des possibilités de mener des mesures concrètes pour se réapproprier leurs histoires dans un climat en mutation (Clayton et coll., 2017). Dans la mesure du possible, les programmes peuvent viser à maintenir et à renforcer le lien des populations avec le lieu (Clayton et coll., 2017), tout en disposant de ressources de santé mentale qui ne dépendent pas de la terre ou des conditions météorologiques, comme les camps culturels résilients au climat, et qui peuvent donc être accessibles malgré les défis imposés par les changements climatiques (Cunsolo Willox et coll., 2013b).

## 6.3.3 Insécurité alimentaire

Les risques d'insécurité alimentaire pour les peuples de l'Arctique augmentent en raison de l'impact des changements climatiques, qui sont aggravés par les impacts du développement et des structures économiques (Meredith et coll., 2019). Les taux les plus élevés d'insécurité alimentaire au Canada se trouvent tous dans le Nord, tandis que des études récentes ont déterminé une prévalence régionale de l'insécurité alimentaire des ménages qui varie de 16,9 % au Yukon (Tarasuk et Mitchell, 2020) à 59,5 % au Nunatsiavut (Furgal et coll., 2017). Toutes les dimensions de l'insécurité alimentaire (disponibilité, accès, qualité, utilisation et stabilité) sont touchées par les changements climatiques et les modifications environnementales qui y sont associés, ce qui affecte presque tous les aspects du bien-être, y compris la santé physique et mentale (voir le chapitre Salubrité et sécurité des aliments du rapport La santé des Canadiens et des Canadiennes dans un climat en changement).

Les systèmes alimentaires du Nord sont à la fois complexes et distincts. Les Autochtones et non autochtones du Nord continuent de dépendre de ce que l'on peut généralement décrire comme un système alimentaire double composé à la fois d'aliments commercialisés (aliments importés achetés en magasin par le biais de l'économie de marché) et d'aliments récoltés dans la nature ou sauvages (aliments chassés, récoltés ou cueillis sur la terre, parfois appelés aliments traditionnels) (Hansen et coll., 2018). L'alimentation commerciale et l'alimentation traditionnelle présentent des mécanismes distincts et parfois interactifs de disponibilité, de transformation, de distribution, d'accès et d'élimination des aliments. Les phénomènes météorologiques défavorables et anormaux, tels que l'augmentation des précipitations, les vents violents et le brouillard prolongé, affectent la disponibilité de tous les aliments et l'accès à ceux-ci. Le nombre plus élevé de jours de brouillard et de vent a un impact négatif sur le transport des aliments du commerce vers les collectivités, tant par voie aérienne que maritime. Ces retards liés au climat ont réduit la disponibilité et la qualité des aliments du commerce dans les collectivités, tout en contribuant à l'augmentation des coûts (Human Rights Watch, 2020; Cunsolo Willox et coll., 2012). Ces mêmes conditions rendent les déplacements sur la terre, l'eau et la glace plus difficiles pour les chasseurs et les récolteurs, ce qui limite l'accessibilité aux aliments traditionnels, le temps passé sur la terre et la transmission des connaissances culturelles. Les activités sur la terre permettent aux gens de subvenir aux besoins de leurs familles et sont essentielles pour la sécurité et la souveraineté alimentaires des Autochtones. Ils sont également essentiels à la santé et au bien-être des habitants de l'Arctique.

La lutte contre les impacts négatifs des changements climatiques sur la sécurité alimentaire est facilitée par des politiques et des programmes qui encouragent et favorisent la pratique des activités terrestres, ainsi que la participation aux économies de marché (Wilson et coll., 2020). Les programmes communautaires de congélation donnent accès à de l'équipement, des formations et des connaissances qui favorisent l'accès des chasseurs à la terre, à l'eau et à la glace, ainsi que leur sécurité, tout en permettant la distribution d'aliments traditionnels au sein des collectivités (voir l'étude de cas 6.2). À Nain et à Hopedale, le ministère de la Santé et du Développement social du gouvernement du Nunatsiavut gère des programmes *Nigivik* (« Un endroit où nous mangeons » en inuttitut, un dialecte de l'inuktitut). Souvent offerts en partenariat avec des programmes communautaires de congélation et de jeunesse, les programmes *Nigivik* offrent des espaces et des activités de cuisine accessibles et souples qui visent à enseigner la cuisine et d'autres compétences alimentaires aux membres de tous âges de la collectivité. Pour faire face au changement de disponibilité des aliments traditionnels, *Nigivik* insiste sur l'importance des aliments traditionnels et des aliments du commerce pour

la santé, tout en enseignant des compétences telles que les méthodes traditionnelles de conservation des aliments et la mise en conserve contemporaine, qui peuvent toutes deux augmenter l'accessibilité des aliments traditionnels tout au long de l'année (The OKâlaKatiget Society, 2017).

## Étude de cas 6.2 : Programmes communautaires de congélation au Nunatsiavut

Conçus pour favoriser l'accès aux aliments traditionnels, les programmes communautaires de congélation agissent comme un dépôt communautaire central d'aliments traditionnels qui sont redistribués dans toutes les collectivités du Nunatsiavut (Organ et coll., 2014). Ces programmes augmentent l'accès aux aliments traditionnels et réduisent les risques de voyager dans un climat en changement. Ils présentent également des avantages secondaires importants, notamment l'amélioration du bien-être mental et la transmission des connaissances culturelles.

Les programmes communautaires de congélation (voir la figure 6.8) sont adaptés aux besoins de chaque collectivité du Nunatsiavut et constituent une formalisation contemporaine de la valeur Inuite du partage. En plus d'accroître l'accès à une diversité d'aliments traditionnels, de nombreux programmes communautaires de congélation comprennent des initiatives visant à relever d'autres défis en matière d'accès aux aliments traditionnels et de sécurité alimentaire. À Nain, le programme communautaire de congélation comprend un programme d'approvisionnement en carburant et en ressources de chasse, dans le cadre duquel les chasseurs reçoivent des fournitures essentielles en échange du partage de la congélation d'une partie de leurs prises. Les récolteurs empruntent des cannes à pêche, des GPS et des appareils InReach, du matériel de camping et d'autres équipements de sécurité essentiels auxquels ils n'auraient peut-être pas accès autrement. Cela permet d'éliminer les obstacles à la récolte créés par le coût de plus en plus élevé des équipements, ainsi que les risques pour la sécurité individuelle posés par l'imprévisibilité croissante des déplacements sur la terre et la glace. Dans plusieurs collectivités, les programmes communautaires de congélation organisent également des initiatives de mentorat pour les jeunes, dans le cadre desquelles des chasseurs expérimentés sont engagés pour emmener les jeunes en excursion de chasse. Ces programmes forment les jeunes aux compétences et connaissances essentielles en matière de récolte et de sécurité alimentaire, tout en offrant les aliments récoltés aux programmes de congélation ou directement aux aînés de la collectivité.

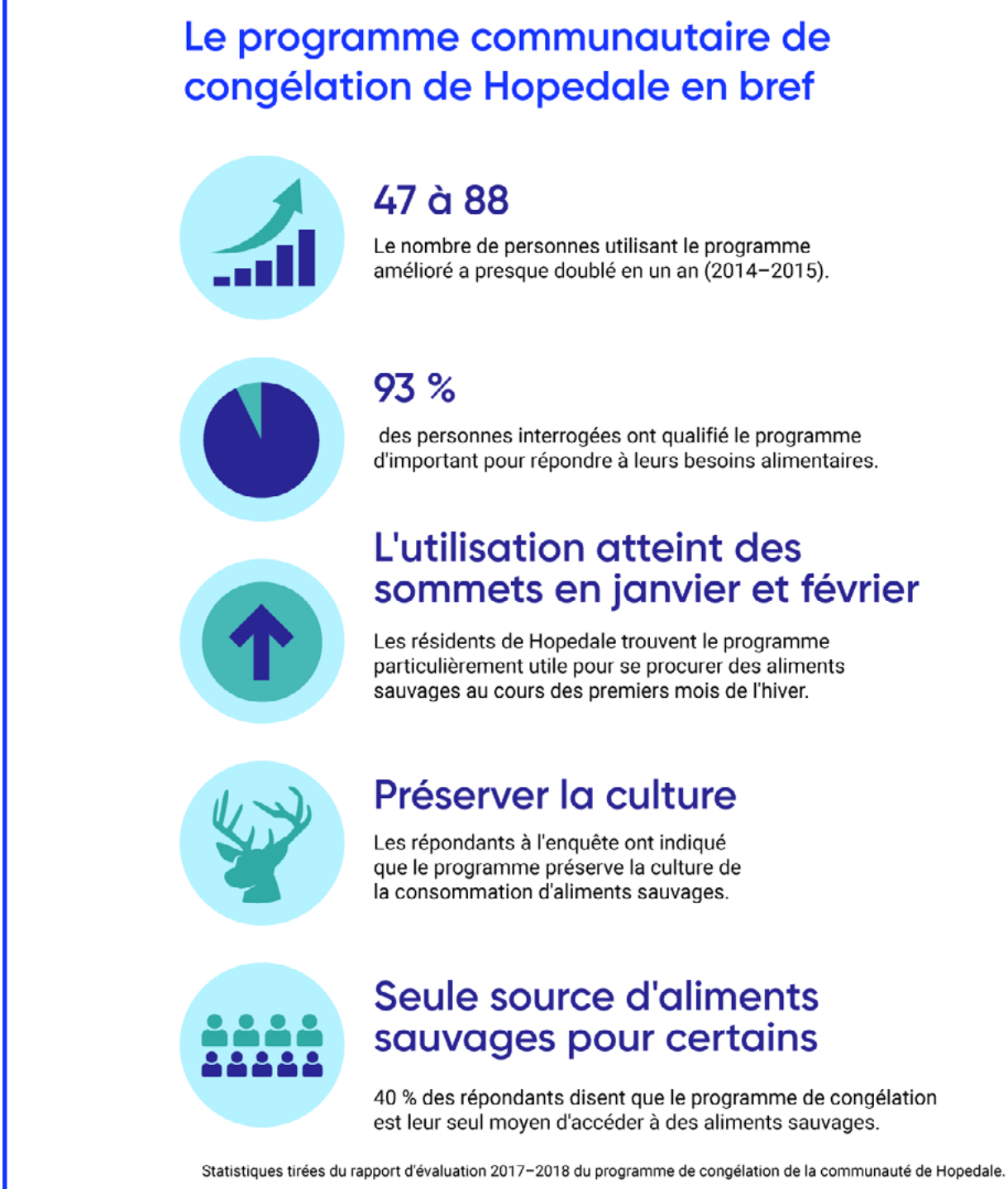



Figure 6.8 : Infographie des faits rapides sur le programme de congélation communautaire de Hopedale à Nunatsiavut. Source : Adapté de Food First NL, n.d.

Dans la plupart des collectivités, les congélateurs communautaires et les programmes comme *Nigivik* contribuent à une série d'initiatives qui, ensemble, favorisent l'adaptation aux changements climatiques. Bien qu'elles n'aient pas toutes été développées en tant que programmes d'adaptation aux changements climatiques, ces initiatives offrent des avantages secondaires tels que le renforcement de la résilience climatique individuelle et communautaire. Les programmes à l'échelle communautaire et régionale sont également complétés par plusieurs initiatives politiques générales, notamment la Stratégie nationale Inuite sur les changements climatiques (Inuit Tapiriit Kanatami, 2019a) et la Stratégie de sécurité alimentaire du Nunatsiavut/Plan marin du Nunatsiavut, que prépare actuellement le gouvernement du Nunatsiavut. Dans l'élaboration de ces stratégies et d'autres, les considérations relatives à la santé et à la sécurité alimentaire sont intégrées afin de s'assurer que les politiques et les programmes associés sont intersectoriels et ancrés dans les valeurs et les modes de vie des Inuits afin de promouvoir le bien-être et la résilience. Il est important de noter que ces stratégies reconnaissent et renforcent les capacités inhérentes (voir la section 6.6) et s'appuient à la fois sur les connaissances Inuites et les preuves scientifiques pour placer les personnes au cœur de la résilience.

### 6.3.4 Préoccupations en matière de santé liées aux contaminants

Tout indique que les changements environnementaux causés par le réchauffement des températures entraînent une libération accrue de contaminants dans l'environnement, avec des impacts potentiels sur la santé humaine et environnementale. Le dégel du pergélisol ainsi que la fonte des glaciers et de la glace de mer peuvent libérer des contaminants stockés dans l'environnement arctique (Obbard et coll., 2014). Par exemple, on estime que 793 millions de kilogrammes de mercure pourraient être libérés par le dégel du pergélisol dans les régions pergélisolées de l'hémisphère Nord au cours du prochain siècle (Schuster et coll., 2018). Le mercure élémentaire est transformé par les algues aquatiques en méthylmercure, encore plus toxique et plus biodisponible, et qui constitue la forme prédominante de mercure que l'on trouve dans les poissons et l'environnement marin (Miner et coll., 2021). L'augmentation prévue de la croissance des algues dans les lacs de l'Arctique, qui se produit en même temps que le mercure libéré par le dégel du pergélisol, entraînera probablement une augmentation du méthylmercure dans l'environnement aquatique. Le dégel du pergélisol et la diminution de la couverture neigeuse peuvent favoriser la libération du radon-222 radioactif du sol, entraînant une augmentation des niveaux de plomb 210 et de polonium 210 dans l'environnement, deux substances toxiques radioactives (Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2010). Les radionucléides et le mercure peuvent également être redistribués à partir de phénomènes naturels tels que les incendies de forêt, dont la fréquence et l'intensité devraient augmenter avec les changements climatiques (Wang et coll., 2017).

La menace d'une augmentation des rejets de contaminants dans l'Arctique a de graves conséquences pour l'environnement et les populations fauniques de l'Arctique, avec des répercussions éventuelles sur la santé des humains lorsqu'ils consomment des aliments sauvages (y compris des animaux terrestres, des oiseaux, des poissons et des mammifères marins, ainsi que de la nourriture de culture fourragère) présentant des niveaux élevés de contaminants. Parmi les mesures de précaution figure l'émission d'avis par les autorités sanitaires provinciales ou territoriales concernant la consommation d'aliments liés à des risques pour la santé. Par exemple, un avis sanitaire du Nunavut recommande aux femmes en âge de procréer d'éviter de consommer du foie de phoque annelé en raison de concentrations élevées de mercure. La crainte de

consommer des aliments traditionnels contaminés pourrait entraîner un recours accru aux aliments du commerce, qui peuvent être moins nutritifs, plus coûteux et une maladaptation potentielle (Rosol et coll., 2016; Berry et coll. 2014).

## 6.3.5 Risques pour la santé liés aux incendies de forêt

Bien qu'il existe peu de synthèse des connaissances à partir desquelles créer un cadre de risques associés aux incendies de forêt au Canada (Johnston et coll., 2020), de nombreuses collectivités autochtones du Canada sont plus exposées aux incendies de forêt en raison de leur isolement et proximité des forêts (Christianson, 2015). Du point de vue de la santé humaine, les incendies de forêt peuvent entraîner des décès (Cameron et coll., 2009), des traumatismes et des brûlures importantes, des symptômes de stress post-traumatique (Papanikolaou et coll., 2011; McDermott et coll., 2005) et des problèmes de santé mentale (voir le chapitre Impacts sur les secteurs et mesures d'adaptation du Rapport sur les enjeux nationaux; Coogan et coll., 2019). La propagation de la fumée peut dépasser largement voisinage immédiat d'un incendie (Reid et coll., 2016), ce qui compromet la qualité de l'air même pour les populations éloignées (Henderson et Johnston, 2012).

Parmi les récents phénomènes extrêmes liés aux incendies de forêt, citons la saison des feux de 2014 dans les Territoires du Nord-Ouest, durant laquelle 3,4 millions d'hectares de terres ont été affectés par 385 incendies distincts en raison de la sécheresse. Le coût de la lutte contre ces feux de forêt s'est élevé à 56,1 million de dollars, soit un montant presque huit fois supérieur au budget annuel de lutte contre les incendies du territoire à l'époque (Dodd et coll., 2018). Les incendies ont provoqué l'évacuation de collectivités sur l'ensemble du territoire, des conséquences graves sur la santé et des troubles respiratoires, ainsi qu'une peur et une anxiété persistantes chez les habitants du Nord Autochtones et non Autochtones. De nombreuses personnes ont fait état de charges mentales, émotionnelles et spirituelles, et ont éprouvé un sentiment d'isolement en raison de la nécessité de rester à l'intérieur conformément aux conseils de santé publique ou en raison d'une évacuation forcée, mais aussi parce qu'elles passaient moins de temps sur la terre (Dodd et coll., 2018). Les habitants ont également déclaré ressentir un stress et un deuil anticipatoires à l'égard d'éventuels feux de forêt à l'avenir et des impacts supplémentaires sur le lieu et l'environnement, les collectivités, la santé physique, la sécurité alimentaire et la santé mentale et émotionnelle (Dodd et coll., 2018).

# 6.4 La sécurité des déplacements dans le Nord est menacée par les changements climatiques

**Les changements climatiques augmentent les risques pour la sécurité des déplacements dans le Nord, mais le recours à différents types de connaissances permet de réduire ces risques.**

*La diminution de la couverture de glace et l'évolution des paysages et des régimes climatiques ont un impact sur les déplacements dans le Nord. Dans certains cas, l'adoption de nouvelles technologies peut augmenter la vulnérabilité en créant une dépendance à l'égard d'éléments tels que la connectivité des téléphones portables ou des satellites, ou encore des composants électroniques des véhicules. Les habitants du Nord ont élaboré des solutions novatrices et propres aux besoins de la région. Les outils utilisés pour échanger des connaissances sur les conditions locales aident les habitants du Nord à mieux se préparer à des conditions qui sortent du cadre de leur expérience antérieure.*

## 6.4.1 Introduction

Les habitants du Nord reconnaissent que l'évolution des conditions environnementales et des régimes climatiques entraîne un risque accru pour la sécurité des voyages sur terre, sur la glace et sur l'eau, ainsi que par voie aérienne. Bien que les changements climatiques aient des impacts sur les sentiers ou les routes physiques, par exemple par la perte de glace ou le dégel du pergélisol, les facteurs clés qui permettent l'accès aux terres comprennent le maintien de la confiance dans les connaissances autochtones, l'accès à l'équipement (allant des véhicules fiables aux radios et aux téléphones cellulaires) et la tolérance au risque (Ford et coll., 2019; Harper et coll., 2015). La perte d'accès aux activités terrestres a un impact négatif sur la santé physique et mentale, et les mesures d'adaptation sont un moyen efficace d'améliorer la résilience (voir le chapitre Collectivités rurales et éloignées du Rapport sur les enjeux nationaux; Durkalec et coll., 2015). Les impacts des changements climatiques liés aux déplacements augmentent les risques pour la vie humaine, ont un impact sur les biens et le bien-être, et mettent sous pression les opérations de recherche et de sauvetage, dont les participants disposent parfois d'un équipement et d'une formation limités qui ne sont pas adaptés aux conditions changeantes (Ford et Clark, 2019). Alors que les bateaux, les véhicules tout-terrain (comme les quads et les véhicules côte à côte), les motoneiges, les camions et autres moyens de transport font tous partie intégrante de la vie dans le Nord, les risques accrus liés aux changements climatiques amènent les habitants du Nord à évaluer leur propre tolérance aux risques et à concevoir des stratégies pour les limiter.

## 6.4.2 De nouveaux dangers menacent les connaissances en matière de déplacements sécuritaires dans le Nord

Les déplacements dans les régions du Nord font partie du quotidien (voir l'étude de cas 6.3). Dans les régions où les collectivités sont petites et réparties sur de vastes territoires, il est essentiel de se déplacer pour

accéder aux terres, aux services et à l'éducation, ainsi que pour faire des affaires. Dans certaines régions, des pistes tant sur la glace que sur la terre ferme sont nécessaires pour se déplacer entre les collectivités (Durkalec et coll., 2015; Ford et coll., 2013; Aporta, 2011). Pour de nombreux habitants du Nord, la chasse et les déplacements sur terre et sur l'eau jouent un rôle essentiel dans la sécurité alimentaire et le maintien de l'identité culturelle (Cunsolo Willox et coll., 2013a; Laidler et coll., 2008). Les activités de loisir terrestres et aquatiques et les activités traditionnelles, souvent dans des zones isolées, sont pratiquées en toutes saisons. Les déplacements aériens sont également essentiels pour les collectivités du Nord qui dépendent de l'aviation pour le transport des personnes et des biens et services essentiels, ainsi que pour l'accès aux soins de santé (Gouvernement du Canada, 2017). Toutefois, les risques associés aux déplacements dus aux changements climatiques, comme la réduction de l'épaisseur de la glace, le décalage des dates de gel et de rupture de la glace, le dégel du pergélisol, l'imprévisibilité de la configuration des conditions météorologiques et les phénomènes extrêmes, ont une incidence sur la sécurité perçue et réelle de tous les modes de déplacement dans le Nord (Ford et coll., 2019).

## Étude de cas 6.3 : Perspective sur les risques pour la sécurité publique à Makkovik, Nunatsiavut

Voici un extrait du témoignage de Winston (Barry) Andersen, un résident de Makkovik, au Nunatsiavut, qui participe à des opérations de recherche et de sauvetage. Il décrit son expérience des changements climatiques et son impact sur la sécurité publique dans sa collectivité :

> « [J'ai] passé toute ma vie à travailler, voyager, récolter, couper du bois de chauffage, cueillir des baies, chasser et pêcher au Nunatsiavut. Seulement à des fins de subsistance. Je n'ai jamais pêché ou piégé à des fins commerciales. Piéger des animaux à fourrure pour mon usage personnel… J'ai parcouru le nord du Labrador, de la région de Makkovik à celle de Nain, et l'intérieur des terres, de Nain à la frontière du Québec, en motoneige pour chasser le caribou. J'ai aussi voyagé de la région de Makkovik à Nain en bateau pendant les mois d'été, à titre personnel et pour mon travail de guide pour le MPO. Avec la GRC, j'étais guide dans les régions de Makkovik, Hopedale et Postville. Lors de mon premier voyage en motoneige à Nain, j'avais 16 ans et j'étais accompagné de mon père et de mes oncles. J'ai beaucoup appris d'eux en observant la terre et grâce à leurs enseignements, ou simplement en m'asseyant dans une tente et en écoutant les aînés parler des signes météorologiques et des conditions de glace et de neige. J'ai voyagé de Makkovik à Davis Inlet et à l'intérieur des terres jusqu'à Border Beacon, en hiver et au printemps, pour chasser le caribou.
>
> Au cours des 30 dernières années, j'ai constaté un changement majeur dans les régimes climatiques. C'est également ce qu'observent mon père et de nombreux autres aînés de ma collectivité. Les régimes climatiques, autrefois prévisibles en toutes saisons, sont désormais très imprévisibles. Dans la région de Makkovik, les vents dominants au printemps et en été étaient variables. Les matinées étaient calmes, les vents étaient principalement d'ouest pendant la journée et calmes en soirée. En été, il y avait de longues périodes de temps clair avec des orages par intermittence. À l'automne, les vents du nord étaient plus fréquents, entraînant une augmentation de la houle. Les aînés disaient toujours qu'à la fin du mois d'août ou au début du mois de septembre, c'était le temps du "liner gale" : une forte tempête avec des vents du nord ou du nord-ouest et de la pluie qui durait environ trois jours. Une fois la tempête passée, les choses se calmaient. D'autres tempêtes suivaient, mais elles n'étaient pas aussi intenses. En hiver, les vents dominants étaient de l'ouest avec des températures froides.

Aujourd'hui, nous constatons que des phénomènes météorologiques variables et extrêmes posent des problèmes aux chasseurs, aux trappeurs, aux pêcheurs et aux voyageurs en général. Au printemps, nous observons que la glace de mer se brise plus tôt. Parfois, à la mi-mai, la glace n'est pas sûre pour les déplacements en motoneige. Pendant les mois d'hiver, la glace de mer n'est plus aussi stable qu'elle l'était autrefois le long de la côte du Labrador. Les gelées sont plus tardives en décembre et début janvier, alors qu'elles avaient lieu début décembre les années précédentes. Les vents forts en mer font monter la houle qui brise la glace et perturbe les déplacements en motoneige en laissant de l'eau libre dans des zones où les pistes de motoneige devraient se trouver. La glace de mer dans les baies abritées est statique et ne se déplace pas avec les marées comme c'est le cas dans les tournières où la glace peut se détacher et se déplacer vers le sud dans le courant du Labrador. Le simple fait de sortir sur la glace de mer pour chasser le phoque au sina [le bord de la glace, semblable à une polynie] peut être dangereux. Si la houle se lève et que vous ne vous en rendez pas compte, la glace sur laquelle vous vous trouvez peut se détacher et commencer à dériver. Ce phénomène n'a fait aucune victime, mais des motoneiges ont disparu dans le passé à cause de ce genre d'événement. Dans le passé, la neige lourde (neige et eau mélangées) en mer, formée par la dérive de la neige dans l'océan et les températures froides, pouvait atteindre une épaisseur de 6 à 8 pieds. Cela permettait d'amortir la houle de la mer avant qu'elle n'atteigne le rivage. C'était une sorte de barrière qui nous donnait une certaine protection. Avec le climat plus chaud d'aujourd'hui, nous ne voyons pas cet effet très souvent. Ces régimes climatiques variables et extrêmes posent de graves problèmes de sécurité aux occupants de la terre. De nombreuses personnes ont été portées disparues ou sont restées bloquées pendant de longues périodes en raison de conditions météorologiques imprévues et de mauvaises conditions de neige et de glace ou, en été, de vents très forts et de fortes houles. »

– Winston (Barry) Anderson, communication personnelle, 2018.

Les dangers relatifs aux déplacements sur la terre sont liés à la capacité des Canadiennes et des Canadiens du Nord à assurer leur sécurité alimentaire et à gagner leur vie, tandis que l'incapacité de participer à des activités culturelles a de graves répercussions sur la santé mentale et le bien-être (Cunsolo Willox et coll., 2013a; Laidler et coll., 2008). Par exemple, des conditions de glace de mer dangereuses près d'une collectivité côtière du Nunavut peuvent empêcher un parent et son enfant de se déplacer pour chasser le phoque, réduisant ainsi leur accès aux aliments traditionnels et le potentiel de revenu associé aux peaux, aux vêtements et aux produits artistiques dérivés de l'animal. Le parent perd également l'occasion de communiquer ses connaissances avec son enfant. Dans certains cas, les changements de la terre et de l'eau, y compris de la glace, entraînent des blessures corporelles et des dommages ou la perte d'équipement, comme des motoneiges. Dans le pire des cas, elles entraînent des pertes de vie.

Les collectivités de l'Arctique subissent les effets de la disparition de la glace de mer d'une manière qui n'est pas toujours recensée dans la documentation universitaire (Ford et coll. 2016; Cuerrier et coll., 2015; Wenzel, 2009). Il s'agit notamment de risques accrus pour les déplacements à travers la glace de mer et les eaux libres, ainsi que d'une augmentation du trafic maritime résultant d'une meilleure navigabilité et d'une saison d'eau libre plus longue. La réduction de la capacité à anticiper les conditions de glace de mer appropriées rend les déplacements plus lents, plus complexes et moins sûrs (Ford et coll., 2019; Bell et coll., 2014, Nickels et coll., 2005). L'augmentation des conditions d'eau libre a entraîné une eau plus agitée, plus de brouillard, des

difficultés d'accès à certains ports sécuritaires en raison de l'érosion rapide des côtes et le déplacement de sédiments (autrefois protégés par la glace de mer et le pergélisol) (Nickels et coll., 2005).

Le déclin de la glace de mer arctique a entraîné une augmentation de la navigabilité et de la durée de la saison en eaux libres pour le trafic maritime (voir le chapitre Dimensions internationales du Rapport sur les enjeux nationaux; Melia et coll., 2016; Pizzolato et coll., 2014; Smith et Stephenson, 2013; Stephenson et coll., 2013). Depuis 1990, la distance parcourue par les navires dans l'Arctique canadien a été multipliée par trois (Dawson et coll., 2018), les augmentations les plus importantes étant attribuées aux vraquiers, aux navires à passagers (navires de croisière) et aux bateaux de plaisance (yachts). Outre les impacts des changements climatiques, des facteurs non climatiques influencent également le trafic maritime dans les eaux arctiques, par exemple les tendances économiques mondiales, la demande de ressources naturelles liées à l'exploitation minière, à la pêche, au commerce et au tourisme, la démographie, la demande de construction et la variabilité des prix des produits de base (Pelletier et Guy, 2012).

La plus forte augmentation du trafic maritime s'est produite dans l'est de l'Arctique canadien, autour de l'île de Baffin, du détroit d'Hudson et de la route Sud du passage du Nord-Ouest (Dawson et coll., 2018). Plusieurs collectivités ont connu une augmentation importante du trafic maritime au cours de la dernière décennie, notamment Pond Inlet, Baker Lake, Cambridge Bay et Chesterfield, où des activités minières et touristiques récentes ou en cours ont lieu (Dawson et coll., 2018). Cependant, il est important de noter que des facteurs tels que le manque d'infrastructures et de cartes bathymétriques modernes, des conditions météorologiques difficiles, l'éloignement et le manque de communication à large bande limiteront encore le potentiel de croissance à long terme de la navigation dans l'Arctique canadien dans un avenir proche (voir également le chapitre Dimensions internationales du Rapport sur les enjeux nationaux; Farré et coll., 2014; Smith et Stephenson, 2013).

Allier les connaissances autochtones, les connaissances locales et la technologie peut contribuer à réduire les défis et les dangers associés aux déplacements en mer dans un contexte de climat en changement. Parmi les solutions novatrices, citons SIKU.org, un réseau social de connaissances autochtones qui fournit une plateforme en ligne comportant des dispositions précises pour protéger les connaissances autochtones, tout en aidant à éclairer les décisions relatives aux déplacements et à surveiller les données environnementales (Arctic Eider Society, 2019). Un autre exemple est celui de SmartICE (voir la figure 6.9; SmartIce, 2022), une entreprise sociale du Nord qui offre des possibilités d'emploi liées à la collecte de données et au développement et à la production d'instruments, ainsi qu'une plateforme en ligne pour présenter les données et enrichir les connaissances des Inuits, tout en contribuant à renforcer la culture Inuite et à soutenir l'enseignement intergénérationnel (Bell et coll., 2014). Ces outils agissent souvent de concert. Par exemple, SmartIce alimente directement le site SIKU.org. Le Floe Edge Service est un portail Web qui permet aux membres de la collectivité d'accéder à des images satellites de l'état des glaces, mises à jour de trois à cinq fois par semaine (Laidler et coll., 2011). Chacun de ces exemples permet d'accéder facilement à diverses sources d'information, de sorte que les plans de déplacement peuvent être établis avec une meilleure connaissance préalable des conditions locales et être ajustés en conséquence.



Figure 6.9 : SmartICE est une entreprise sociale communautaire offrant des outils et des services d'adaptation au changement climatique qui intègrent les connaissances Inuites sur la glace de mer à la technologie de surveillance. Il s'agit d'une photo des chercheurs de SmartICE, Samuel Dicker (à gauche) et Rex Holwell (à droite). Photo gracieuseté de SmartICE et Hamlin Lampe, 2022.

Parmi les autres mesures d'adaptation permettant de réduire les risques liés aux déplacements sur les terres, sur l'eau et sur la glace, citons l'amélioration des systèmes de surveillance et d'alerte précoce qui avertissent les membres des collectivités de l'arrivée de conditions défavorables, le renforcement des opérations locales de recherche et de sauvetage pour faire face aux situations d'urgence et l'amélioration de la formation à la préparation aux situations d'urgence (Ford et coll., 2014). Dans plusieurs collectivités du Nunavik, les chasseurs, Parcs Canada et l'Administration régionale Kativik ont investi dans le développement d'un nouveau réseau radio VHF qui a amélioré la capacité des membres de la collectivité à partager des informations sur les conditions sur le terrain et les plans de voyage (Anselmi, 2019). Une initiative menée par des Autochtones installe des stations météorologiques dans plusieurs collectivités de la côte du Labrador. Les stations actives de Rigolet, North West River, Red Bay et Postville, ainsi que les prochaines stations prévues, permettront de combler les lacunes dans les données de surveillance météorologique de la région et d'améliorer la précision des bulletins météorologiques, qui peuvent être une question de vie ou de mort pour les habitants du Nord de cette région (Careen, 2019). La croissance de ces réseaux et la subvention du coût des radios personnelles sont des aspects importants de la lutte contre les risques réels et perçus des déplacements dans le Nord (Shah et coll., 2018).

Alors que les nouvelles technologies sont souvent considérées comme des solutions d'adaptation, leur adoption peut parfois exacerber ou aggraver les risques de déplacement dans les régions du Nord.

À titre d'exemple, l'utilisation de la technologie électronique dans les moteurs de motoneiges et de petites embarcations augmente le risque de dommages causés par l'eau et réduit la possibilité de réparation sur le terrain. Les nouvelles motoneiges à moteur à quatre temps dotées d'un démarreur électrique ne sont généralement pas équipées d'un démarreur de secours en raison de la compression élevée. Ainsi, un problème dans un relais électrique ou un module informatique peut laisser un voyageur en rade (Andersen, 2018).

Les routes de glace (routes entièrement sur la glace) et les routes d'hiver (routes sur la glace et la terre) sont des voies importantes pour l'importation de matériaux et de fournitures dans certaines collectivités et mines du Nord, mais des saisons d'hiver plus courtes et des changements dans les dates de gel et de débâcle des lacs et des rivières peuvent avoir une incidence sur la saison d'exploitation et la stabilité (Pendakur, 2016; Andrey et coll., 2014). La durée de la saison d'exploitation d'une route de glace a un impact économique immédiat sur les mines et les collectivités qui en dépendent. Les fournitures qui ne peuvent pas être transportées sur la route de glace peuvent devoir attendre d'être transportées par barge (là où c'est possible) ou par avion (à un coût important). Les routes de glace sont particulièrement vulnérables aux changements climatiques, comme les écarts de température de plus de 18 °C, le nombre de jours consécutifs avec une température au-dessus de 0 °C, la quantité de neige au sol au 1er janvier et le nombre d'épisodes de froid extrême pendant la saison opérationnelle (Perrin et coll., 2015). Ces changements nécessitent des mesures d'adaptation, notamment l'utilisation de nouvelles technologies et techniques de construction, ainsi qu'un entretien et une surveillance accrus (Pendakur, 2016).

Les ponts de glace (p. ex. des traversées saisonnières au-dessus d'une rivière gelée pour relier des routes praticables en toutes saisons) sont également essentiels pour certaines autoroutes du Nord. La route Dempster Highway, qui s'étend sur 740 km de Dawson City, au Yukon, à Inuvik, dans les Territoires du Nord-Ouest, traverse plusieurs cours d'eau et comprend des passages sur les rivières Peel et Mackenzie, qui fonctionnent comme des bacs en été et des ponts de glace en hiver. Pour atténuer le raccourcissement de la saison des ponts de glace, le gouvernement des Territoires du Nord-Ouest a construit plusieurs ponts permanents sur les traversées de cours d'eau. L'aspersion de glace, une technique qui consiste à pulvériser de l'eau du fleuve au-dessus du fleuve pendant la prise des glaces, appliquée au passage du fleuve Mackenzie, aide à former une glace plus épaisse plus tôt dans la saison et le radar à pénétration de sol est utilisé pour mesurer l'épaisseur de la glace et repérer les sections minces (Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, 2008).

Des changements opérationnels et politiques ont été mis en œuvre pour tenir compte des conditions changeantes des routes d'hiver dans les Territoires du Nord-Ouest. Par exemple, la Société d'habitation des Territoires du Nord-Ouest a commencé à octroyer des contrats aux fournisseurs un mois plus tôt afin de permettre l'ajustement des calendriers de transport, y compris l'ajustement des charges en fonction des limites de poids sur les routes (Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, 2008). Les habitants qui vivent au nord des rivières Peel et Mackenzie stockent également des fournitures et du carburant supplémentaires en prévision d'une plus longue période de fermeture des routes entre la saison des traversiers et celle des ponts de glace, mais ce n'est pas tout le monde qui peut se permettre le coût initial lié à l'achat de fournitures suffisantes pour couvrir cette période. Les changements climatiques affectent également la viabilité des routes permanentes et praticables en toutes saisons dans le Nord, et sont de plus en plus intégrés dans les processus de planification et de gestion à long terme (voir l'étude de cas 6.4).

## Étude de cas 6.4 : Amélioration de la résilience climatique de la route Dempster

Les ingénieurs et le personnel d'entretien utilisent généralement des outils de planification, tels que les plans fonctionnels, pour préparer des résumés généraux des besoins prévus en matière d'entretien, de sécurité et d'ingénierie, ainsi que des coûts connexes. Dans le cadre d'un projet novateur, le ministère de la Voirie et des Travaux publics du gouvernement du Yukon a conçu un plan fonctionnel avec une perspective de 25 ans pour la route Dempster qui prend explicitement en compte les impacts des changements climatiques sur les géorisques en tant que partie essentielle du plan (Associated Engineering, 2018; Calmels et coll., 2018).

La route Dempster, la seule route reliant le Yukon et les Territoires du Nord-Ouest, subit les impacts liés aux changements climatiques, notamment le dégel du pergélisol, les inondations et les détachements de la couche active suite à des précipitations extrêmes (voir la figure 6.10). La poudrerie, les affouillements dus aux inondations, les effondrements dus au dégel régressif, les ruptures de ponceaux et les affaissements dus à la fonte de la glace de sol sont des préoccupations majeures que le service des routes et des travaux publics tente d'anticiper et de traiter dans le contexte des changements climatiques. Le ministère de la Voirie et des Travaux publics a tenu compte des changements prévus en matière d'hydrologie, ainsi que de la caractérisation détaillée de la vulnérabilité au dégel du pergélisol, dans la conception de son plan fonctionnel. Cette approche intègre directement les changements climatiques dans un outil de planification couramment utilisé et constitue un exemple d'approche innovante pour garantir que tous les risques sont pris en compte dans les décisions d'entretien et d'ingénierie de la route.



Figure 6.10 : Photo de l'autoroute Dempster, après une forte pluie en août 2022. Photo gracieuseté de Meredith Caspell.

Les changements climatiques sont susceptibles d'avoir des impacts variés sur l'aviation dans le Nord du Canada, notamment des retards plus fréquents et plus longs liés aux conditions météorologiques, une augmentation des turbulences en plein air et des temps de vol modifiés en raison de l'augmentation des vents (Storer et coll., 2019; Williams et Joshi, 2013). Andy Williams, un pilote de brousse qui survole les champs de glace du parc national de Kluane depuis les années 1970, rapporte que la région a connu « d'incroyables changements », notamment en ce qui concerne les conditions de neige nécessaires aux décollages et aux atterrissages (Hossack, 2018).

Les informations météorologiques locales limitées contribuent au retard et à l'annulation des vols. Par exemple, en 2015, environ 29 % des évacuations médicales d'urgence du Nunavut ont été annulées ou retardées en raison du manque de rapports météorologiques fiables (Gouvernement du Canada, 2017). La couverture par les systèmes automatisés d'observation météorologique, qui fournissent des informations continues et en temps réel sur les conditions météorologiques, est limitée dans le Nord, car la construction et la mise en réseau des stations sont coûteuses (Hatt, 2016). Des initiatives telles que l'Initiative de collaboration pour la surveillance du Service météorologique du Canada contribuent à améliorer l'accès aux données afin qu'elles puissent être utilisées pour les prévisions, et permettent de mieux comprendre les systèmes météorologiques et climatiques (Zucconi et Karn, 2019; Hatt, 2016).

La possibilité de se déplacer en toute sécurité sur le territoire dépend de nombreux facteurs, qui ne sont pas tous liés au climat. Par exemple, les déterminants sociaux, tels que la connaissance des itinéraires et des conditions prévues, l'accès à un équipement bien entretenu et le temps nécessaire pour attendre la fin d'une tempête, contribuent tous à la sécurité des déplacements, quelles que soient les conditions (Clark et coll., 2016a). Bien que les changements climatiques aient un impact sur la saisonnalité de l'utilisation des sentiers, il existe des preuves contradictoires quant à savoir si les saisons utilisables sont réellement plus courtes. En outre, des facteurs non liés au climat peuvent également jouer un rôle en matière de sécurité durant les déplacements. Par exemple, le coût de l'équipement de sécurité et la transmission réduite des connaissances de la terre aux jeunes générations ont été des facteurs dominants qui ont affecté les opérations de recherche et de sauvetage le long de la côte arctique du Canada en 2013 et en 2014 (Ford et coll., 2019).

# 6.5 Les habitants du Nord sont des leaders et des innovateurs en matière d'adaptation aux changements climatiques

**Des approches novatrices en matière de gouvernance, de politique et de développement permettent de lutter contre les inégalités sociales et ouvrent la voie à une adaptation collaborative et inclusive aux changements climatiques.**

*Les habitants du Nord exercent une plus grande influence sur la prise de décision et le renforcement de la résilience aux changements climatiques en élaborant des approches politiques novatrices et une gestion pragmatique des infrastructures. Les thèmes centraux des initiatives en matière d'adaptation réussie comprennent l'utilisation des connaissances autochtones et une culture d'autosuffisance et de résolution des problèmes locaux. Dans le contexte de gouvernance unique du Nord du Canada, où de nombreuses collectivités autochtones sont autonomes, les espaces politiques propres aux Autochtones sont essentiels à la bonne gouvernance et jettent les bases d'approches novatrices en matière de planification et de prise de décision. Si les possibilités économiques peuvent renforcer la résilience et offrir des possibilités d'adaptation supplémentaires, les approches modernes de la gouvernance peuvent servir de base à une exploration prudente et minutieuse des coûts et des avantages liés à ces nouvelles possibilités et de leurs impacts potentiels sur les populations, les sociétés et les cultures et les environnements du Nord.*

## 6.5.1 Dévolution et autodétermination autochtones

La mise en œuvre de traités modernes et la dévolution de certains aspects de la gouvernance par le gouvernement fédéral ont conduit à une plus grande autodétermination et à la capacité des Autochtones et non Autochtones de jouer un rôle plus important dans la direction des prises de décision, y compris celles associées aux mesures d'adaptation aux changements climatiques (Alcantara et coll., 2012). Bien qu'elle ne soit pas généralement conçue comme une mesure d'adaptation aux changements climatiques, la dévolution dans les régions du Nord (c'est-à-dire la délégation de certains pouvoirs décisionnels fédéraux aux gouvernements territoriaux) a permis aux gouvernements régionaux d'avoir une plus grande autorité sur les mesures menées dans leurs régions, améliorant ainsi la résilience des petits gouvernements parce qu'ils sont mieux à même de répondre aux besoins de leurs membres et augmentant également leur capacité à planifier les changements anticipés (Coates et Broderstad, 2020).

L'inclusion accrue des collectivités locales et des peuples autochtones dans la prise de décision et le renforcement des mécanismes de gouvernance pour soutenir les objectifs d'autodétermination ont contribué à la réussite du développement communautaire face à une croissance socio-économique accrue (Ritsema et coll., 2015). Les progrès réalisés en vue d'une intégration plus importante des visions du monde autochtones contribuent à une meilleure considération des interrelations holistiques entre la nature et la société (voir l'étude de cas 6.5), ce qui élargit la possibilité d'envisager et de renforcer la résilience face aux impacts des changements climatiques.

## Étude de cas 6.5 : Extrait de « La gouvernance autochtone comme stratégie d'adaptation aux changements climatiques »

Les peuples autochtones apportent une perspective essentielle sur la manière dont les changements climatiques se traduisent par des conséquences immédiates et importantes pour les êtres humains (Alam, 2018). Cependant, la conversation se limite souvent à présenter les expériences des Autochtones comme des preuves des changements climatiques.

Dans les milieux universitaires, d'où est issue une grande partie de la réflexion sur l'adaptation aux changements climatiques, on a beaucoup parlé des réponses autochtones aux changements climatiques en les qualifiant de « résilience » (c'est-à-dire, « Ne vous inquiétez pas, les peuples autochtones vont rebondir », Ramos-Castillo et coll., 2017) ou de « deuil écologique » (c'est-à-dire, « Inquiétez-vous, les peuples autochtones ne peuvent pas rebondir et ce deuil amplifie d'autres maux sociaux »; Cunsolo, 2012). Ces analyses apportent des preuves irréfutables pour agir, mais dressent également le portrait de personnes en marge du pouvoir.

La seule stratégie légitime et potentiellement durable d'adaptation aux changements climatiques pour les peuples autochtones repose sur le maintien de la connaissance et de la compréhension de leurs terres par le fait qu'ils y vivent, même si le pouvoir sur la gestion des terres ou les conditions météorologiques leur échappe. Comme beaucoup de pressions auxquelles sont confrontés les peuples autochtones, leurs possibilités d'adaptation aux changements climatiques sont soumises au contrôle colonial, sociétal et institutionnel des colons. La meilleure stratégie d'adaptation aux changements climatiques consiste, pour les gouvernements (et les électeurs), à soutenir la gouvernance autochtone des stratégies de lutte contre les changements climatiques pour leurs collectivités et leurs territoires, en garantissant la fourniture des ressources nécessaires pour atteindre les objectifs et les résultats visés.

En s'appuyant sur le pouvoir et l'autorité qu'ils exercent sur leurs terres et leurs peuples, reconnus par des accords négociés fondés sur les droits ou enracinés dans des cosmologies qui considèrent les peuples autochtones comme faisant partie de leurs terres, de nombreux gouvernements autochtones ont lancé des initiatives ciblées et culturellement fondées de rapprochement avec la terre. Cela va de l'aménagement de camps sur la terre à des fins d'écotourisme ou de guérison, à de grands voyages saisonniers annuels à travers leurs territoires traditionnels comme moyen de reconnecter les jeunes à leur peuple et à leur identité. Ces actes basés sur les terres sont générateurs d'identité et de relations et sont essentiels pour combler les diverses lacunes et réparer les dommages individuels et collectifs résultant des impacts coloniaux actuels. Appelée par les chercheurs autochtones « normativité fondée » (Coulthard et Simpson, 2016), elle désigne simplement la capacité des peuples autochtones à s'engager dans des résurgences culturelles et des formes d'être fondées sur la culture pour fonder leurs normes sociales et politiques.

L'une des conditions fondamentales à la mise en œuvre de la gouvernance autochtone en tant que stratégie d'adaptation aux changements climatiques est le retrait de la société coloniale : respecter les relations des Autochtones avec les terres, honorer les traités en remplissant les obligations légales, restaurer les autorités de gouvernance et instituer des mesures précises pour rétablir des relations sociétales respectueuses, comme le recommande la Commission de vérité et réconciliation du Canada, 2015 (Commission de vérité et

réconciliation du Canada, 2015b). L'adaptation aux changements climatiques dans ces conditions permettrait aux peuples autochtones de nous guider dans l'adaptation aux changements climatiques sur les terres qu'ils gèrent depuis toujours.

Source : Irlbacher-Fox et MacNeill, 2020.

## 6.5.2 Évaluation d'impact et cogestion

Les conseils de cogestion et les organismes décisionnels engagés dans l'évaluation d'impact dans de nombreuses administrations du Nord du Canada ont créé un réseau de détenteurs de connaissances et de praticiens qui savent interpréter les connaissances, la science et d'autres formes de renseignements autochtones qui améliorent les processus décisionnels. La cogestion (voir l'encadré 6.3) et les approches partagées de l'évaluation d'impact facilitent une protection de l'environnement culturellement appropriée dans l'espoir de maximiser la résilience socio-économique et environnementale, y compris celle rendue nécessaire par les impacts des changements climatiques.

## Encadré 6.3 : Qu'est-ce que la cogestion?

Les ententes de cogestion au Canada, telles qu'elles ont été établies dans le cadre des accords de revendications territoriales modernes (p. ex. la *Loi concernant l'Accord sur les revendications territoriales du Nunavut et la Loi sur le règlement des revendications des Inuvialuit de la région ouest de l'Arctique*), sont des arrangements institutionnels coopératifs officiels et légaux entre les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux, les autorités autochtones et, dans certains cas, les collectivités locales « d'utilisateurs ». Il existe une variabilité régionale importante concernant la façon précise dont le pouvoir est partagé entre les parties autour d'une table de cogestion, ainsi que la façon dont les ententes formelles sont mises en œuvre et respectées. Certains décrivent la cogestion comme une gestion coopérative en raison de l'interprétation spécifique à la région de la façon dont le partage du pouvoir est mis en œuvre (Clark et Joe-Strack, 2017). Toutefois, les partenaires de cogestion sont généralement tenus d'accorder un poids égal aux connaissances autochtones et à la science dans leurs recommandations et décisions touchant la gestion de la faune (Ministre de la Justice, 1993; Ministre des Affaires autochtones et du Nord, 1984). Dans le contexte des changements climatiques, les conseils de cogestion s'appuient sur une expérience et une expertise diverses en matière de recherche, de prise de décision et de politique, dans la mesure où elles concernent la protection des animaux, des plantes et des poissons particulièrement vulnérables aux changements climatiques. Grâce à cette structure collaborative, les conseils de cogestion fournissent un « espace partagé » où tous les ordres de gouvernement acceptent de travailler ensemble dans des zones géographiques précises. À l'extérieur de ces zones, chaque organisation conserve ses pouvoirs et ses compétences respectives (Snook et coll., 2018).

À l'échelle régionale, une stratégie clé pour le maintien de la résilience des écosystèmes et de la société englobe les efforts de conservation et de gestion des ressources qui maintiennent de grands paysages naturels avec un éventail diversifié de types d'habitats et de connectivité. Les principales mesures d'adaptation déjà mises en œuvre sont les suivantes : la poursuite et l'amélioration de la cogestion et de la gestion adaptative par les partenaires locaux, territoriaux, fédéraux et internationaux, la reconnaissance de la variabilité spatiale et temporelle de la réaction des espèces aux changements climatiques, la mise en œuvre de programmes de surveillance avec des objectifs clairs, la réduction des impacts cumulatifs d'une activité humaine accrue et la reconnaissance des limites de la législation actuelle sur les espèces protégées (Laidre et coll., 2015). Ces efforts permettent de gérer les activités qui ont un impact potentiel, de manière à réduire les changements dans les écosystèmes vulnérables et à maintenir les mécanismes de résilience qui donnent lieu à des paysages sains et dynamiques (Chapin et coll., 2006; Walker et coll., 2004).

De même, les mécanismes stratégiques (p. ex. les évaluations d'impact régional, les plans régionaux d'aménagement du territoire) sont essentiels pour aborder des questions complexes, telles que l'évaluation des impacts des changements climatiques, y compris les impacts cumulatifs, qui s'étendent au-delà d'un projet individuel. Par exemple, le plan d'aménagement régional du territoire du Nord du Yukon a entrepris une approche de modélisation de scénarios qui a examiné les impacts potentiels des changements climatiques et de l'activité du secteur de l'énergie sur l'habitat du caribou (Francis et Hamm, 2011).

Peu d'évaluations stratégiques ou régionales portent sur les impacts cumulatifs des changements climatiques au Canada (Blakley et coll., 2020), et encore moins pour le Nord. Une série de questions doivent être prises en compte pour s'assurer que ces processus sont efficaces et qu'ils prennent en compte les préoccupations des collectivités autochtones du Nord concernant les questions stratégiques menant à une perte de pouvoir ou de contrôle dans leur relation avec le gouvernement fédéral (Fidler et Noble, 2013). Les plans d'aménagement régionaux du territoire sont un mécanisme mis en œuvre plus fréquemment, mais en général, ces plans ne traitent pas des impacts cumulatifs des changements climatiques. L'exemple ci-dessus du Plan du Nord du Yukon est remarquable dans la mesure où l'on a tenté d'intégrer les impacts cumulatifs et les considérations relatives aux changements climatiques dans le cadre de son processus d'élaboration. De même, l'*évaluation environnementale stratégique dans la baie de Baffin et le détroit de Davis*, le rapport final de la Commission du Nunavut chargée de l'examen des répercussions, a examiné les scénarios de développement dans le contexte des effets cumulatifs et des considérations relatives aux changements climatiques. Fait important, le rapport note que « cette évaluation a fait des progrès importants en ce qui concerne le respect et le traitement des connaissances et de l'expérience des Inuits » (Commission du Nunavut chargée de l'examen des répercussions, 2019, p iii).

Le suivi est un élément clé de l'évaluation d'impact et de l'évaluation stratégique. Les initiatives visant à consolider l'accès aux données (p. ex. le portail de données ouvertes lancé par le gouvernement du Yukon, 2020a) et le programme de surveillance des effets cumulatifs des Territoires du Nord-Ouest (Programme de surveillance des effets cumulatifs des Territoires du Nord-Ouest, 2015) sont des exemples d'initiatives qui améliorent l'accessibilité et l'efficacité des données publiques. De plus en plus, les institutions de cogestion ont besoin de processus innovants et rationalisés pour rester informées du rythme et des types de changements dans les conditions d'habitat (Lenton, 2012; Chapin et coll., 2010; Beaufort Sea Partnership, 2009). Ces renseignements sont utilisés pour réévaluer et établir des mesures de protection des habitats suffisamment tôt pour être efficaces (Chapin et coll., 2010; Beaufort Sea Partnership, 2009).

Les ententes de cogestion requièrent des renseignements à jour et des connaissances élargies sur les écosystèmes du Nord du Canada et sur la façon dont ils réagissent aux changements climatiques (Staples, 2013). Par exemple, lorsque des espèces autrefois considérées accidentelles ou invasives deviennent des visiteurs ou des habitants fréquents (voir la section 6.2), la compréhension actuelle de l'intégrité de l'écosystème est remise en question et le fonctionnement des réseaux alimentaires marins de l'Arctique doit être réévalué (Staples, 2013). Les connaissances autochtones et les connaissances locales des utilisateurs et des collectivités qui subsistent de la terre, ainsi que l'apport des institutions régionales qui surveillent les changements écologiques et sociologiques et en font rapport, seront importants pour la poursuite du travail des ententes de cogestion visant à assurer que les écosystèmes du Nord du Canada soient résilients face aux changements climatiques. L'élargissement du mandat des ententes de cogestion peut également être nécessaire pour maintenir leur efficacité face aux changements climatiques (Popp et coll., 2018; Snook et coll., 2018; White, 2018).

Les conseils de cogestion sont également à l'origine d'efforts visant à garantir que les connaissances autochtones et locales influencent la prise de décision. Il ne s'agit pas d'inclure les membres autochtones. Les observations et les connaissances des peuples autochtones et des populations locales fournissent des renseignements à jour qui permettent de déceler des changements subtils dans la santé des espèces et les conditions écologiques (Gearheard et coll., 2011; Berkes et coll., 2007), ce qui peut contribuer à orienter les pratiques de gestion adaptées (voir l'étude de cas 6.6). Ainsi, les conseils de cogestion jouent un rôle actif dans la facilitation des dialogues qui intègrent à la fois les connaissances autochtones et la science liées à l'adaptation aux changements climatiques et aux changements dans les systèmes alimentaires, les moyens de subsistance et le bien-être, et servent de plateformes pour les mesures d'adaptation. Les conseils de cogestion contribuent à garantir que les voix, les connaissances et la science de la région sont prises en compte de manière significative dans l'analyse de la politique climatique et que les initiatives d'adaptation continuent d'être renforcées par le coapprentissage, la coopération et la mise en œuvre des recommandations et décisions de cogestion.

## Étude de cas 6.6 : Approches de cogestion des ours blancs

Le Canada abrite treize des dix-neuf sous-populations d'ours blancs du monde. Elle collabore à l'échelle internationale avec d'autres nations qui comptent d'importantes populations d'ours blancs. L'ours blanc (*Ursus maritimus*, « nanuq » en inuktitut) est une espèce clé et fait l'objet d'une attention croissante dans le contexte des changements climatiques et environnementaux. Cette espèce est désignée comme une espèce « préoccupante » par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, avec un déclin prévu au cours des trois prochaines décennies en raison de la réduction de la couverture de glace saisonnière (Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 2018).

Des saisons de glace plus courtes et des conditions de glace moins stables affectent déjà l'accès des exploitants aux ours blancs (Joint Secretariat, 2015; Hovelsrud et coll., 2011). Cela a conduit à des ajustements de la durée de la période pendant laquelle les chasseurs sont autorisés à chasser un animal. Par conséquent, les partenaires de cogestion doivent trouver un équilibre entre une moins grande demande de

permis, lesquels sont détenus pendant de plus longues périodes, et la réduction des possibilités de chasse pour tous les chasseurs. Dans certains cas, ces types de changements nécessitent une réévaluation des saisons de récolte réglementées de longue date.

Au Canada, plusieurs ordres et structures de gouvernement collaborent à la gestion de l'ours blanc, notamment le gouvernement du Canada, les provinces et les territoires, le Comité technique de l'ours blanc, le Comité administratif sur l'ours blanc et un réseau de conseils de cogestion dans l'Inuit Nunangat qui ont été établis par des accords négociés sur les revendications territoriales. Ces conseils entreprennent des recherches, mènent des dialogues et prennent des décisions à l'échelle locale dans l'Inuvialuit, le Nunavut, le Nunavik et le Nunatsiavut. Ces efforts de collaboration apportent des contributions substantielles aux connaissances sur l'ours blanc et aident également à intégrer l'Inuit *Qaujimajatuqangit* dans la prise de décision et les recommandations. L'Inuit *Qaujimajatuqangit* est défini comme « tous les aspects de la culture traditionnelle Inuite, y compris les valeurs, la vision du monde, la langue, l'organisation sociale, les connaissances, les aptitudes à la vie quotidienne, les perceptions et les attentes » (Gouvernement du Nunavut, 1999). Par exemple, en 2010, le gouvernement du Nunavut a commencé à lancer la ressource Inuit *Qaujimajatuqangit* qui a soutenu et influencé les dialogues sur l'ours blanc (Kotierk, 2010a,b). Le Nunatsiavut et l'Inuvialuit ont fait de même en 2015 (Joint Secretariat, 2015; York et coll., 2015), tout comme le Nunavik en 2018 (Nunavik Marine Regional Wildlife Board, 2018). Grâce au partage généreux de leurs connaissances, les Inuits améliorent la gestion de l'ours blanc au sein des collectivités Inuites, des organisations nationales et à l'échelle internationale (Clark et coll., 2013).

## 6.5.3 Sécurité énergétique et résilience des collectivités

Une grande partie de l'infrastructure électrique du Nord du Canada a été construite à une époque où les considérations relatives aux changements climatiques et à d'autres facteurs n'étaient pas aussi importantes qu'aujourd'hui. Actuellement, la sécurité énergétique des collectivités du Nord du Canada est un domaine dans lequel le développement économique, les innovations en matière de politique et de gouvernance, la recherche appliquée et le développement des capacités communautaires contribuent à la résilience (Bizikova et coll., 2008). Alors que les infrastructures énergétiques vieillissantes sont remplacées et qu'une valeur croissante est accordée à la limitation des impacts socio-économiques et environnementaux négatifs, les gouvernements, l'industrie et les collectivités commencent à se tourner vers de nouvelles approches pour la production d'énergie (Ressources naturelles Canada, 2018). Aujourd'hui, l'électricité est principalement produite par une combinaison d'énergie hydroélectrique et de production diesel, avec l'utilisation croissante de l'énergie solaire et d'autres solutions comme le gaz naturel liquéfié et la biomasse (Régie de l'énergie du Canada, 2019). La production d'énergie éolienne et géothermique est également à l'étude.

Les initiatives de renforcement des capacités visant à accroître la sécurité et la résilience énergétiques comprennent des programmes de formation et le financement de projets. Parmi les exemples, citons le 20/20 Catalyst Program, un programme de trois mois conçu pour renforcer les compétences en leadership et les capacités de gestion de projet des membres des collectivités autochtones, et l'Arctic Community Energy Planning and Implementation Toolkit, une ressource accessible au public pour les collectivités du Nord qui

conçoivent et mettent en œuvre des plans et des projets énergétiques communautaires (Indigenous Clean Energy Social Enterprise, 2019; Cox et coll., 2019). De plus en plus, les collectivités reconnaissent l'impact que les coordonnateurs locaux de l'énergie peuvent avoir sur le développement d'outils et de projets en créant la capacité de rechercher des financements pour les projets et les programmes communautaires associés à la sécurité énergétique et de les coordonner (Denton et coll., 2015). L'application de ces approches aux projets énergétiques permet aux collectivités du Nord d'exploiter les connaissances et le capital social locaux, d'intégrer des circonstances, des valeurs et des défis uniques à l'échelle communautaire et de renforcer la résilience aux changements climatiques au sein de leurs systèmes énergétiques, tout en offrant des avantages en matière d'environnement, de santé, de société et de résilience.

À Aklavik, dans les Territoires du Nord-Ouest, l'efficacité des génératrices à vitesse variable dans une gamme de conditions d'exploitation et de charges nordiques est testée comme un moyen d'optimiser l'utilisation du diesel qui est normalement apporté à la collectivité par transport maritime, tout en reconnaissant que l'énergie diesel restera probablement une ressource importante pour les collectivités éloignées (Yukon Research Centre, 2019; Mercer et coll., 2018). Dans certaines collectivités du Nunatsiavut, les plans énergétiques ont donné la priorité à l'utilisation efficace du diesel pour la production de chaleur et d'électricité en tant que source d'énergie familière, fiable et prévisible, qui offre des avantages en termes d'emploi. Cela met en évidence la façon dont l'adaptation et la résilience sont améliorées en investissant dans les infrastructures existantes, tout en reconnaissant que les avantages de la réduction des émissions sont parfois contrebalancés par l'avantage de maintenir une technologie connue (Mercer et coll., 2018).

Dans certaines régions du Nord, l'hydroélectricité est déjà une source importante d'électricité. L'augmentation du débit des cours d'eau associée aux changements climatiques pourrait s'avérer avantageuse pour la production d'hydroélectricité. Cependant, l'augmentation de la variabilité des débits et les changements dans le calendrier des débits de pointe et des débits faibles peuvent ajouter de l'incertitude et des défis pour la production soutenue d'électricité (Gaudard et coll., 2013). En comprenant comment les changements de débit peuvent se produire sur différentes échelles de temps, les sociétés hydroélectriques peuvent mieux adapter leurs opérations à court terme pour s'assurer qu'elles répondent aux demandes d'énergie de l'année à venir et peuvent améliorer leur planification à long terme. Les outils de prévision de l'écoulement fluvial, tels que ceux utilisés par la Société d'énergie du Yukon, peuvent aider les décideurs à comprendre comment les changements d'écoulement fluvial peuvent se produire à différentes échelles de temps (Samuel et coll., 2019).

Au sein des collectivités, il existe souvent des synergies entre la résilience aux changements climatiques et les projets menés par les collectivités. À Inuvik, dans les Territoires du Nord-Ouest, un système solaire photovoltaïque de 5 kW relié au réseau a été installé en 2017 pour le projet de congélateur communautaire de l'Inuvialuit Community Economic Development Organization dans le cadre d'un atelier de quatre jours sur l'énergie solaire (Inuvialuit Regional Corporation, 2017). L'atelier a permis d'accroître la sécurité alimentaire et la capacité technique de la collectivité en matière d'énergie renouvelable, tout en soutenant les pratiques de chasse traditionnelles et en contribuant à la transition de la collectivité vers l'indépendance énergétique (Arctic Energy Alliance, 2020). Dans cet exemple, les pratiques et les connaissances locales ont été soutenues et utilisées grâce à l'établissement de relations de travail entre les organisations locales, régionales et nationales afin d'améliorer la sécurité alimentaire et énergétique de la communauté locale.

L'élaboration d'une politique énergétique réactive offre également un autre exemple de la manière dont l'innovation politique peut soutenir l'adaptation aux changements climatiques, la résilience à faible émission

de carbone et la sécurité énergétique. Alors que les politiques et les règlements en matière d'énergie dans le Nord ont toujours été appliqués à l'échelle du territoire ou de la province, les politiques relatives aux producteurs d'énergie indépendants et au comptage net ont permis aux collectivités individuelles de mener leurs propres projets énergétiques (Karanasios and Parker, 2016). Les gouvernements du Yukon et des Territoires du Nord-Ouest ont tous deux adopté des politiques qui incitent les collectivités et les entrepreneurs à produire de l'énergie à partir de sources d'énergie renouvelables et à la réinjecter dans les réseaux électriques avec une compensation (voir l'étude de cas 6.7; Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, 2018; Gouvernement du Yukon, 2018). Le gouvernement du Nunavut a lancé une politique de comptage net en 2018 et conçoit actuellement une politique pour les producteurs d'énergie indépendants sur le territoire (Société d'énergie Quliq, 2020, 2018). Au Nunavik, Pituvik Landholding Corporation a signé un contrat d'achat d'électricité avec Hydro-Québec pour la construction d'une centrale hydroélectrique de 7,5 MW (Innergex Renewable Energy, 2019). Lorsqu'elles sont bien conçues, les politiques énergétiques peuvent améliorer la résilience des collectivités en permettant le leadership et l'adaptation au niveau communautaire

## Étude de cas 6.7 : Le parc solaire The Old Crow Solar Array

La Première nation des Gwitchin Vuntut souhaitait améliorer sa sécurité énergétique et réduire sa dépendance à l'égard du diesel nécessaire pour alimenter les générateurs, qui était acheminé par avion jusqu'à la collectivité d'Old Crow, la collectivité la plus au nord du Yukon. Cependant, il y avait une incertitude quant aux contraintes techniques de l'infrastructure électrique existante. Des rapports contradictoires des consultants et des entreprises ont créé une incertitude quant à la possibilité d'inclure l'énergie solaire dans l'infrastructure existante appartenant à ATCO Electric Yukon. Le gouvernement des Gwitchin Vuntut a fait appel à l'équipe de recherche Northern Energy Innovation de l'Université du Yukon pour obtenir l'assistance technique d'un tiers indépendant. Avec la participation d'ATCO Electric Yukon et du gouvernement des Gwitchin Vuntut, l'équipe a réalisé une étude d'impact sur le réseau électrique d'Old Crow afin de déterminer si et comment la ressource renouvelable pouvait être intégrée au système pour fournir une source d'énergie stable et fiable. L'étude a servi de base au gouvernement des Gwitchin Vuntut pour aller de l'avant et mettre en œuvre sa vision d'une plus grande sécurité énergétique et d'une résilience à faible émission de carbone (Arctic Council Secretariat, 2022).

Parallèlement, le gouvernement du Yukon a conçu une politique relative aux producteurs d'électricité indépendants qui permet aux collectivités de produire de l'électricité et de la vendre aux réseaux existants (Gouvernement du Yukon, 2018). La communauté d'Old Crow peut désormais fonctionner sans utiliser de diesel pendant 95 à 100 jours non consécutifs par an. Alors que le gouvernement des Gwitchin Vuntut a acheté les immobilisations pour la centrale d'énergie solaire, ATCO continue de veiller à ce que l'énergie produite par les panneaux solaires soit stockée dans des batteries et utilisée de manière appropriée et sûre pour fournir une source d'énergie constante et fiable. Le succès de ce projet a été rendu possible grâce à un effort coordonné et collaboratif du secteur privé, des gouvernements et du monde universitaire

## 6.5.4 Réponses communautaires aux changements biophysiques

On a estimé que les impacts des changements climatiques sur les infrastructures publiques des Territoires du Nord-Ouest coûteront 1,3 milliard de dollars au cours des 75 prochaines années (Northwest Territories Association of Communities, 2018), ce qui permet de comprendre les coûts prévus des dommages causés par le climat et les avantages de l'application de mesures d'adaptation. L'Institut climatique du Canada effectue actuellement une analyse pannordique pour estimer les impacts financiers du dégel du pergélisol sur les infrastructures (Clark et coll., 2022).

Reconnaissant l'urgence des problèmes d'infrastructure liés au dégel du pergélisol, l'Initiative sur les normes d'infrastructure dans le Nord (ININ) du Conseil canadien des normes a entrepris de préparer un guide pour l'établissement des cartes de risques. L'ININ et le Bureau de normalisation du Québec (BNQ) ont mis à disposition des orientations spécifiques au Nord pour modérer l'effet du pergélisol sur les fondations (Conseil canadien des normes, 2014a), gérer les charges de neige (Conseil canadien des normes, 2014b), concevoir des fondations à thermosiphon (voir la figure 6.11; Conseil canadien des normes, 2014c), concevoir le drainage communautaire (Conseil canadien des normes, 2015) et l'étude géotechnique des sites (Bureau de normalisation du Québec, 2017). Ces outils aident les décideurs, mais les coûts de mise en œuvre des mesures recommandées et l'accès à des experts qualifiés constituent des obstacles à leur application. Pour encourager l'adoption de ces ressources, l'ININ a établi un partenariat avec des organismes du Nord pour créer des affiches et des vidéos de vulgarisation qui résument chaque norme et fournissent les points clés aux gestionnaires d'infrastructures communautaires (Conseil canadien des normes, 2020a). Les organisations du Nord jouent un rôle plus important dans l'examen et la révision des normes existantes, ainsi que dans la création de nouvelles normes. Toutefois, les normes permettant de quantifier la vulnérabilité du pergélisol au dégel ne sont pas largement établies ou pratiquées (voir la section 2.1.2; Arctique en développement et adaptation au pergélisol en transition, s.d.).

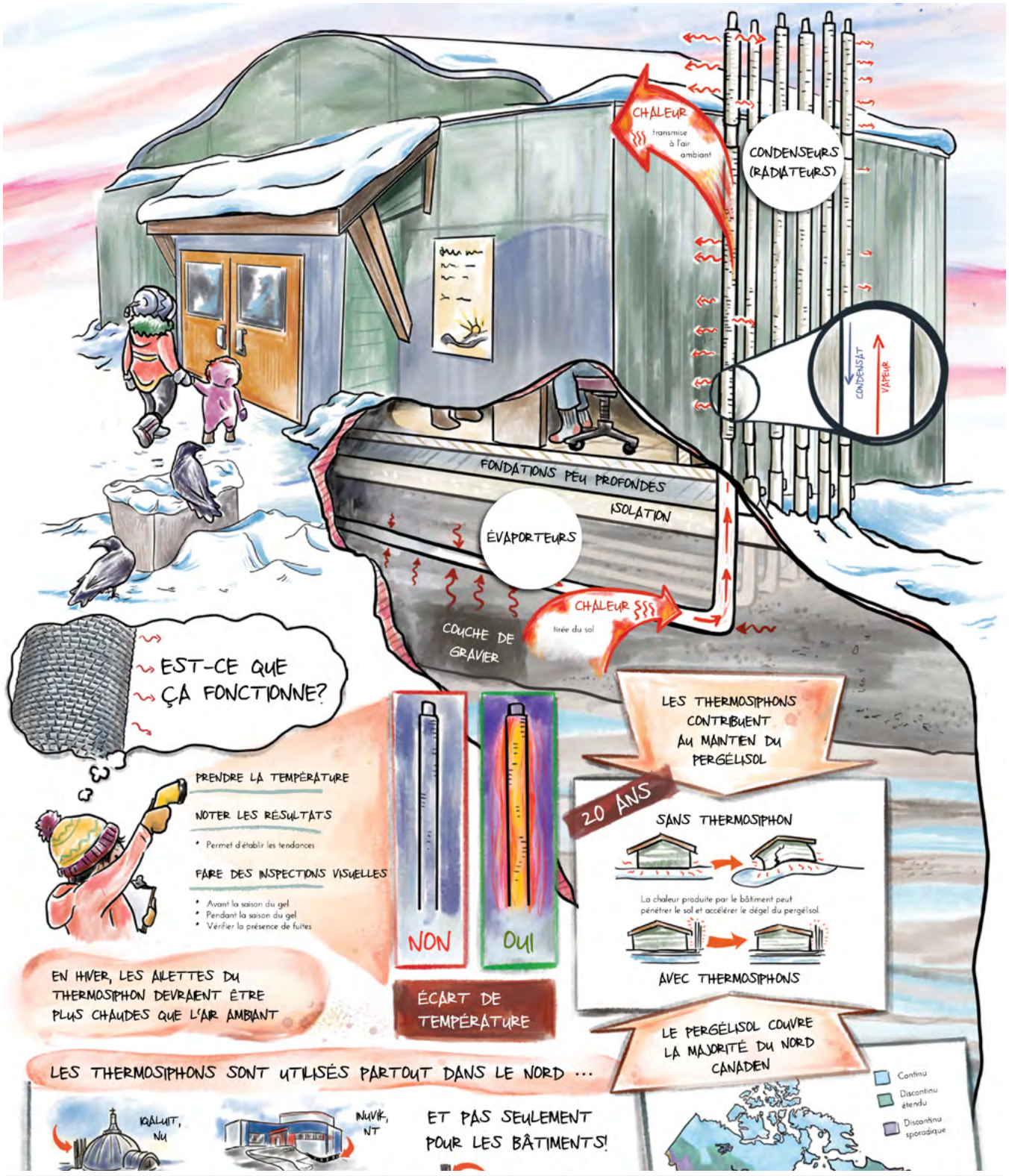



Figure 6.11 : Infographie illustrant le fonctionnement des fondations à thermosiphon, qui visent à empêcher la chaleur d'un bâtiment d'endommager le permafrost situé en dessous. Source : Conseil canadien des normes, 2020b.

Les inondations sont un autre risque commun aux collectivités du Nord, qui ont souvent été établies près de rivières et de lacs afin de faciliter le transport. Bien que l'ensemble des précipitations saisonnières et annuelles aient augmenté, une tendance qui devrait se poursuivre (voir le chapitre Les changements de température et de précipitations au Canada du Rapport sur le climat changeant du Canada), les tendances et les projections indiquent une diminution de l'équivalent maximal en eau de la neige dans une grande partie du Nord (Mudryk et coll., 2018). En conséquence, les inondations résultant d'un fort ruissellement de neige de fonte sont en baisse dans certaines grandes rivières. Cependant, des précipitations plus intenses peuvent générer des conditions de débit plus élevées dans les petites rivières à l'avenir, ce qui aurait un impact sur les infrastructures de transport entre les collectivités. De nombreuses collectivités du Nord du Canada risquent également d'être inondées par des embâcles. Ces phénomènes peuvent se produire en hiver et au printemps et causer des dommages extrêmes aux collectivités et aux infrastructures situées le long des rivières, ainsi qu'avoir un impact sur la vie aquatique (Beltaos, 2008). Les précipitations extrêmes et les épisodes de pluie sur la neige peuvent entraîner des débits plus élevés lorsque la glace est encore présente (Burn et coll., 2016; Buttle et coll., 2016), ce qui conduit souvent à des embâcles. Dans certains cas, les changements climatiques ont été associés à des conditions conduisant à des inondations dues à des embâcles (Turcotte et coll., 2019; Janowicz, 2017). Dans d'autres cas, les changements climatiques ont été liés à une possible réduction de la probabilité ou de la gravité des embâcles (Das et coll., 2017; Burn et coll., 2016). Compte tenu des processus complexes menant aux inondations causées par des embâcles (p. ex. Turcotte et coll., 2019), des connaissances locales et du savoir autochtone, la surveillance environnementale et les études propres aux sites permettront de mieux comprendre comment les changements climatiques influencent la fréquence et la gravité des inondations causées par des embâcles.

Une approche de la réduction des risques d'inondation pour les collectivités du Nord consiste à construire des structures techniques pour réduire la quantité d'eau de crue à laquelle une zone est vulnérable (Burrell et coll., 2015). Les digues artificielles construites à Dawson City, au Yukon, à la suite d'une inondation record en mai 1979 (Janowicz, 2010) en sont un bon exemple. Cependant, ces initiatives sont souvent des réponses réactionnelles. De plus, des conceptions (p. ex. Beltaos et Doyle, 1996) ou des protocoles de maintenance inadéquats peuvent donner une fausse impression de sécurité. Au-delà des infrastructures, la plupart des efforts de réduction des inondations sont liés à l'évaluation des risques, comme les initiatives de cartographie des géorisques ou des inondations (Gouvernement du Yukon, 2015), ou l'intégration de la modélisation des changements climatiques dans l'évaluation des risques d'inondation (Beltaos, 2019; Lindenschmidt et coll., 2016). Ces projets aident les collectivités à comprendre le risque pour éclairer le développement, la planification et les mesures d'urgence (Moudrak et Feltmate 2017; Burrell et coll., 2015), mais ils ne traitent pas forcément le risque en soi. Une documentation claire sur la manière dont les risques liés aux inondations ont été pris en compte est rarement disponible, car le manque de réglementation et de transparence concernant la divulgation des risques constitue un obstacle à la mise en œuvre de la gestion des risques d'inondation (Clark et coll., 2022).

Les risques d'incendies de forêt devraient augmenter en raison des changements climatiques (Erni et coll., 2019; Kirchmeier-Young et coll., 2017). Intelli-feu®, un processus qui consiste à éclaircir et à débroussailler pour réduire la végétation susceptible d'alimenter les incendies dans les peuplements d'arbres adjacents aux zones résidentielles, est une mesure de protection éprouvée pour limiter la gravité des incendies dans les systèmes de forêts boréales du Nord (Schroeder, 2010). Les lignes directrices d'Intelli-Feu® n'ont pas encore été appliquées dans toutes les collectivités des Territoires du Nord-Ouest et du Yukon. Certaines

collectivités nordiques investissent également dans la récolte de la biomasse afin de gérer et d'éclaircir les forêts entourant les zones résidentielles, tout en fournissant une source d'énergie pour le chauffage et en développant de nouvelles économies locales (Gouvernement du Yukon, 2016; Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, 2012).

## 6.5.5 Planification intégrée du trafic maritime

Bien que l'augmentation du trafic maritime puisse apporter des avantages économiques aux régions arctiques (Christensen et coll., 2018), les membres des collectivités de l'Arctique du Canada ont indiqué que l'augmentation du trafic maritime était un sujet de préoccupation qui nécessitait une recherche et une gouvernance collaboratives, notamment pour la mise au point de solutions d'adaptation pour faire face aux impacts directs (p. ex. le déclin de la glace de mer) et indirects (p. ex. l'augmentation du trafic maritime) des changements climatiques sur le transport maritime (Dawson et coll., 2020). Les solutions d'adaptation comprennent le développement d'infrastructures telles que des ports sûrs, des aides à la navigation et leurs systèmes de soutien, l'amélioration de la cartographie et l'augmentation de la capacité et des outils d'intervention d'urgence (liés aux capacités de recherche et de sauvetage, ainsi qu'aux impacts environnementaux).

Le développement de corridors à faible impact se présente comme une approche collaborative pour modérer les impacts et adapter les déplacements dans les eaux arctiques canadiennes. Les corridors à faible impact, qui peuvent être développés à l'aide d'une approche de cogestion ou de collaboration, reconnaissent les zones d'importance environnementale et culturelle en définissant des routes maritimes volontaires le long desquelles les infrastructures, le soutien à la navigation et les services d'intervention d'urgence sont regroupés (Levitt, 2019), minimisant ainsi le trafic maritime dans d'autres zones. L'utilisation des connaissances locales et des connaissances autochtones pour déterminer les couloirs à privilégier, les zones à éviter, les restrictions saisonnières, la modification de l'exploitation des navires et la cartographie requise permet d'inclure de manière significative les voix du Nord dans le développement de ces couloirs (Dawson et coll., 2020) et représente une approche novatrice de la planification de l'adaptation dans un secteur qui connaît des changements rapides.

D'autres intérêts commerciaux, comme l'augmentation de la navigation dans l'Arctique et l'exploitation pétrolière et gazière en mer, exigeront également que les partenaires de cogestion mettent au point des approches novatrices pour évaluer et gérer les risques environnementaux (Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2008; Inuit Circumpolar Council, 2008). Les méthodologies d'évaluation des risques deviendront des outils importants pour comprendre les événements à forte incidence et à faible probabilité, tels que les éruptions et les déversements associés au forage et à la navigation en mer (Arctic Council, 2009). Ces méthodologies seront utilisées pour évaluer les scénarios de développement et résoudre les divergences entre les partenaires de la cogestion. En outre, en raison de l'augmentation du trafic due à la croissance de la pêche, du tourisme et de l'intérêt accru pour l'exploration, il y a une demande croissante de soutien en matière de recherche et de sauvetage dans l'Arctique du Canada, ce qui exerce une pression sur les ressources humaines et financières (Clark et coll., 2016b; Dawson et coll., 2014; Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2008).

# 6.6 La reconnaissance de la capacité inhérente est essentielle au développement de la résilience climatique

**Les organisations et les personnes qui reconnaissent et adoptent la capacité inhérente des collectivités du Nord à s'adapter sont des intervenants principaux dans la recherche de la résilience climatique.**

*Des liens solides avec la terre, des structures sociales qui soutiennent les collectivités et des environnements politiques qui permettent une prise de décision partagée renforcent la résilience existante. Alors que les partenariats novateurs en matière de recherche et de prise de décision signalent un changement de cap dans le Nord du Canada, la capacité existante des Autochtones du Nord, fondée sur des millénaires d'observations et de mesures d'adaptation, reste trop souvent négligée.*

## 6.6.1 Description de la capacité du Nord

Dans les discussions universitaires, la capacité peut être comprise de plusieurs façons, notamment comme une aptitude et une compétence (Howlett et Ramesh, 2016; Araral et coll., 2015). Le concept joue un rôle important dans le Nord du Canada, où le terme « capacité » apparaît régulièrement dans les médias populaires et le discours politique. Dans le contexte du Nord, les discussions sur les capacités portent souvent sur les collectivités, la gouvernance et la capacité d'adaptation aux changements climatiques à l'échelle locale (Darling et coll., 2018; Simon, 2017; Graham, 2016; Irlbacher-Fox et Gibson, 2010), en plus des aspects financiers. D'autres facteurs qui ont un impact sur les capacités des collectivités sont les questions de justice sociale, les mandats politiques et la fragmentation institutionnelle (Ford et Furgal, 2009; Keskitalo, 2009; Bizikova et coll., 2007).

La littérature sur les capacités liées aux changements climatiques se concentre principalement sur la capacité d'adaptation, la capacité d'une communauté ou d'un groupe à s'adapter ou à s'ajuster en fonction des changements de l'environnement (Ford et coll., 2015; Engle, 2011; de Loë et Plummer, 2010). Les éléments essentiels de la capacité d'adaptation comprennent les connaissances autochtones et locales détenues par de nombreux habitants du Nord (Pearce et coll., 2015), les structures sociales qui encouragent la mise en commun des ressources et l'entraide (Ayers et Forsyth, 2009), et un paysage politique qui favorise la cogestion (Armitage et coll., 2011; Dale et Armitage, 2011). Il est largement reconnu que les collectivités de l'Arctique ont une grande capacité d'adaptation et de résilience (Ford et coll., 2015; de Loë et Plummer, 2010). Cependant, les impacts continus de la colonisation sur les peuples autochtones, notamment la marginalisation, les différences de pouvoir dans la société canadienne et la perte des terres, ont un impact négatif sur cette capacité (Conseil des académies canadiennes, 2019; Ramos-Castillo et al 2017).

Ce contexte est également miné par des questions primordiales liées au colonialisme, à la conduite responsable de la recherche, au manque d'infrastructures et aux mandats ou priorités contradictoires (Ford et coll., 2015; Cameron, 2012; Glaas et coll., 2010; Berkes et Jolly, 2001). Les impacts des changements

climatiques, combinés aux pressions susmentionnées, sont susceptibles d'affecter la capacité d'adaptation et le succès de l'adaptation, en particulier chez les populations autochtones (Conseil des académies canadiennes, 2019). Les liens entre les systèmes de gouvernance locaux et supérieurs peuvent faciliter ou entraver l'adaptation par la distribution des ressources, notamment les services sociaux, les droits sur les ressources et les cadres de travail réglementaires (Ford et coll., 2015; Keskitalo, 2009; Smit et Wandel, 2006). Il existe également une capacité financière inadéquate pour répondre aux impacts des changements climatiques par des mesures d'adaptation et ce manque de capacité peut limiter les options d'adaptation dans le Nord du Canada. Par exemple, les changements climatiques posent de nouveaux défis à la capacité du Canada à financer, construire et exploiter les infrastructures du pays, en particulier dans le Nord du Canada (Clark et coll., 2022).

Dans le Nord, l'augmentation des capacités peut souvent être directement liée au travail de petits groupes innovants et parfois même à certaines personnes. De plus en plus, les leaders du Nord sont invités à participer à la définition de normes nationales comme l'Initiative de normalisation des infrastructures du Nord, établie par le Conseil canadien des normes (voir la section 6.5.1). La représentation du Nord et des Autochtones dans les grandes initiatives de recherche, telles qu'ArcticNet, PermafrostNet et le Réseau canadien des montagnes, a également augmenté. L'expertise nordique est directement recherchée et incluse dans la recherche sur les politiques nationales (p. ex. Conseil des académies canadiennes, 2019; Relation Couronne-Autochtones et Affaires du Nord Canada, 2019; Environnement et changement climatique Canada, 2016). Les gouvernements reconnaissent que la représentation du Nord et l'investissement continu dans les capacités dans un large éventail de domaines sociaux et économiques sont nécessaires pour maintenir et améliorer la résilience climatique (Relations Couronne-Autochtones et Affaires du Nord Canada, 2019).

## 6.6.2 Recherche

Les modèles novateurs de collaboration en matière de recherche sont de plus en plus répandus dans le Nord, tout comme les appels lancés à la communauté scientifique pour qu'elle transforme la façon dont elle mène ses recherches et s'engage auprès des communautés autochtones en cette période de réconciliation (Wong et coll., 2020). Les organisations autochtones et les gouvernements conçoivent des stratégies de recherche afin de s'assurer que la recherche est régie, menée, financée et partagée selon des modalités conformes aux priorités et aux valeurs autochtones. Cela inclut, par exemple, la stratégie nationale Inuite sur la recherche (Inuit Tapiriit Kanatami, 2018). En même temps, les établissements d'enseignement et de recherche du Nord accroissent leur capacité à diriger des activités de recherche et à former la prochaine génération de chercheurs du Nord. Les institutions du Nord jouent un rôle croissant dans les réseaux de recherche nationaux, modifiant les approches en matière de financement, de gouvernance, de partenariats et de formation pour la recherche dans le Nord. Il est important de noter que ces changements permettent aux habitants du Nord de poser des questions de recherche pertinentes pour eux et d'y répondre, de renforcer la capacité d'adaptation et la résilience, et de trouver des options d'adaptation (voir l'étude de cas 6.8).

## Étude de cas 6.8 : Le Qaujigiartiit Health Research Centre

Au Nunavut, le Qaujigiartiit Health Research Centre (QHRC) fait la promotion du concept selon lequel la recherche peut être utilisée comme un outil d'intervention. Lorsqu'on comprend la portée et l'ampleur d'un problème, on est mieux équipé pour agir. Le *Piliriqatigiinniq* Partnership Model for Community Health Research (ᐱᓕᓐᓴᕆᑎᑦᓂᖅᓄᑦ ᓄᓇᓕᖅᓂ ᐊᐅᓂᐊᖏᓐᓇᖅᑐᓕᕐᓗᓂᑦ ᖃᐅᔨᓴᖅᓂᖅ) a été conçu par le QHRC au cours des années de formation du Centre de recherche. Il a été créé en réponse à un besoin exprimé par la communauté de mener des recherches sur la santé qui explorent des sujets de préoccupation pour les Nunavummiut, les habitants du Nunavut, et qui sont recueillies, analysées et diffusées de manière holistique et collaborative. Le modèle de partenariat *Piliriqatigiinniq* repose sur le principe selon lequel tout le monde peut participer à la recherche en santé à un titre ou à un autre, car la collaboration multidisciplinaire renforce les projets de recherche, apporte une perspective supplémentaire à l'analyse des données, et contribue à une plus grande diffusion et mise en œuvre des résultats dans tous les secteurs.

Le modèle de partenariat pluridisciplinaire *Piliriqatigiinniq* contribue au renforcement des capacités dans de multiples secteurs du Nunavut. Il renforce également la vision de la recherche en santé qui reconnaît l'importance des modèles scientifiques occidentaux et de l'Inuit *Qaujimajatuqangit* (savoir traditionnel Inuit) pour comprendre et aborder les préoccupations des Nunavummiut en matière de santé, qui contribue à la production de connaissances significatives et qui, en fin de compte, soutient le progrès vers l'amélioration de la santé des Nunavummiut par la recherche. Le modèle de partenariat *Piliriqatigiinniq* est utilisé comme guide pour le développement de chaque projet de recherche en santé mis en œuvre au QHRC. Ce modèle nous rappelle qu'il faut voir au-delà de la définition de « santé » et de « recherche » pour inclure les détenteurs de connaissances et les intervenants d'autres disciplines et milieux.

Pour plus de renseignements, voir Qaujigiartiit Health Research Centre (2019).

L'enquête sur la santé des Inuits est un exemple frappant de recherche conçue et dirigée par des habitants du Nord qui renforce les capacités de recherche en santé des Inuits et contribue à améliorer leur bien-être. Menée pour la première fois pendant l'Année polaire internationale en 2007-2008 et dirigée par l'Université McGill (Centre for Indigenous Peoples' Nutrition and Environment, s.d.), l'enquête était révolutionnaire, car elle a permis de recueillir des données sur la santé des Inuits qui n'avaient jamais été recueillies à une telle échelle. Depuis la mise en œuvre de cette enquête, les organisations Inuites ont fait valoir l'importance de données approfondies et propres à la région pour comprendre la santé des Inuits et prendre des décisions fondées sur des éléments probants, tout en faisant progresser l'autodétermination des Inuits dans la recherche.

En 2018, l'ITK a annoncé la création Enquête nationale sur la santé des Inuits *Qanuippitaa?* (QNIHS) (Inuit Tapiriit Kanatami, s.d.). Cette enquête est la première enquête nationale sur la santé menée par les Inuits. Elle a pour objectif de fournir des données de haute qualité, déterminées par les Inuits et appartenant aux Inuits, afin de surveiller les changements, de déterminer les forces et les lacunes et d'éclairer la prise de décisions, ce qui permettra d'améliorer la santé et le bien-être des Inuits au Canada. Les organisations Inuites régionales conçoivent et mettent en œuvre l'enquête QNIHS au Nunatsiavut, au Nunavik, au Nunavut et dans la région désignée des Inuvialuit, en collaboration avec l'ITK. Des structures de gouvernance sont créées dans chaque région pour veiller à ce que tous les aspects de l'enquête soient réalisés en tenant compte de la

contribution et des priorités des personnes, des familles et des communautés Inuites de tout l'Inuit Nunangat. L'enquête QNIHS comprendra également un volet urbain, mis en œuvre en partenariat avec des organisations mandatées pour fournir des services aux populations Inuites urbaines. Une enquête sur les Inuits en milieu urbain aura lieu à Ottawa pour le premier cycle d'enquête et pourra être étendue à d'autres centres urbains lors des cycles suivants.

Comme l'enquête QNIHS est dirigée par des Inuits, elle utilise un cadre de santé holistique, qui comprend le bien-être physique, émotionnel et mental, la santé environnementale et les déterminants sociaux de la santé des Inuits. Ces indicateurs de santé et de bien-être importants et diversifiés seront suivis tous les cinq ans (Inuit Tapiriit Kanatami, s.d.). La collecte de données sur la santé des Inuits, de façon continue et d'une manière conçue par les Inuits et adaptée à leurs besoins, fournira aux gouvernements et aux organisations régionales des données probantes pour éclairer les décisions en matière de politiques et de programmes. Il est important de noter que la conception du programme met l'accent sur la création d'approches novatrices en matière de formation et de renforcement des capacités, afin de s'assurer que le processus de l'enquête QNIHS améliore la capacité de recherche en santé dans tout l'Inuit Nunangat (Inuit Tapiriit Kanatami, s.d.).

La science citoyenne est également une voie émergente pour faire progresser les approches collaboratives de l'adaptation et de l'élaboration des politiques (Kythreotis et coll., 2019). La science citoyenne élève le rôle des individus et des membres de la collectivité de manière à ce que les connaissances locales et autochtones puissent être appliquées plus directement pour trouver et mettre en œuvre des solutions. Parmi les exemples, citons le projet d'observation de la faune du Conseil des ressources renouvelables Dän Keyi (Conseil de ressources renouvelables Dän Keyi, 2019) et SIKU, le réseau social des connaissances autochtones (Indigenous Knowledge Social Network) (Arctic Eider Society, 2019). La distinction des impacts causés par les changements climatiques et d'autres formes de perturbations humaines et naturelles permet de mieux prévoir quelles parties d'un paysage ou d'un écosystème sont les plus susceptibles de changer sous l'effet des changements environnementaux actuels et futurs prévus (Folke et coll., 2004).

Compte tenu des liens entre l'autodétermination des Autochtones, la santé et la résilience des collectivités, ainsi que les préoccupations des citoyens concernant les changements climatiques et environnementaux, les réseaux de recherche et les organismes de financement ont modernisé leurs structures afin d'offrir davantage de possibilités de recherche communautaire. À l'automne 2018, le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada a lancé un appel à proposition spécial pour l'attribution des subventions Connexion – Capacité de recherche autochtone et réconciliation (Conseil de recherches en sciences humaines, 2018). Les organisations autochtones étaient des titulaires de bourses admissibles pour demander et gérer les fonds de recherche attribués dans le cadre du programme. ArcticNet, un réseau de recherche qui étudie les impacts des changements climatiques dans l'Arctique canadien, a consacré des fonds à un programme North by North et a investi dans la capacité de coordination de la recherche par le biais d'organisations du Nord et Inuites dans chacun des territoires, ainsi qu'au Nunatsiavut et au Nunavik (Reedman, 2020). Le programme North by North attribue également des fonds de recherche directement aux collectivités. Ces initiatives ont ouvert la voie à une réflexion plus approfondie sur les acteurs principaux de la recherche nordique et sur le rôle qu'ils peuvent jouer dans la collaboration contemporaine en matière de recherche (voir l'étude de cas 6.9). Ils ont permis d'établir des liens plus étroits entre la recherche et l'action, d'améliorer la coordination de la recherche et de mobiliser divers acteurs dans la recherche de solutions aux problèmes fondamentaux de la résilience des collectivités (Canadian Mountain Network Yukon Initiating Group, 2017).

## Étude de cas 6.9 : *Ikaarvik* : Programme « Barriers to Bridges »

*Ikaarvik* est un mot inuktitut qui signifie « pont » et symbolise l'intention du programme « Barriers to Bridges » mis en œuvre par Ikaarvik. Le programme Ikaarvik vise à établir des ponts entre les communautés de recherche et les collectivités du Nord en favorisant la participation des jeunes à la recherche. Il offre aux jeunes la possibilité, la confiance et l'expérience nécessaires pour explorer la manière dont les connaissances Inuites et la science peuvent être combinées pour résoudre les enjeux du Nord. En outre, il permet aux jeunes de travailler avec leurs collectivités pour définir les priorités de recherche locales et établir des relations avec les chercheurs, le gouvernement et l'industrie pour répondre à ces priorités. En se concentrant sur les jeunes, Ikaarvik s'assure que les futurs leaders Inuits seront familiers avec les connaissances Inuites et les processus de recherche scientifique et à l'aise avec eux, permettant ainsi aux Inuits participer activement à la détermination des priorités de recherche dans leurs collectivités du Nord.




Vidéo 6.1 : *Ikaarvik* : Le programme Barriers to Bridges travaille avec les jeunes de l'Arctique pour établir un pont entre la recherche et leurs collectivités (vidéo en anglais seulement). Source : Ocean Wise, 2019. https://www.youtube.com/watch?v=cVXGM6hkbRY

## 6.6.3 Développement et résilience du Nord

Alors qu'une grande partie du dialogue autour des impacts des changements climatiques et de l'adaptation se concentre sur la limitation des impacts des changements indésirables sur l'environnement, la société et la culture, les impacts climatiques présentent également de nouvelles possibilités économiques. Le développement du Nord, en partie facilité par les changements climatiques grâce à des impacts tels que l'allongement des saisons sans glace et l'apparition de nouvelles espèces de récolte commercialement viables,

peut apporter des avantages socio-économiques au Nord. Toutefois, la manière dont ces avantages sont distribués et la question de savoir si les communautés locales sont touchées positivement suscitent des inquiétudes (Ford et Furgal, 2009). Une telle croissance économique peut avoir un impact sur la société et la culture d'une manière qui est souvent difficile à évaluer, à anticiper et à distinguer des changements simultanés.

Bien qu'il existe un potentiel d'accroissement de l'activité économique et de la navigation dans l'Arctique, rendu possible par l'allongement de la saison sans glace, il existe des risques environnementaux associés (voir le chapitre Dimensions internationales du Rapport sur les enjeux nationaux; Conseil de l'Arctique, 2009). L'accès accru à l'exploitation minière offre des possibilités économiques, mais il est également associé à des problèmes de remise en état, comme en témoigne la longue histoire des mines abandonnées dans le Nord (Sandlos et Keeling, 2016; Caine et Krogman, 2010). Les industries extractives ont également tendance à connaître des périodes d'expansion et de ralentissement. L'augmentation de la toxicomanie et de l'alcoolisme, des problèmes de logement et de l'immigration clandestine est souvent associée à la phase d'expansion du cycle, tandis que l'émigration et la pauvreté sont souvent associées à la phase de ralentissement (Southcott, 2015).

En ce qui concerne les pêches de l'Arctique, l'augmentation de certains stocks de poissons et l'amélioration de l'accès grâce à une saison d'eau libre plus longue suscitent un intérêt pour la commercialisation des pêches qui n'existaient pas dans le passé ou qui se limitaient à une utilisation de subsistance. L'apparition dans les eaux arctiques de nouvelles espèces de poissons, comme le saumon rouge dans la mer de Beaufort (Niemi et coll., 2019; Irvine et coll., 2009; Babaluk et coll., 2000), entraînera également de nouvelles demandes en matière de pêche commerciale. En réponse à la croissance des pêches dans l'Arctique, les partenaires de cogestion devront établir des niveaux de récolte durables pour ces stocks dans les eaux arctiques, en particulier pour les espèces nouvellement arrivées et pour lesquelles les données historiques sont limitées (Staples, 2013). La récolte commerciale ajoute également du stress sur les poissons et la faune qui sont directement et indirectement touchés par les changements climatiques (Gouvernement du Canada, 2019b).

Certaines régions du Nord définissent des stratégies qui prennent en compte les avantages économiques, la résilience et l'adaptation, tout en intégrant les valeurs culturelles, les moyens de subsistance des autochtones et les économies modernes locales. Le ministère de l'Éducation et du Développement économique du gouvernement du Nunatsiavut gère une entreprise sociale de pêches d'omble chevalier dans laquelle les pêcheurs Inuits se voient attribuer des licences par le gouvernement du Nunatsiavut et tout le poisson est débarqué et traité à l'usine de poisson de Nain. Chaque année, le ministère fournit une contribution financière à la Torngat Fish Producers Co-operative, une entreprise locale dirigée par des Autochtones, pour acheter entre 10 000 et 15 000 livres d'omble chevalier transformé, qui sont ensuite distribués aux collectivités par le biais des programmes de congélation communautaire (Torngat Fish Producers Cooperative, 2022). En plus de contribuer à la sécurité alimentaire, ce programme soutient l'entreprise locale de pêche et de transformation, assurant des emplois aux pêcheurs locaux et aux travailleurs de l'usine dans leurs collectivités d'origine. Notamment, les programmes communautaires de congélation échangent également une partie de leur omble chevalier contre de la morue du Conseil communautaire de NunatuKavut, contribuant ainsi à la diversité des régimes alimentaires et à l'établissement de collaborations économiques régionales.

Il n'est pas facile de prévenir les impacts négatifs sur les collectivités du Nord qui sont inévitablement associés aux possibilités socio-économiques résultant des changements climatiques. Cependant, il est possible de créer des industries de ressources durables qui profitent aux collectivités locales et qui fournissent les ressources nécessaires pour renforcer la résilience sociale, la santé et le bien-être (Southcott, 2015). Des traités modernes,

l'autonomie, la dévolution et la cogestion, des évaluations et des réglementations environnementales et socio-économiques rigoureuses, ainsi que la responsabilité des entreprises sont et resteront des conditions essentielles pour faire progresser la résilience (Southcott, 2015).

## 6.7 Aller de l'avant

Bien que beaucoup de choses soient faites dans le Nord du Canada pour s'adapter à notre climat en changement, il est toujours nécessaire de comprendre la prévalence, le taux et l'ampleur des impacts des changements climatiques sur notre environnement naturel et notre société afin de pouvoir prendre des mesures d'adaptation selon les besoins. Certains des nouveaux enjeux recensés ci-dessous justifient des recherches supplémentaires ou mettent en évidence des lacunes dans les politiques ou les mesures d'adaptation qui nuisent à la résilience. Ils offrent également des possibilités de leadership dans un Nord prospère.

Bien que les messages clés de ce chapitre soient de nature générale, il existe plusieurs thèmes communs liés aux lacunes dans les connaissances et aux nouveaux enjeux. Il s'agit notamment des enjeux suivants : disponibilité des données, renforcement de la résilience face à de multiples facteurs de stress, reconnaissance des impacts sur la santé, le bien-être et la société, prise de décision adaptée et co-gouvernance, valorisation des connaissances autochtones et des capacités inhérentes, et compréhension des limites de l'adaptation.

### 6.7.1 Manque de données

Dans presque tous les sujets abordés dans ce chapitre, le manque de données entrave notre compréhension des impacts actuels des changements climatiques, ce qui limite ou influence la nature et l'efficacité des mesures d'adaptation. Le manque de données pour comprendre comment les systèmes humains et l'environnement biophysique réagissent aux changements climatiques, par exemple, comment les nouvelles espèces migrantes interagiront avec les espèces résidentes existantes ou comment les espèces indigènes varieront leurs réactions aux impacts des changements climatiques. Des changements en cascade, des effets réactifs et de nouveaux types de perturbations apparaissent, mais on dispose rarement de données suffisantes pour comprendre ces changements ou les prévoir.

Les approches intégrées qui prennent en compte les connaissances occidentales et autochtones permettent d'élargir ce qui est considéré comme des « données ». De nombreuses observations et solutions existent déjà, mais les gouvernements et les décideurs n'en ont jamais tenu compte et n'ont pas agi en conséquence. La compréhension holistique s'améliore dans les endroits où la collaboration entre les détenteurs des connaissances autochtones et les scientifiques a été fructueuse. Cependant, il existe encore de vastes zones, telles que les zones non côtières de l'océan Arctique, où les connaissances autochtones et les approches scientifiques occidentales sont incapables de fournir une compréhension complète des systèmes naturels et de leur évolution (Niemi, 2019).

Dans de nombreux contextes communautaires, les premiers signes des impacts des changements climatiques peuvent passer inaperçus. Par exemple, la fréquence du nivellement d'une chaussée en gravier sur un pergélisol en voie de dégradation ou le nombre de fois qu'une maison située sur un tel pergélisol est nivelée peut donner des renseignements importants sur l'impact du dégel du pergélisol sur une collectivité. De même, les impacts des changements climatiques sur la sécurité des déplacements sont rarement documentés de manière à pouvoir soutenir des mesures d'adaptation ou même des évaluations complètes de l'ampleur du problème. Les détails concernant les vols retardés ou le nombre d'opérations locales de recherche et de sauvetage en raison de conditions météorologiques inhabituelles ou de l'état des glaces, par exemple, sont rarement saisis au-delà de preuves anecdotiques. De plus, dans les cas où des registres sont conservés localement, ils n'ont pas encore été examinés dans tout le Nord du Canada (Comité sénatorial permanent des pêches et des océans, 2018; Clark et coll., 2016b). L'élaboration d'outils, d'approches et de capacités pour soutenir l'effort supplémentaire de documentation et de partage de ces renseignements en tant que « données » pour une analyse ultérieure pourrait aider à résoudre les problèmes liés au manque de données, mais cela nécessitera un effort important et soutenu.

## 6.7.2 Renforcement de la résilience aux multiples facteurs de stress

Les impacts des changements climatiques sur l'environnement biophysique sont souvent fortement influencés par des pressions non liées au climat, notamment celles résultant du développement du Nord, de l'évolution démographique, du transport à longue distance de produits chimiques et de polluants, ainsi que d'une série d'autres impacts sur l'environnement. Il est reconnu que les mesures qui renforcent la résilience sont nécessaires, que les changements climatiques sont la cause dominante des perturbations ou qu'ils ne sont qu'un facteur parmi d'autres. Les changements de l'environnement biophysique ne se limitent pas à l'Arctique et l'étude des impacts des changements environnementaux nordiques sur d'autres régions du monde (p. ex. la relation entre la perte de la glace de mer arctique et les conditions météorologiques aux latitudes moyennes) se présente comme une question d'étude importante (GIEC, 2019).

Les collectivités prennent régulièrement des mesures pour renforcer leur résilience, à la fois en réponse aux effets des changements climatiques et en réaction à d'autres facteurs de stress non liés au climat. Et ce, même en l'absence de données quantitatives concernant les changements prévus (Meredith et coll., 2019). La réflexion sur les expériences vécues et la confiance dans le système de connaissances dominant de la collectivité sont fortement utilisées dans la plupart des décisions prises à l'échelle locale et régionale. Les collectivités du Nord font souvent des projections basées sur leur compréhension des changements qui se sont déjà produits et sur ce qui les rend résilientes. Au lieu de se demander pourquoi un changement se produit, ils s'attachent à prendre des mesures concrètes qui créeront une résilience de base. Par exemple, les projets de sentiers aident à maintenir l'accès aux sites de récolte et sont souvent réalisés sans que l'on ait examiné pleinement si un sentier nouvellement construit ou reconstruit résistera aux conditions futures. Les avantages immédiats de la reconstruction d'un sentier peuvent améliorer la résilience à court terme, même si d'autres mesures d'adaptation sont nécessaires par la suite (Pearce et coll., 2015). Parallèlement, l'amélioration du logement, des programmes sociaux, de l'éducation et des infrastructures communautaires ainsi que la revitalisation des pratiques culturelles renforcent la résilience, quelles que soient les forces extérieures qui les affectent. Il est indispensable de rechercher, de financer et de soutenir les mécanismes de résilience sociale.

## 6.7.3 Reconnaissance des impacts des changements climatiques sur la santé, le bien-être et la société

De plus en plus de documents, dont la plupart ont été créés en partenariat avec des collectivités et des personnes du Nord, font état du deuil écologique comme d'un nouvel enjeu de santé mentale (p. ex. Cunsolo et coll., 2020; Cunsolo et Ellis, 2018). La reconnaissance des problèmes de santé mentale cumulés, y compris ceux associés au deuil écologique, conduit à un appel à s'attaquer aux déterminants socio-économiques plus larges de la santé mentale par le biais d'une augmentation des soins et du soutien, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du système de santé.

Les préoccupations liées aux impacts physiques sur la santé humaine résultant des changements climatiques ou perçus comme étant associés aux changements climatiques sont également de plus en plus nombreuses. Cela inclut des préoccupations liées à l'exposition aux contaminants (p. ex. par la consommation d'aliments sauvages qui, à leur tour, sont exposés aux contaminants en raison du dégel du pergélisol), à l'insécurité alimentaire et aux impacts sanitaires de la fumée des feux de forêt (Rautio et coll., 2020, Creed et coll., 2018, Dodd et coll., 2018). On reconnaît également de plus en plus l'impact du développement du Nord sur la santé mentale, physique et émotionnelle et le bien-être des collectivités. Par exemple, près de 50 collectivités autochtones des Territoires du Nord-Ouest se trouvent en aval de la production de sables bitumineux en Alberta (McCreadie, 2014). De nombreux appels ont été lancés en faveur de la poursuite des travaux visant à comprendre ces impacts et les façons dont ils sont aggravés par les changements climatiques, et à examiner attentivement les coûts et les avantages du développement sur la santé communautaire et la résilience sociale (Assemblée des Premières Nations, 2019; Inuit Tapiriit Kanatami 2019 a). Compte tenu de l'urgence des travaux visant à aborder la santé et le bien-être dans l'Arctique face aux impacts des changements climatiques, la revue médicale Lancet a réuni la Commission Lancet sur la santé dans l'Arctique (Adams et coll., 2019). Les conclusions de la Commission Lancet sont attendues en 2022.

## 6.7.4 Nécessité d'une prise de décision réactive et d'une co-gouvernance

Il y a de plus en plus d'appels à une exploration prudente et minutieuse des coûts et des avantages liés aux nouvelles possibilités et à leurs impacts potentiels sur les sociétés et les cultures du Nord. La science citoyenne évolue en tant qu'approche pour faire progresser les approches collaboratives de l'adaptation aux changements climatiques et les conseils de cogestion se révèlent efficaces dans la prise de décisions réactives et collaboratives (voir la section 6.5.2). Cependant, le développement du Nord met à l'épreuve la capacité des conseils de cogestion et des collectivités, tandis que la capacité de canaliser les connaissances autochtones, la surveillance de l'environnement et l'information sur les changements environnementaux vers ces conseils pour qu'ils les intègrent aux décisions de gestion devient de plus en plus importante dans la recherche de l'équité entre les détenteurs de droits qui participent à la prise de décisions (Arngna'naaq et coll., 2020). Il est nécessaire de poursuivre les travaux pour s'assurer que les connaissances autochtones et les connaissances occidentales sont toutes deux mises à profit pour prendre des décisions de cogestion adaptées, et il faut concevoir, mettre à l'essai, appliquer et partager dans tout le Nord les moyens de s'assurer

que cela se produit efficacement. En outre, les impacts des changements climatiques ne peuvent être considérés séparément des autres facteurs de stress, mais il n'existe pas d'organisme de confiance ayant pour mandat d'examiner, de comprendre et de recommander des mesures pour faire face aux impacts cumulatifs. Les efforts visant à comprendre les effets cumulatifs peuvent se polariser lorsqu'ils ne s'intègrent pas bien aux processus de planification ou d'examen environnemental existants (voir la section 6.5.2; Blakley et Franks, 2021).

Entre-temps, le nouveau leadership du Nord en matière de recherche modifie et recentre les questions de recherche qui sont posées et étudiées, ce qui, à son tour, crée des possibilités de nouvelles formes de recherche collaborative, y compris la recherche dirigée par les Autochtones selon des méthodologies de recherche autochtones. L'établissement de liens plus étroits entre la recherche et l'action, l'amélioration de la coordination de la recherche à l'intérieur et à l'extérieur du Nord du Canada et l'engagement de divers intervenants et détenteurs de droits dans la recherche de solutions aux problèmes fondamentaux de résilience et d'adaptation des collectivités sont autant de questions pressantes dans le Nord du Canada.

## 6.7.5 Reconnaissance des connaissances autochtones et des capacités inhérentes

En raison de la dépendance croissante à l'égard des conseils de cogestion et des tables de décision, il est de plus en plus nécessaire de valoriser à la fois les connaissances autochtones et les connaissances des utilisateurs de la terre pour informer les pratiques de cogestion réactives. Les futures initiatives d'adaptation continueront d'être renforcées par le coapprentissage, la coopération et la mise en œuvre des recommandations et des décisions de cogestion (Abram et coll., 2019).

De plus en plus de voix s'élèvent pour que l'on cesse de chercher à « valider » les connaissances autochtones en utilisant les approches de la science occidentale, mais que l'on reconnaisse plutôt les connaissances autochtones comme un système de connaissances distinct et de valeur égale. Les habitants du Nord expriment leurs préoccupations quant à la reconnaissance adéquate des connaissances autochtones dans la conception de politiques et la prise de décisions fondées sur des données probantes, et ils demandent sans cesse l'inclusion des détenteurs de connaissances autochtones et des autres habitants du Nord dans les dialogues sur les politiques nationales. Il existe un désir de voir la capacité inhérente des habitants du Nord, en particulier des autochtones du Nord, comme un outil clé pour l'adaptation aux changements climatiques et la résilience durable du Nord (Copper Jack et coll., 2020).

## 6.7.6 Comprendre les limites de l'adaptation

Si la plupart des travaux d'adaptation et de résilience dans le Nord sont réalisés dans le but de maintenir et d'améliorer la qualité de vie, l'ampleur, l'étendue spatiale et le rythme du changement créeront des conditions où, dans certains cas, il n'y aura pas de solutions d'adaptation économiquement ou socialement viables. Cela est particulièrement vrai dans le cas d'un avenir à fortes émissions (RCP 8.5; GIEC, 2019). Même dans les cas où une solution technologique telle que le renforcement des infrastructures pourrait assurer une

protection, l'étendue spatiale des impacts, associée à la faible population et à l'échelle limitée de l'activité économique dans le Nord limite la probabilité qu'une telle solution puisse être mise en œuvre (Conseil des Premières Nations du Yukon et Assemblée des Premières Nations, 2019; Inuit Tapiriit Kanatami, 2019a). En outre, les liens culturels avec le lieu sont très forts dans la plupart des collectivités du Nord. Cela signifie qu'une solution considérée comme appropriée dans d'autres endroits, comme la relocalisation à la suite d'une catastrophe liée au climat, peut être inacceptable dans un contexte nordique.

Même dans les endroits où des mesures draconiennes telles que la relocalisation sont entreprises (Moses, 2018), les conversations du Nord sur « l'acceptabilité du changement de politique ou de système » (GIEC, 2018) sont profondément imbriquées avec les questions de réconciliation et d'équité, ainsi que la résolution des problèmes de justice sociale. L'exploration de l'acceptabilité de sujets tels que la relocalisation planifiée nécessite du temps, un dialogue empathique et un engagement à explorer respectueusement de nombreuses options avant que les décisions ne soient finalisées (Arngna'naaq et coll., 2020; Inuit Tapiriit Kanatami, 2018). Il n'existe pas d'approche « étape par étape » pour faire avancer l'examen de sujets que la société considère aujourd'hui comme inacceptables. Malgré le besoin croissant d'une exploration sensible, mais réaliste des limites auxquelles le maintien et l'amélioration des pratiques actuelles sont durables, les pratiques passées des chercheurs et des gouvernements peuvent faire obstacle à la prise de mesures urgentes. De nombreux leaders et organisations autochtones fournissent des conseils qui peuvent faciliter la réconciliation et soutenir le travail de collaboration pour commencer des conversations qui promettent d'être importantes, mais très difficiles (p. ex. Wong et coll., 2020, Inuit Tapiriit Kanatami, 2019a, McGregor, 2018).

## 6.8 Conclusion

Dans le rapport publié en 2019, un comité d'experts réuni par le Conseil des académies canadiennes a reconnu que les risques climatiques pour les collectivités du Nord, ainsi que les risques pour les modes de vie autochtones, figurent parmi les principaux risques climatiques auxquels le Canada est confronté. Le panel a reconnu « la centralité des questions et de la souveraineté de l'Arctique dans les affaires nationales et internationales, [élevant] les risques pour les zones arctiques au niveau national » (Conseil des académies canadiennes, 2019). L'importance de la gestion des risques et des impacts des changements climatiques par l'adaptation ne se limite pas uniquement aux collectivités du Nord. Le leadership et l'innovation dans le Nord aideront à maintenir la résilience, tout en servant les intérêts de la souveraineté et de l'identité arctiques du Canada. Une adaptation réussie dans le Nord aidera le Canada à faire preuve de leadership parmi les nations arctiques.

Alors que l'importance de l'adaptation aux changements climatiques dans le Nord du Canada est de plus en plus reconnue dans tout le pays, le débat sur l'adaptation dans le Nord passe des impacts biophysiques à l'examen de questions complexes telles que la santé mentale, l'équité socio-économique et le droit inhérent à la pratique des modes de vie traditionnels. Les impacts des changements climatiques se font sentir dans presque tous les aspects des environnements et des populations du Nord et ils amplifient souvent les problèmes socio-économiques existants dans le Nord du Canada. Bien qu'il n'y ait pas d'analyse économique des coûts directs et indirects des impacts et de l'adaptation aux changements climatiques dans la région, il

est clair que les coûts seront substantiels et ne pourront être assumés uniquement par les habitants du Nord. Reste à savoir qui assumera ces coûts, et comment.

Bien que des mesures d'adaptation comme celles décrites dans le présent chapitre soient en cours dans tout le Nord du Canada et que, dans de nombreux cas, elles soient dirigées par les gouvernements et les collectivités du Nord, on a de plus en plus l'impression que le rythme des changements dans le Nord du Canada dépasse la capacité d'adaptation. Des modifications permanentes de certaines parties de l'environnement nordique sont en cours ou prévues et elles ont des répercussions irréversibles sur la capacité des populations à subvenir à leurs besoins grâce à la terre, sur les modes d'interaction avec la terre et sur les modes de vie traditionnels et choisis. Les peuples autochtones du Nord ont déjà subi plus d'un siècle de perturbation culturelle et ne vont pas tout simplement abandonner leurs pratiques et leurs valeurs traditionnelles. Alors que les impacts des changements climatiques vont au-delà de nombreuses conditions connues auparavant, la confiance dans les enseignements traditionnels fournit des sources de résilience qui ne sont pas bien représentées dans les systèmes de connaissances occidentaux.

Dans la plupart des discours sur l'adaptation au Canada, on exprime l'urgence d'agir et de ne pas laisser l'insuffisance des données ou l'incertitude concernant la nature ou l'ampleur des impacts retarder cette action. Toutefois, ce discours fait l'impasse sur les limites de l'adaptation et sur la manière de déterminer les situations dans lesquelles il n'est peut-être pas possible de s'adapter. Un changement permanent du schéma de migration d'une espèce dont on se sert depuis des millénaires ou des dommages continus aux infrastructures d'une collectivité causés par le dégel du pergélisol ne peuvent pas être résolus par des mesures d'adaptation. Au contraire, une nouvelle façon d'être en l'absence de cette nourriture traditionnelle ou une relocalisation des infrastructures communautaires clés peuvent être justifiées. Dans le discours sur les impacts climatiques dans le Nord du Canada, les limites de l'adaptation sont souvent négligées, tout comme la question du moment où il faut commencer à explorer la nécessité d'une nouvelle façon d'être. Il est temps que ces discussions commencent.

# Références

Abram, N., Gattuso, J.-P., Prakash, A., Cheng, L., Chidichimo, M.P., Crate, S., Enomoto, S., Garschagen, M., Gruber, N., Harper, S., Holland, E., Kudela, R.M., Rice, J., Steffen, K. et von Schuckmann, K. (2019). « Framing and Context of the Report », Chapitre 1 dans *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, et N.M. Weyer (éd.). Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, États-Unis. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2022/03/03_SROCC_Ch01_FINAL.pdf>

Adams, L., Dorough, D.S., Chatwood, S., Erasmus, B., Eriksen, H., Ford, S., Sosin, A., Virginia, R.A. et Cloutier, S.W. (2019). « Shared Vision ». The Lancet Commission on Arctic Health Urgently Accelerating Indigenous Health and Well-Being. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://sites.google.com/dartmouth.edu/lancetarctic/shared-vision-statement>

Alcantara, C., Cameron, K. et Kennedy, S. (2012). « Assessing Devolution in the Canadian North: A Case Study of the Yukon Territory ». *Arctic*, *65*(3), 328–338. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.14430/arctic4220>

Arctique en développement et adaptation au pergélisol en transition (ADAPT) (s.d.). Accueil. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.cen.ulaval.ca/adapt/index-fr.php>

Arngna'naaq, K., Bourassa. H., Couturier, D., Kaluraq, K. et Panchyshyn, K. (2020). « Realizing Indigenous Law in Co-Management ». Jane Glassco Northern Fellowship. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://gordonfoundation.ca/wp-content/uploads/2020/04/JGNF_2018-2019_Realizing-Indigenous-Law-in-Co-Management.pdf>

Alam, H. (2018). « Indigenous communities see effects of climate change up close, conference told ». Edmonton Journal. Consulté en juin 2021 sur le site <https://edmontonjournal.com/news/local-news/indigenous-communities-see-effects-of-climate-change-up-close-conference-told>

Albrecht, G. (2012). « Psychoterratic conditions in a scientific and technological world », dans *Ecopsychology: Science, Totems, and the Technological Species*, P. H. Kahn et P. H. Hasbach (éd.). The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, États-Unis, 241–264. Consulté en juin 2021 sur le site<https://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/36235/>

Allard, M. et L'Hérault, E. (2010). L'impact des changements climatiques sur la problématique de la fonte du pergélisol au village de Salluit. Rapport d'étape: Cartographie du potentiel de construction de la vallée de Salluit selon les conditions de pergélisol et les pentes. Rapport au ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT), Centre d'études nordiques, 25 p.

Allard, M., Chiasson, A., B. St-Amour, A., Mathon-Dufour, V., Aubé-Michaud, S., L'Hérault, E., Bilodeau, S. et Deslauriers, C. (2020). *Geotechnical characterization and permafrost mapping project in the Inuit communities of Nunavik. Final report.* Québec, Centre d'études nordiques, Université Laval. Consulté en mai 2022 sur le site <https://bit.ly/CEN_MAMH_Caracterisation_pergelisol_Nunavik>

Anderson, W. (2018). Communication personnelle avec Winston (Barry) Anderson, résident de Makkovik, Nunatsiavut qui participe dans les opérations de recherche et sauvetage.

Andrey, J., Kertland, P. et Warren, F.J. (2014). Infrastructure hydraulique et infrastructure de transport, chapitre 8 dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada: perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation;* F.J. Warren et D.S. Lemmen (éd.), gouvernement du Canada, Ottawa, ON, 233–252. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Chapitre8-Infrastructures_Fra.pdf>

Anisimov, O. (2007). « Potential feedback of thawing permafrost to the global climate system through methane emission ». *Environmental Research Letters*, *2*, 045016. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1088/1748-9326/2/4/045016>

Aporta, C. (2011). « Shifting perspectives on shifting ice: Documenting and representing Inuit use of the sea ice ». *The Canadian Geographer, 55*(1), 6–19. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.2010.00340.x>

Araral, E., Pelizzo, R., Burkhanov, A., Chen, Y., Janenova, S. et Collins, N. (2015). « Capacity and Autonomy: An Exploration of Fukuyama's Governance Hypothesis », partie IV dans *Varieties of Governance - Studies in the Political Economy of Public Policy*, G. Capano, M. Howlett et M. Ramesh (éd.). Palgrave Macmillan, London, 173–193. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1057/9781137477972_8>

Arctic Council (2009). « Arctic Marine Shipping Assessment 2009 Report ». Protection of the Arctic Marine Environment. Consulté en mai 2022 sur le site <https://oaarchive.arctic-council.org/bitstream/handle/11374/54/AMSA_2009_Report_2nd_print.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Arctic Council Secretariat (2022). « Powered by Nature: The Old Crow Solar Project ». Consulté en mars 2022 sur le site <https://arctic-council.org/news/the-old-crow-solar-project/>

Arctic Energy Alliance (2020). « 2018-19 Annual Report ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://aea.nt.ca/news/2018-19-annual-report/>

Arctic Monitoring and Assessment Programme (2008). « Arctic Oil and Gas 2007 ». Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norvège. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.amap.no/documents/download/1017/inline>

Arctic Monitoring and Assessment Programme (2010). « AMAP Assessment 2009: Radioactivity in the Arctic ». Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norvège. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.amap.no/documents/download/1164/inline>

Arctic Monitoring and Assessment Programme (2017). « Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic Summary for Policy-makers ». Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo Norvège, 20 p. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.amap.no/documents/download/2888/inline>

Arctic Eider Society (2019). « SIKU: The Indigenous Knowledge Social Network ». Consulté en avril 2022 sur le site <https://siku.org/#/press-kit>

Armitage, D., Berkes, F., Dale, A., Kocho-Schellenberg, E. et Patton, E. (2011). « Co-management and the co-production of knowledge: Learning to adapt in Canada's Arctic ». *Global Environmental Change*, *21*(3), 995–1004. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.04.006>

Anselmi, E. (2019). « New VHF radio system connects Puvirnituq hunters; Communications system allows accessible alternative to HF radio ». Nunatsiaq News. Consulté en juin 2021 sur le site <https://nunatsiaq.com/stories/article/new-vhf-radio-system-connects-puvirnituq-hunters/>

Assemblée des Premières Nations (2019). « Declaring a First Nations Climate Emergency ». Assemblée générale annuelle de l'Assemblée des Premières Nations, Résolution 05/2019, Frédéricton, Nouveau-Brunswick. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.afn.ca/wp-content/uploads/2019/08/19-05-Declaring-a-First-Nations-Climate-Emergency.pdf>

Associated Engineering (2018). « Functional Plan for the Dempster Highway considers changing climate to protect this critical transportation link ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.ae.ca/ae-today/latest-updates/details/blog/2018/10/28/functional-plan-for-the-dempster-highway-considers-changing-climate-to-protect-this-critical-transportation-link>

Association canadienne de normalisation Groupe CSA (2019). Guide technique: Infrastructure dans le pergélisol : lignes directrices pour l'adaptation aux changements climatiques. CSA PLUS 4011:F19.

Ayers, J. et Forsyth, T. (2009). « Community-Based Adaptation to Climate Change ». *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, *51*(4), 22–31. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3200/ENV.51.4.22-31>

Babaluk, J. A., Reist, J. D., Johnson, J. D. et Johnson, L. (2000). « First records of sockeye (*Oncorhynchus nerka*) and pink salmon (*O. gorbuscha*) from Banks Island and other records of Pacific salmon in Northwest Territories, Canada ». *Arctic*, *53*(2), 161–164. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.14430/arctic846>

Baltzer, J.L, Day, N.J., Walker, X.J., Greene, D., Mack, M.C., Alexander, H.D., Arseneault, D.,Barnes, J., Bergeron, Y., Boucher, Y., Bourgeau-Chavez, L., Brown, C.D., Carrière, S., Howard, B.H., Gauthier, S., Parisien, M-A., Reid, K.A., Rogers, B.M., Roland, C., Sirois, L., Stehn, S., Thompson, D.K., Turetsky, M.R., Veraverbeke, S., Whitman, E., Yang, J. et Johnstone, J.F. (2021). « Increasing fire and the decline of fire adapted black spruce in the boreal forest ». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *118*(45), e2024872118. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1073/pnas.2024872118>

Barboza, P. S., Van Someren, L. L., Gustine, D. D. et Bret-Harte, M. S. (2018). « The nitrogen window for arctic herbivores: Plant phenology and protein gain of migratory caribou (*Rangifer tarandus*) ». *Ecosphere*, *9*(1), e02073. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1002/ecs2.2073>

Beaufort Sea Partnership (2009). « Integrated Ocean Management Plan (IOMP) for the Beaufort Sea: 2009 and beyond ». Beaufort Sea Planning Office, Inuvik, Territoires du Nord-Ouest. Consulté en mai 2022 sur le site <http://www.beaufortseapartnership.ca/wp-content/uploads/2015/04/integrated-ocean-management-plan-for-the-beaufort-sea-2009-and-beyond.pdf>

Bell, T., Briggs, R., Bachmayer, R. et Li, S. (2014). « Augmenting Inuit knowledge for safe sea-ice travel—The SmartICE information system ». 2014 Oceans - St. John's, St. John's, Terre-Neuve-et-Labrador, 1–9. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1109/OCEANS.2014.7003290>

Bell, T. et Brown, T.M. (2018). De la science aux politiques publiques dans la région arctique de l'est du Canada: Synthèse et recommandations: une étude intégrée d'impact régional des changements climatiques et de la modernisation. ArcticNet, Québec, Québec, 48 p.

Beltaos, S. et Doyle, P. (1996). « Ice Jam Mitigation Using Setback Dykes: Coldwater River at Merritt, B.C. ». *Journal of Cold Regions Engineering: 10*:4. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1061/(ASCE)0887-381X(1996)10:4(190)>

Beltaos, S. (2008). « Progress in the study and management of river ice jams ». *Cold Regions Science and Technology*, *51*(1), 2–19. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2007.09.001>

Beltaos, S. (2019). « Numerical prediction of ice-jam profiles in lower Athabasca River ». *Canadian Journal of Civil Engineering*, *46*(8), 722–731. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1139/cjce-2018-0542>

Berger, T. R. (1976). « The Mackenzie Valley Pipeline Inquiry ». *Queen's Law Journal* (LJ), 3, 3.

Bergeron, M. et Tremblay, J.-É. (2014). « Shifts in biological productivity inferred from nutrient drawdown in the southern Beaufort Sea (2003–2011) and northern Baffin Bay (1997–2011), Canadian Arctic ». *Geophysical Research Letters*. 41: 3979–3987. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1002/2014GL059649>

Berkes, F. et Jolly, D. (2001). « Adapting to climate change: social-ecological resilience in a Canadian western Arctic community ». *Conservation ecology, 5*(2), 18. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.5751/ES-00342-050218>

Berkes, F., Berkes, M. K. et Fast, H. (2007). « Collaborative Integrated Management in Canada's North: The Role of Local and Traditional Knowledge and Community-Based Monitoring ». *Coastal Management*, *35*(1), 143–162. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1080/08920750600970487>

Berry, P., Kaila-Lea, C., Fleury, M. D. et Parker, S. (2014). Santé humaine, Chapitre 7 dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada: perspectives des secteurs relatives aux impacts et à* l'adaptation, F.J. Warren et D.S. Lemmen (éd.). Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 191–232. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2014/pdf/Chapitre7-Sante-humaine_Fra.pdf>

Bhatia, M.P., Waterman, S., Burgess, D.O., Williams, P.L., Bundy, R.M., Mellett, T., Roberts, M. et Bertrand, E.M. (2021). « Glaciers and Nutrients in the Canadian Arctic Archipelago Marine System ». *Global Biogeochemical Cycles*, *35*, 8. Consulté en mai 2022 sur le site <https://doi.org/10.1029/2021GB006976>

Bizikova, L., Robinson, J. et Cohen, S. (2007). « Linking climate change and sustainable development at the local level ». *Climate Policy*, *7*(4), 271–277. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1080/14693062.2007.9685655>

Bizikova, L., Neale, T. et Burton, I. (2008). « Canadian Communities' Guidebook for Adaptation to Climate Change. Including an approach to generate mitigation co-benefits in the context of sustainable development ». Première édition. Environnement Canada et University of British Columbia, Vancouver, Colombie-Britannique. Consulté en mai 2022 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2017/eccc/En56-226-2008-eng.pdf>

Blais, M., Ardyna, M., Gosselin, M., Dumont, D., Bélanger, S., Tremblay, J.-É., Gratton, Y., Marchese, C. et Poulin, M. (2017). « Contrasting interannual changes in phytoplankton productivity and community structure in the coastal Canadian Arctic Ocean ». *Limnology and Oceanography, 62*: 2480–2497. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1002/lno.10581>

Blakley, J.E., Franks, D. M. (éd.) (2021). « Handbook of Cumulative Impact Assessment ». Edward Elgar Publishing, Cheltenham, Royaume-Uni. Consulté en avril 2022 sur le site <https://doi.org/10.4337/9781783474028>

Blakley, J., Noble, B., Vella, K., Marty, J., Nwanekezie, K. et Fedoroff, K. (2020). « Lessons Learned, Best Practices and Critical Gaps in Regional Environmental Assessment: A Synthesis of Canadian and International Literature ». Préparé pour le Conseil de recherches en sciences humaines et l'Agence d'évaluation d'impact du Canada, University of Saskatchewan. Consulté en octobre 2020 sur le site <https://research-groups.usask.ca/blakley/current-projects/regional-assessment.php>

Bliss, A., Hock, R. et Radić, V. (2014). « Global response of glacier runoff to twenty-first century climate change ». *Journal of Geophysical Research: Earth Surface, 119*(4), 717–730. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1002/2013JF002931>

Bonnaventure, P.P., Lewkowicz, A.G., Kremer, M. et Sawada, M.C. (2012). « A Permafrost Probability Model for the Southern Yukon and Northern British Columbia, Canada ». *Permafrost and Periglacial Processes*, *23*(1), 52–68. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1002/ppp.1733>

Bonney, M.T., Danby, R.K. et Treitz, P.M. (2018). « Landscape variability of vegetation change across the forest to tundra transition of central Canada ». *Remote Sensing of Environment*, *217*, 18–29. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.08.002>

Brown, N., Gruber, S., Pulsifer, P. et Stewart-Jones, E. (2020) « Permafrost Data Workshop 2020: Final Report ». PermafrostNet du CRSNG, Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), Ottawa, Canada. Consulté en avril 2022 sur le site <doi.org/10.22215/pn/10120001>

Bunce, A., Ford, J., Harper, S., Edge, V. et IHACC Research Team (2016). « Vulnerability and adaptive capacity of Inuit women to climate change: A case study from Iqaluit, Nunavut ». *Natural Hazards*, *83*(3), 1419–1441. Consulté en juin 2021 sur le site<https://doi.org/10.1007/s11069-016-2398-6>

*Bureau de normalisation du Québec* (2017). Études géotechniques pour les fondations de bâtiments construites dans les zones de pergélisol. Norme nationale du Canada, CAN/BNQ 2501–500, 15, 83. Consulté en avril 2022 sur le site <https://www.bnq.qc.ca/fr/normalisation/genie-civil-et-infrastructures-urbaines/etudes-geotechniques-pour-les-fondations-de-batiments-construites-dans-les-zones-de-pergelisol.html>

Burn, D. H., Whitfield, P. H. et Sharif, M. (2016). « Identification of changes in floods and flood regimes in Canada using a peaks over threshold approach ». *Hydrological Processes*, *30*(18), 3303–3314. Consulté en juin 2021 sur le site<https://doi.org/10.1002/hyp.10861>

Burns, B. M., Richardson, F. A. et Hall, C. N. H. (1975). « A Nordicity Index ». *The Musk Ox*, *17*, 41–43.

Burrell, B. C., Huokuna, M., Beltaos, S., Kovachis, N., Turcotte, B. et Jasek, M. (2015). « Flood Hazard and Risk Delineation of Ice-Related Floods: Present Status and Outlook ». CGU HS Committee on River Ice Processes and the Environment. Consulté en juin 2021 sur le site<https://www.researchgate.net/profile/Spyros_Beltaos/publication/308688387_Flood_Hazard_and_Risk_Delineation_of_Ice-Related_Floods_Present_Status_and_Outlook/links/57eae42a08ae5d93a4815aff.pdf>

Bush, E. et Lemmen, D. S. (éd.) (2019). Rapport sur le climat changeant du Canada. Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 446 p. Consulté en février 2022 sur le site <https://ClimatEnChangement.ca/RCCC2019>

Buttle, J. M., Allen, D. M., Caissie, D., Davison, B., Hayashi, M., Peters, D. L., Pomeroy, J. W., Simonovic, S., St-Hilaire, A. et Whitfield, P. H. (2016). «  Flood processes in Canada: Regional and special aspects ». *Canadian Water Resources Journal*, *41*(1–2), 7–30. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1080/07011784.2015.1131629>

Caine, K. et Krogman, N. (2010). « A Power Analysis of Impact and Benefit Agreements in Canada's North ». *Organization and Environment*, *23*, 76–98. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1177/1086026609358969>

Calmels, F., Laurent, C., Brown, R., Pivot, F. et Ireland, M. (2015). « How Permafrost Thaw May Impact Food Security of Jean Marie River First Nation, NWT ». 7e Conférence canadienne sur le pergélisol, Québec, Quebec, Canada. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.researchgate.net/publication/282328455_How_Permafrost_Thaw_May_Impact_Food_Security_of_Jean_Marie_River_First_Nation_NWT>

Calmels, F., Horton, B., Roy, L., Lipovsky, P. et Benkert, B. (2016). « Assessment of Risk to Infrastructure from Permafrost Degradation and a Changing Climate, Ross River ». Northern Climate Exchange, Yukon Research Centre. Yukon College. Consulté en mai 2022 sur le site <https://emrlibrary.gov.yk.ca/ebooks/Northern%20Research%20Institute/assessment-risk-infrastructure.pdf>

Calmels, F., Roy, L.P., Grandmont, K. et Pugh, R. (2018). « A summary of climate- and geohazard-related vulnerabilities for the Dempster Highway corridor ». Yukon Research Centre, Yukon College, 204 p.

Cameron, E. S. (2012). « Securing Indigenous politics: A critique of the vulnerability and adaptation approach to the human dimensions of climate change in the Canadian Arctic ». *Global Environmental Change, 22*(1), 103–114. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.11.004>

Cameron, P., Mitra, B., Fitzgerald, M., Scheinkestel, C., Stripp, A., Batey, C., Niggemeyer, L., Truesdale, M., Holman, P., Mehra, R., Wasiak, J. et Cleland, H. (2009). « Black Saturday: The immediate impact of the February 2009 bushfires in Victoria, Australia ». *The Medical Journal of Australia*, *191*, 11–16. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.2009.tb02666.x>

Canadian Mountain Network Yukon Initiating Group (2017). « Canadian Mountain Network Discussion Paper V20170628 ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.eco.gov.yk.ca/pdf/Yukon_CMN-IG_2017-06-28.pdf>

Careen, E. (2019). « New weather stations set up on Labrador coast ». The Telegram. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.thetelegram.com/news/provincial/new-weather-stations-set-up-on-labrador-coast-349003/>

Carpino, O., Berg, A., Quinton, W. et Adams, J. (2018). « Climate change and permafrost thaw-induced boreal forest loss in northwestern Canada ». *Environmental Research Letters*, *13*(8). Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aad74e>

Centre for Indigenous Peoples' Nutrition and Environment, McGill (n.d). « Inuit Health Survey 2007–2008 ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.mcgill.ca/cine/resources/ihs>

Chapin, F. S., Callaghan, T. V., Bergeron, Y., Fukuda, M., Johnstone, J. F., Juday, G. et Zimov, S. A. (2004). « Global Change and the Boreal Forest: Thresholds, Shifting States or Gradual Change? » *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, *33*(6), 361–365. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1579/0044-7447-33.6.361>

Chapin, F. S., Lovecraft, A. L., Zavaleta, E. S., Nelson, J., Robards, M. D., Kofinas, G. P., Trainor, S. F., Peterson, G. D., Huntington, H. P. et Naylor, R. L. (2006). « Policy strategies to address sustainability of Alaskan boreal forests in response to a directionally changing climate. » *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *103*(45), 16637–16643. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1073/pnas.0606955103>

Chapin, F. S., Carpenter, S. R., Kofinas, G. P., Folke, C., Abel, N., Clark, W. C., Olsson, P., Smith, D. M. S., Walker, B., Young, O. R., Berkes, F., Biggs, R., Grove, J. M., Naylor, R. L., Pinkerton, E., Steffen, W. et Swanson, F. J. (2010). « Ecosystem stewardship: Sustainability strategies for a rapidly changing planet ». *Trends in Ecology and Evolution*, *25*(4), 241–249. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.10.008>

Chen, I.-C., Hill, J. K., Ohlemüller, R., Roy, D. B. et Thomas, C. D. (2011). « Rapid Range Shifts of Species Associated with High Levels of Climate Warming ». *Science*, *333*(6045), 1024. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1126/science.1206432>

Choy, E.S., Campbell, K.L., Berenbrink, M., Roth, J.D. et Loseto, L.L. (2019). « Body condition impacts blood and muscle oxygen storage capacity of free-living beluga whales (*Delphinapterus leucas*) ». *Journal of Experimental Biology*, 222(11). Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1242/jeb.191916>

Choy, E.S., Giraldo, C., Rosenberg, B., Roth, J.D., Ehrman, A.D., Majewski, A., Swanson, H., Power, M., Reist, J.D. et Loseto, L.L. (2020). « Variation in the diet of beluga whales in response to changes in prey availability: insights on changes in the Beaufort Sea ecosystem ». *Marine Ecology Progress Series*, 647, 195–210. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.3354/meps13413>

Christianson, A. (2015). « Social science research on Indigenous wildfire management in the 21st century and future research needs ». *International Journal of Wildland Fire, 24,* 190–200. Consulté en juin 2021 sur le site <http://dx.doi.org/10.1071/WF13048>

Christensen, T., Lasserre, F., Dawson, J., Guy, E. et Pelletier, J-F. (2018). « Shipping », Chapitre 9 dans *Adaptation Actions for a Changing Arctic: Perspectives from the Baffin Bay/Davis Strait Region*. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norvège, 243–260. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.amap.no/documents/download/3015/inline>

Clarke, G.K., Jarosch, A.H., Anslow, F.S., Radić, V. et Menounos, B., (2015). « Projected deglaciation of western Canada in the twenty-first century ». *Nature Geoscience*, 8(5), 372 p. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1038/ngeo2407>

Clark, D.A., Meek, C., Cheechoo, J., Clark, S., Lee Foote, A., Lee, D. et York, G. (2013). « Polar bears and CITES: A rejoinder to Parsons and Cornick ». *Marine Policy*, *38*, 365–368. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.06.014>

Clark, D.G., Ford, J.D., Berrang-Ford, L., Pearce, T., Kowal, S. et Gough, W.A. (2016a). « The role of environmental factors in search and rescue incidents in Nunavut, Canada ». *Public Health*, *137*, 44–49. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2016.06.003>

Clark, D. G., Ford, J.D., Pearce, T. et Berrang-Ford, L. (2016b). « Vulnerability to unintentional injuries associated with land-use activities and search and rescue in Nunavut, Canada ». *Social Science & Medicine*, 169.18–26. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2016.09.026>

Clark, D. et Joe-Strack, J. (2017) « Keeping the “co” in co-management of Northern resources ». *Northern Public Affairs*, 5(1), 71–74.

Clark, D. G., Coffman, D., Ness, R., Bujold, I. et Beugin, D. (2022). Plein Nord : Faire face aux coûts des changements climatiques pour les infrastructures du Nord. Ottawa, ON. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://choixclimatiques.ca/wp-content/uploads/2021/09/Infrastructure-FRENCH-report-Sept-28.pdf>

Clayton, S., Manning, C. M., Krygsman, K. et Speiser, M. (2017). « Mental Health and Our Changing Climate: Impacts, Implications, and Guidance ». American Psychological Association and ecoAmerica. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.apa.org/news/press/releases/2017/03/mental-health-climate.pdf>

Coates, K.S. et Broderstad, E.G. (2020) « Indigenous Peoples of the Arctic: Re-taking Control of the Far North », dans *The Palgrave Handbook of Arctic Policy and Politics*, Coates K. et Holroyd C. (éd.). Palgrave Macmillan, Cham. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.1007/978-3-030-20557-7_2>

Coates, K. (2020). « Reflections on the Evolution of Legal Systems in the Canadian North ». *Northern Review*, *50*, 235–244. Consulté en avril 2022 sur le site <https://doi.org/10.22584/nr50.2020.012>

Cohen, J., Ye, H. et Jones, J. (2015). « Trends and variability in rain-on-snow events ». *Geophysical Research Letters*, *42*(17), 7115–7122. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1002/2015GL065320>

Comité sénatorial permanent des pêches et des océans (2018). Témoignages du mardi 13 février 2018 (Dylan Clark à titre personnel). Sénat du Canada, 42e législature, 1re session (3 décembre 2015–11 septembre 2019). Consulté en mai 2022 sur le site <https://sencanada.ca/fr/Content/Sen/Committee/421/POFO/53810-f>

COSEPAC [Comité sur la situation des espèces en péril au Canada] (2017). Caribou (*Rangifer tarandus*) certaines populations: évaluation et rapport de situation du COSEPAC 2017. Gouvernement du Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril/evaluations-rapports-situations-cosepac/caribou-certaines-populations-2017.html>

COSEPAC [Comité sur la situation des espèces en péril au Canada] (2018). L’Ours blanc (*Ursus maritimus*) : évaluation et rapport de situation du COSEPAC 2018. Gouvernement du Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril/evaluations-rapports-situations-cosepac/ours-blanc-2018.html>

Commission de vérité et réconciliation du Canada (2015a). Pensionnats du Canada : L’expérience inuite et nordique : Rapport final de la Commission de vérité et réconciliation du Canada – Volume 2. Consulté en juin 2021 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2015/trc/IR4-9-2-2015-fra.pdf>

Commission de vérité et réconciliation du Canada (2015b). Commission de vérité et réconciliation du Canada : Appels à l’action. Consulté en juin 2021 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2015/trc/IR4-8-2015-fra.pdf>

Conseil des académies canadiennes (2019). Les principaux risques des changements climatiques pour le Canada. Comité d'experts sur les risques posés par les changements climatiques et les possibilités d'adaptation, Ottawa, Ontario. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.rapports-cac.ca/wp-content/uploads/2019/07/Rapport-Les-principaux-risques-des-changements-climatiques-pour-le-Canada.pdf>

Conseil canadien des normes (2014a). Planification, conception et maintenance de systèmes de drainage dans les communautés du Nord (CAN/CSA-S503-F15, 15, 87). Conseil canadien des normes.

Conseil canadien des normes (2014b). Gestion des risques liés aux charges neigeuses sur les infrastructures du Grand Nord canadien. (CAN/CSA-S502, F14, 76). Conseil canadien des normes.

Conseil canadien des normes (2014c). Fondations à thermosiphon de bâtiments construits dans des régions pergélisolées. (CAN/CSA-S500, F14, 44). Conseil canadien des normes.

Conseil canadien des normes (2015). Planification, conception et maintenance de systèmes de drainage dans les communautés du Nord. (CAN/CSA-S503-15, 15, 83). Conseil canadien des normes.

Conseil canadien des normes (2020). L'ININ–Guides et vidéos. Normes ININ et outils de formation. Conseil canadien des normes. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.scc.ca/fr/inin/inin-guides-et-videos>

Conseil de recherches en sciences humaines (2018). Appel à propositions spécial pour l'attribution des subventions Connexion – Capacité de recherche autochtone et réconciliation. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.sshrc-crsh.gc.ca/funding-financement/programs-programmes/indigenous_research-recherche_autochtone-fra.aspx>

Conseil de ressources renouvelables Dän Keyi. (2019). « Wildlife Observations Project Community Project Summary 2013–2017 ».

*Convention de la baie James et du Nord québécois* (1975). Convention entre le Grand Council of the Crees (Of Québec), la Northern Québec Inuit Association, le gouvernement du Québec, la Société d'Énergie de la Baie James, la Société de développement de la Baie James, la Commission hydroélectrique de Québec (Hydro-Québec), et le gouvernement du Canada. En date du 12 décembre 1975.

Conseil canadien des normes (2020). Guide sur les thermosiphons. Consulté en août 2022 sur le site <https://www.scc.ca/fr/system/files/publications/Thermosyphons_FR_web.pdf>

Copper Jack, J., Gonet, J., Mease, A. et Nowak, K. (2020). « Traditional Knowledge underlies One Health ». *Science*, *369*(6511), 1576. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1126/science.abe2401>

Coogan, S.C.P., Daniels, L.D., Boychuk, D., Burton, P.J., Flannigan, M.D., Gauthier, S., Kafka, V., Park, J.S. et Wotton. B.M. (2020): « Fifty years of wildland fire science in Canada ». *Canadian Journal of Forest Research*. *51*(2): 283–302. Consulté en mai 2022 sur le site <https://doi.org/10.1139/cjfr-2020-0314>

Coogan, S.C.P., Robinne, F.-N., Jain, P. et Flannigan, M.D. (2019). « Scientists' warning on wildfire—a Canadian perspective ». *Canadian Journal of Forestry Research, 49,* 1015. Consulté en juin 2021 sur le site <http://dx.doi.org/10.1139/cjfr-2019-0094>

Coulthard, G. et Simpson, L. (2016). « Grounded Normativity / Place-Based Solidarity ». *American Quarterly*, *68*, 249–255. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1353/aq.2016.0038>

Council of Yukon First Nations et l'Assemblée des Premières Nations (2019). « Yukon First Nations Climate Emergency Declaration ». Whitehorse, Yukon.

Couture, N. J., Irrgang, A., Pollard, W., Lantuit, H. et Fritz, M. (2018). « Coastal erosion of permafrost soils along the Yukon Coastal Plain and fluxes of organic carbon to the Canadian Beaufort Sea ». *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 123*, 406–422. Consulté en février 2022 sur le site <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2017JG004166>

Cox, S., Hvistendal, C., Sullivan, G., Henderson, C., Stewart, E., Van Tassel, B., Hermansen, S. et Poelzer, G. (2019). « Arctic Sustainable Energy Futures: The Arctic Community Energy Planning and Implementations (ACEPI) Toolkit ». Arctic Council and the Sustainable Development Working Group. Consulté en juin 2021 sur le site <http://hdl.handle.net/11374/2301

Creed, I.F., Bergström, A.K., Trick, C.G., Grimm, N.B., Hessen, D.O., Karlsson, J., Kidd, K.A., Kritzberg, E., McKnight, D.M., Freeman, E.C., Senar, O.E., Andersson, A., Ask, J., Berggren, M., Cherif, M., Giesler, R., Hotchkiss, E.R., Kortelainen, P., Palta, M.M., Vrede, T. et Weyhenmeyer, G.A. (2018). « Global change-driven effects on dissolved organic matter composition: Implications for food webs of northern lakes ». *Global Change Biology, 24*: 3692–3714. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1111/gcb.14129>

Cruikshank J. (2007) « Do Glaciers Listen? Local knowledge, colonial encounters, and social imagination ». UBC Press; 2007, 328 p.

Cuerrier, A., Brunet, N. D., Gérin-Lajoie, J., Downing, A. et Lévesque, E. (2015). « The study of Inuit knowledge of climate change in Nunavik, Quebec: a mixed methods approach ». *Human ecology, 43*(3), 379–394. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10745-015-9750-4>

Cuerrier et les aînés de Kangiqsualujjuaq (2012). Le savoir zoologique des Inuits de Kangiqsualujjuaq, Nunavik. Avataq Cultural Institute, 132 p.

Cunsolo, A. (2012). Climate Change as the Work of Mourning ». *Ethics and the Environment*, *17*, 137–164. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.2979/ethicsenviro.17.2.137>

Cunsolo, A. et Ellis, N. R. (2018). « Ecological grief as a mental health response to climate change-related loss ». *Nature Climate Change*, *8*(4), 275–281. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0092-2>

Cunsolo, A., Harper, S.L., Minor, K., Hayes, K., Williams, K. et Howard, C. (2020). « Ecological Grief and Anxiety: The Start of a Healthy Response to Climate Change? » [section commentaire]. *Lancet Planetary Health, 4*(7), e261. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lanplh/PIIS2542-5196(20)30144-3.pdf>

Cunsolo Willox, A., Harper, S.L., Ford, J.D., Landman, K., Houle, K., Edge, V.L. et the Rigolet Inuit Community Government (2012). « From this place and of this place: Climate change, sense of place, and health in Nunatsiavut, Canada ». *Social Science & Medicine, 75*(3), 538–547. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.03.043>

Cunsolo Willox, A., Harper, S. L., Ford, J. D., Landman, K., Houle, K. et Edge, V. L. (2012). « "From this place and of this place:" Climate change, sense of place, and health in Nunatsiavut, Canada ». *Social Science and Medicine*, *75*(3), 538–547. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.03.043>

Cunsolo Willox, A., Harper, S.L., Edge, V.L., Landman, K., Houle, K. et Ford, J.D. (2013a). « The land enriches the soul: On climatic and environmental change, affect, and emotional health and well-being in Rigolet, Nunatsiavut, Canada ». *Emotion and Ecology*, *6*, 14–24. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.emospa.2011.08.005>

Cunsolo Willox, A., Harper, S.L., Ford, J.D., Edge, V.L., Landman, K., Houle, K., Blake, S. et Wolfrey, C. (2013b). « Climate change and mental health: An exploratory case study from Rigolet, Nunatsiavut, Canada ». *Climatic Change*, *121*(2), 255–270. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0875-4>

Cunsolo Willox, A., Harper, S.L. et Edge, V.L. (2013c). « 'My Word': Storytelling and Digital Media Lab, Rigolet Inuit Community Government ». *Qualitative Research, 13*(2), 127–147.

Cunsolo Willox, A., Stephenson, E., Allen, J., Bourque, F., Drossos, A., Elgarøy, S., Kral, M.J., Mauro, I., Moses, J., Pearce, T., MacDonald, J.P. et Wexler, L. (2014). « Examining relationships between climate change and mental health in the Circumpolar North ». *Regional Environmental Change*, *15*(1), 169–182. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0630-z>

Dale, A. et Armitage, D. (2011). « Marine mammal co-management in Canada's Arctic: Knowledge co-production for learning and adaptive capacity ». *The Human Dimensions of Northern Marine Mammal Management in a Time of Rapid Change*, *35*(4), 440–449. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2010.10.019>

Darling, S., Ogden, A. et Hickey, G. (2018). « Reviewing Northern Capacity for Impact Assessment in Yukon Territory, Canada », dans *Arctic Yearbook 2018*. Northern Research Forum, 162–179. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.researchgate.net/publication/328841963_Reviewing_Northern_Capacity_for_Impact_Assessment_in_Yukon_Territory_Canada>

Das, A., Rokaya, P. et Lindenschmidt, K.-E. (2017). « Assessing the impacts of climate change on ice jams along the Athabasca River at Fort McMurray, Alberta, Canada ». CGU HS Committee on River Ice Processes and the Environment. Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.cripe.ca/docs/proceedings/19/Das-et-al-2017.pdf>

Davis, K. T., Dobrowski, S. Z., Holden, Z. A., Higuera, P. E. et Abatzoglou, J. T. (2019). « Microclimatic buffering in forests of the future: The role of local water balance ». *Ecography*, *42*(1), 1–11. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1111/ecog.03836>

Dawson, J., Johnston, M. E. et Stewart, E. J. (2014). « Governance of Arctic expedition cruise ships in a time of rapid environmental and economic change ». *Ocean and Coastal Management*, *89*, 88–99. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.12.005>

Dawson, J., Pizzolato, L., Howell, S., Copland, L. et Johnston, M. (2018). « Temporal and spatial patterns of ship traffic in the Canadian arctic from 1990 to 2015 ». *Arctic 71*(1), 1–113. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.14430/arctic4698>

Dawson, J. Carter, N., van Luijk, N., Parker, C., Weber, M., Cook, A., Grey, K. et Provencher, J. (2020). « Infusing Inuit and local knowledge into the low impact shipping corridors: An adaptation to increased shipping activity and climate change in Arctic Canada ». *Environmental Science and Policy 105*: 19–36. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.11.013>

de Loë, R. et Plummer, R. (2010). « Climate Change, Adaptive Capacity, and Governance for Drinking Water in Canada ». *Adaptive Capacity and Environmental Governance*, 157–178. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12194-4_8>

Denton, F., Wilbanks, T.J., Abeysinghe, A.C., Burton, I., Gao, Q., Lemos, M.C., Masui, T., O'Brien, K.L. et Warner, K. (2015). « Climate-resilient pathways: Adaptation, mitigation, and sustainable development », Chapitre 20 dans *Changements Climatiques 2014: Conséquences, adaptation et vulnérabilité : Partie A: Aspects mondiaux et sectoriels. Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du GIEC*, C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (éd.). Cambridge University Press, Cambridge Royaume Unis et New York, New York, États-Unis, 1101–1131. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap20_FINAL.pdf>

Dodd, W., Scott, P., Howard, C., Scott, C., Rose, C., Cunsolo, A. et Orbinski, J. (2018). « Lived experience of a record wildfire season in the Northwest Territories, Canada ». *Canadian Journal of Public Health*, *109*(3), 327–337. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.17269/s41997-018-0070-5>

Douglas, V., Chan, H.M., Wesche, S., Dickson, C., Kassi, N., Netro, L. et Williams, M. (2014). « Reconciling traditional knowledge, food security, and climate change: experience from Old Crow, YT, Canada ». *Progress in Community Health Partnerships, 8*(1), 21–7. Consulté en avril 2022 sur le site <https://muse.jhu.edu/article/545087>

Duchesne, C., Smith, S., Ednie, M. et Bonnaventure, P. (2015). « Active layer variability and change in the Mackenzie Valley, Northwest Territories ». 68th Canadian Geotechnical Conference and 7th Canadian Conference on Permafrost, Quebec. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.researchgate.net/publication/282658355_Active_Layer_Variability_and_Change_in_the_Mackenzie_Valley_Northwest_Territories>

Durkalec, A., Furgal, C., Skinner, M.W. et Sheldon, T. (2015). « Climate change influences on environment as a determinant of Indigenous health: Relationships to place, sea ice, and health in an Inuit community ». *Social Science and Medicine*, 136–137, 17–26. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2015.04.026>

Ellis, N.R. et Albrecht, G. A. (2017). « Climate change threats to family farmers' sense of place and mental wellbeing: A case study from the Western Australian Wheatbelt ». *Social Science and Medicine*, *175*, 161–168. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.01.009>

Engle, N.L. (2011). « Adaptive capacity and its assessment ». *Special Issue on the Politics and Policy of Carbon Capture and Storage*, *21*(2), 647–656. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.019>

Environnement et changement climatique Canada (2016). Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques : plan canadien de lutte contre les changements climatiques. 90 p. Consulté en juin 2021 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2017/eccc/En4-294-2016-fra.pdf>

Erni, S., Johnston, L., Gauthier, S., Christianson, A., Cardinal, Boulanger, Y. et Eddy, B. (2019). « Strategic Assessment of Current and Future Exposure of Wildland Human Interface and Communities to Wildfire in Canada ». Ressources naturelles Canada.

Fidler, C. et Noble, B. (2013) « Stakeholder Perceptions of Current Planning, Assessment and Science Initiatives in Canada's Beaufort Sea ». *Arctic, 66*(2), 179–190. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.14430/arctic4289>

Farré, A.B., Stephenson, S., Chen, L., Czub, M., Dai, Y., Demchev, D., Yaroslav, E., Graczyk, P., Grythe, H., Stephen, K., Kivekäs, N., Kumar, N., Liu, N., Matelenok, I., Myksvoll, M., Leary, D., Olsen, J., Pavithran, AP., Petersen, S. et Wighting, J. (2014). « Commercial Arctic shipping through the Northeast Passage: routes, resources, governance, technology, and infrastructure ». *Polar Geography, 37*, 298-324. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1080/1088937X.2014.965769>

Fletcher, C.G., Zhao, H., Kushner, P.J. et Fernandes, R. (2012). « Using models and satellite observations to evaluate the strength of snow albedo feedback ». *Journal of Geophysical Research.*, 117, D11117. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1029/2012JD017724>

Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Elmqvist, T., Gunderson, L. et Holling, C. S. (2004). « Regime Shifts, Resilience, and Biodiversity in Ecosystem Management ». *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, *35*(1), 557–581. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105711>

Ford, J. D., Cameron, L., Rubis, J., Maillet, M., Nakashima, D., Willox, A.C. et Pearce, T. (2016). « Including indigenous knowledge and experience in IPCC assessment reports ». *Nature Climate Change, 6*(4), 349–353. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1038/nclimate2954>

Ford, J. D. et Furgal, C. (2009). « Foreword to the special issue: Climate change impacts, adaptation and vulnerability in the Arctic ». *Polar Research*, *28*(1), 1–9. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1751-8369.2009.00103.x>

Ford, J.D., McDowell, G., Shirley, J., Pitre, M., Siewierski, R., Gough, W., Duerden, F., Pearce, T., Adams, P. et Statham, S. (2013). « The Dynamic Multiscale Nature of Climate Change Vulnerability: An Inuit Harvesting Example ». *Annals of the Association of American Geographers*, *103*(5), 1193–1211. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1080/00045608.2013.776880>

Ford, J.D., McDowell, G. et Jones, J. (2014). « The state of climate change adaptation in the Arctic ». *Environmental Research Letters*, *9*(10), 104005. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/10/104005>

Ford, J.D., McDowell, G. et Pearce, T. (2015). « The adaptation challenge in the Arctic ». *Nature Climate Change*, *5*(12), 1046–1053. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1038/nclimate2723>

Ford, J. et Clark, D. (2019). « Preparing for the impacts of climate change along Canada's Arctic coast: The importance of search and rescue », *Marine Policy, 108*, 103662. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103662>

Ford, J.D., Clark, D., Pearce, T., Berrang-Ford, L., Copland, L., Dawson, J., New, M. et Harper, S. L. (2019). « Changing access to ice, land and water in Arctic communities ». *Nature Climate Change, 9*(4), 335–339. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0435-7>

Francis, S. et Hamm, J. (2011). « Looking Forward: Using Scenario Modeling to Support Regional Land Use Planning in Northern Yukon, Canada ». *Ecology and Society*, *16*. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.5751/ES-04532-160418>

Fraser, F., Olthof, I., Carrière, M., Deschamps, A. et Pouliot, D. (2011). « Detecting long-term changes to vegetation in northern Canada using the Landsat satellite image archive ». *Environmental Research Letters,* 6, 9. Consulté en février 2022 sur le site <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/6/4/045502>

Furgal, C. et Prowse, T. D. (2008). Nord du Canada, Chapitre 3 dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada*, D.S. Lemmen, F.J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (éd.). Ressources naturelles Canada, Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario, 57–118. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2007/pdf/ch3_f.pdf>

Furgal C, McTavish K, Martin R. et IHACC Research Team (2017). « The importance of scale in understanding and addressing Arctic food security » [Résumé de présentation]. ArcticNet, Arctic Change, Conférence internationale, Décembre 2017, Québec, Québec, Canada. Consulté en mai 2022 sur le site <http://www.arcticnetmeetings.ca/ac2017/docs/AC2017-Abstracts-2018-02-01.pdf>

Gagnon, CA, Hamel, S, Russell, DE, Powell, T., Andre, J., Svoboda, M.Y. et Berteaux, D. (2020). « Merging Indigenous and scientific knowledge links climate with the growth of a large migratory caribou population ». *Journal of Applied Ecology, 57*(9), 1644–1655. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13558>

Gaudard, L., Gilli, M. et Romerio, F. (2013). « Climate Change Impacts on Hydropower Management ». *Water Resources Management*, *27*(15), 5143–5156. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1007/s11269-013-0458-1>

Gearheard, S., Aporta, C., Aipellee, G. et O'Keefe, K. (2011). « The Igliniit project: Inuit hunters document life on the trail to map and monitor arctic change ». *The Canadian Geographer / Le Géographe canadien*, *55*(1), 42–55. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.2010.00344.x>

GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] (2018). Annexe I: Glossaire [Matthews, J.B.R. (éd.)] dans *Réchauffement planétaire de 1,5 °C*, *Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1.5° C par rapport aux niveaux préindustriels et les trajectoires associées d'émissions mondiales de gaz à effet de serre, dans le contexte du renforcement de la parade mondiale aux changements climatiques, du développement durable et de la lutte contre la pauvreté*, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor et T. Waterfield (éd.). Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_french.pdf>

GIEC [Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat] (2019). Résumé à l'intention des décideurs, dans *Rapport spécial du GIEC sur l'océan et la cryosphère dans le contexte des changements climatiques*, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama et N.M. Weyer (éd.). Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, États-Unis. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2022/03/SROCC_SPM_fr.pdf>

Glaas, E., Jonsson, A., Hjerpe, M. et Andersson-Sköld, Y. (2010). « Managing climate change vulnerabilities: formal institutions and knowledge use as determinants of adaptive capacity at the local level in Sweden ». *Local Environment, 15*(6), 525–539. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1080/13549839.2010.487525>

Goetz, S.J., Bunn, A.G., Fiske, G.J. et Houghton, R.A. (2005). « Satellite-observed photosynthetic trends across boreal North America associated with climate and fire disturbance ». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *102*(38), 13521–13525. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1073/pnas.0506179102>

Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest (2008). « NWT Climate Change Impacts and Adaptations Report ». Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.enr.gov.nt.ca/sites/enr/files/reports/nwt_climate_change_impacts_and_adaptation_report.pdf>

Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest (2012). « Northwest Territories Biomass Energy Strategy 2012–2015 ». Environnement et Ressources naturelles, Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, 1–24. Consulté en juin 2021 sur le site<https://www.enr.gov.nt.ca/sites/enr/files/strategies/biomass_energy_strategy_2012-2015.pdf>

Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest (2018). Stratégie Énergétique 2030–La voie vers une énergie plus abordable, plus sécuritaire et plus durable aux Territoires du Nord-Ouest. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.inf.gov.nt.ca/sites/inf/files/resources/gnwt_inf_7272_energy_strategy_fr_web.pdf>

Gouvernement du Canada (1995). L'approche du gouvernement du Canada concernant la mise en œuvre du droit inhérent des peuples autochtones à l'autonomie gouvernementale et la négociation de cette autonomie. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.rcaanc-cirnac.gc.ca/fra/1100100031843/1539869205136>

Gouvernement du Canada (2017). Rapport 6—Les infrastructures de l'aviation civile dans le Nord—Transports Canada. Bureau du vérificateur général du Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.oag-bvg.gc.ca/internet/Francais/parl_oag_201705_06_f_42228.html>

Gouvernement du Canada (2019a). Le Budget de 2019–Chapitre 2 : Bâtir un Canada meilleur. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.budget.gc.ca/2019/docs/plan/chap-02-fr.html>

Gouvernement du Canada (2019b). Les océans du Canada maintenant : Écosystèmes de l'Arctique, 2019. Consulté en décembre 2021 sur le site <https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/40837385.pdf>

Gouvernement du Canada (2021). Budget 2021–Chapitre 3: De nouvelles possibilités pour les Canadiens. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.budget.gc.ca/2021/report-rapport/p2-fr.html>

Gouvernement du Yukon (2015). Plan d'action du gouvernement du Yukon sur les changements climatiques, décembre 2015. Gouvernement du Yukon, Department of Environment, 52 p.

Gouvernement du Yukon(2016). Stratégie yukonnaise en matière de bioénergie. Consulté en juin 2021 sur le site <https://yukon.ca/sites/yukon.ca/files/emr/emr-yukon-biomass-energy-strategy-fr_0.pdf>

Gouvernement du Yukon (2018). « Yukon's Independent Power Production Policy ». Consulté en mai 2022 sur le site <https://yukon.ca/sites/yukon.ca/files/emr/emr-yukon-independent-power-production-policy.pdf>

Gouvernement du Yukon (2020a). Données ouvertes du gouvernement du Yukon. Consulté en juin 2021 sur le site <https://open.yukon.ca/fr/data>

Government of Nunavut. (1999). « Towards an *Inuit Qaujimajatuqangit* policy for Nunavut - A discussion paper ». Iqaluit, Nunavut.

Graham, A. (1990). « Indexing the Canadian North: Broadening the Definition ». *The Northern Review, Yukon College*, *6*, 21–37. Consulté en mai 2022 sur le site <https://thenorthernreview.ca/index.php/nr/article/view/255/251>

Graham, W. (2016). « The Arctic, North America, and the World: A Political Perspective ». *Governing the North American Arctic,* 13–25. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1057/9781137493910_1>

Gunn, A., Russell, D., White, R. et Kofinas, G. (2009). « Facing a Future of Change: Wild Migratory Caribou and Reindeer ». *Arctic*, *62*. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.14430/arctic145>

Hamelin, L.-E. (1979). « Canadian Nordicity: It's Your North, Too ». Harvest House, Montréal, 1–13.

Hanes, C.C., Wang, X., Jain, P., Parisien, M.-A., Little, J.M. et Flannigan, M.D. (2018). « Fire-regime changes in Canada over the last half century ». *Canadian Journal of Forest Research*, *49*(3), 256–269. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1139/cjfr-2018-0293>

Hansen, A.M., Ingebrigtson, L. et Edmunds-Potvin, S. (2018). « Health and Well-being », Chapitre 4 dans *Adaptation Actions for a Changing Arctic: Perspectives from the Baffin Bay/Davis Strait Region.* Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norvège, 101–120. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.amap.no/documents/download/3015/inline>

Harper, S.L., Edge, V.L., Ford, J., Willox, A.C., Wood, M., McEwen, S.A., IHACC [Indigenous Health Adaptation to Climate Change] Research Team et RICG [Rigolet Inuit Community Government]. (2015). « Climate-sensitive health priorities in Nunatsiavut, Canada ». *BMC Public Health*, *15*(1), 605. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1874-3>

Hatt, K. (2016). « Isolated communities and inadequate airstrips: The challenges of airport infrastructure in Northern Canada ». *Northern Public Affairs*, *3*(2). Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.northernpublicaffairs.ca/index/volume-3-issue-2-building-new-partnerships/isolated-communities-and-inadequate-airstrips-the-challenges-of-airport-infrastructure-in-northern-canada/>

Healey, G. (2015). « Exploring health-related indicators of climate change in Nunavut ». Iqaluit, Nunavut: Qaujigiartiit. Health Research Centre.

Heginbottom, J. A., Dubrauil, M. A. et Harker, P. A. (1995). Canada, Pergélisol, L'Atlas national du Canada (5e édition, MCR 4177F). Ressources naturelles Canada. Consulté en mai 2022 sur le site <https://open.canada.ca/data/fr/dataset/d1e2048b-ccff-5852-aaa5-b861bd55c367>

Henderson, S. et Johnston, F. (2012). « Measures of forest fire smoke exposure and their associations with respiratory health outcomes ». *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, *12*, 221–227. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1097/ACI.0b013e328353351f>

Hill, G. B. et Henry, G. H. R. (2011). « Responses of High Arctic wet sedge tundra to climate warming since 1980 ». *Global Change Biology*, *17*(1), 276–287. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02244.x>

Hock, R., Bliss, A., Marzeion, B.E.N., Giesen, R.H., Hirabayashi, Y., Huss, M., Radic, V. et Slangen, A.B.A. (2019). « GlacierMIP – A model intercomparison of global-scale glacier mass-balance models and projections ». *Journal of Glaciology*, 65: 453–467. Consulté en mai 2022 sur le site <https://doi.org/10.1017/jog.2019.22>

Holling, B. (2011). « Resilience and Life in the Arctic ». *Resilience Science*. Consulté en juin 2021 sur le site <http://rs.resalliance.org/2011/04/05/resilience-and-life-in-the-arctic/>

Holling, C. S. (1973). « Resilience and Stability of Ecological Systems ». *Annual Review of Ecology and Systematics*, *4*(1), 1–23. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>

Hossack, S. (2018). « Plane gets stuck in snow on Yukon glacier as region sees “incredible amount of change” ». CBC News. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.cbc.ca/news/canada/north/yukon-pilot-stuck-glacier-icefield-1.4657619>

Holloway, J. E. et Lewkowicz, A.G. (2019). « Half a century of discontinuous permafrost persistence and degradation in western Canada ». *Permafrost and Periglacial Processes, 31*(1), 85–96. Consulté en juin 2021 sur le site <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ppp.2017>

Hovelsrud, G. K., Poppel, B., van Oort, B. et Reist, J. D. (2011). « Arctic Societies, Cultures, and Peoples in a Changing Cryosphere ». *Ambio*, *40*(Suppl 1), 100–110. PMC. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s13280-011-0219-4>

Howlett, M. et Ramesh, M. (2016). « Achilles’ heels of governance: Critical capacity deficits and their role in governance failures: The Achilles heel of governance ». *Regulation and Governance*, *10(4)*, 301–313. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/rego.12091>

Hu, F. S., Higura, P. E., Duffy, P., Chipman, M.L., Rocha, A.V., Young, A.M., Kelly, R. et Dietze, M. C. (2015). « Arctic tundra fires: Natural variability and responses to climate change ». *Frontiers in Ecology and the Environment*, *13*, 369–377. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1890/150063>

Human Rights Watch (2020). Canada : La crise climatique épuise les ressources alimentaires des Premières Nations : Une réponse gouvernementale inadéquate face à la hausse des émissions gazeuse. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.hrw.org/fr/news/2020/10/21/canada-la-crise-climatique-epuise-les-ressources-alimentaires-des-premieres-nations>

Huss, M. et Hock, R. (2018). « Global-scale hydrological response to future glacier mass loss ». *Nature Climate Change, 8*(2), 135–140. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1038/s41558-017-0049-x>

Indian Brotherhood of Northwest Territories (1975). « The Dene Declaration: General Assembly, Indian Brotherhood of NWT (i.e., Dene Nation), Fort Simpson, 19 July 1975 ».

Indigenous Clean Energy Social Enterprise (2019). « 20/20 Catalyst Program ».

Innergex Renewable Energy (2019). « Construction of a hydroelectric generating station for the energy transition in the Inukjuak off-grid system ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.innergex.com/wp-content/uploads/2019/05/INE_INNAVIK_PPA_EN.pdf>

ICC [Inuit Circumpolar Council] (2008). « The sea ice is our highway: An Inuit perspective on transportation in the Arctic ». Inuit Circumpolar Concil - Canada. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.inuitcircumpolar.com/project/the-sea-ice-is-our-highway-an-inuit-perspective-on-transportation-in-the-arctic>

ICC [Inuit Circumpolar Council] (2018). « Wildlife Management Summit Report; November 6–8, 2017, Ottawa, Canada ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://iccalaska.org/wp-icc/wp-content/uploads/2018/03/ICC-Wildlife-Management-Summit-Report_Final_for-web.pdf>

Inuit Tapiriit Kanatami (2004). « “5000 years of Inuit history and heritage.” ». National Inuit Organization in Canada. 1–17. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.itk.ca/wp-content/uploads/2016/07/5000YearHeritage_0.pdf>

Inuit Tapiriit Kanatami (2011). « National Strategy on Inuit Education: First Canadians, Canadians First ». Inuit Tapiriit Kanatami, Ottawa, Ontario. Consulté en avril 2022 sur le site <https://itk.ca/wp-content/uploads/2011/06/National-Strategy-on-Inuit-Education-2011.pdf>

Inuit Tapiriit Kanatami (2016). « National Inuit Suicide Prevention Strategy ». Inuit Tapiriit Kanatami, Ottawa, Ontario. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.itk.ca/download/12091/>

Inuit Tapiriit Kanatami (2017). « National Strategy on Inuit Education – First Canadians, Canadians First » [Site web]. Consulté en avril 2022 sur le site <https://www.itk.ca/amaujaq/>

Inuit Tapiriit Kanatami (2018). « National Inuit Strategy on Research ». Inuit Tapiriit Kanatami, Ottawa, Ontario. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.itk.ca/wp-content/uploads/2018/09/ITK_NISR_Implementation-Plan_Electronic-Version.pdf>

Inuit Tapiriit Kanatami (2019a). Stratégie nationale inuite sur les changements climatiques. Inuit Tapiriit Kanatami, Ottawa, Ontario. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.itk.ca/wp-content/uploads/2019/07/ITK_Climate-Change-Strategy_French-Online.pdf>

Inuit Tapiriit Kanatami (2019b). « Arctic and Northern Policy Framework: Inuit Nunangat ». Inuit Tapiriit Kanatami, Ottawa, Ontario. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.itk.ca/wp-content/uploads/2019/09/20190925-arctic-and-northern-policy-framework-inuit-nunangat-final-en.pdf>

Inuit Tapiriit Kanatami (s.d.). « Inuit Launch *Qanuippitaa?* National Inuit Health Survey ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.itk.ca/inuit-launch-*qanuippitaa*-national-inuit-health-survey/>

Inuvialuit Regional Corporation (2017). « New PV System Installed During ICEDO's Solar Energy Workshop ». Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.irc.inuvialuit.com/news/new-pv-system-installed-during-icedos-solar-energy-workshop>

Irlbacher-Fox, S. et Gibson, G. (2010). « Scoping potential for developing northern institutional policy capacity: The 2009 Northern Governance Policy Research Conference ». *Pimatisiwin: A Journal of Aboriginal and Indigenous Community Health*, *8*(1). Consulté en février 2022 sur le site <https://journalindigenouswellbeing.co.nz/media/2018/12/8_Irlbacher-Fox.pdf>

Irlbacher-Fox, S. et MacNeill, R. (2020). « Indigenous Governance is an Adaptive Climate Change Strategy ». *Northern Review, 49*. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.22584/nr49.2020.019>

Irvine, J. R., Macdonald, R. W., Brown, R. J., Godbout, L., Reist, J. D. et Carmack, E. C. (2009). « Salmon in the Arctic and How They Avoid Lethal Low Temperatures ». *North Pacific Anadromous Fish Commission*, *Bulletin 5*, 39–50. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.researchgate.net/publication/228476851_Salmon_in_the_Arctic_and_how_they_avoid_lethal_low_temperatures>

Janowicz, J. (2010). « Observed trends in the river ice regimes of northwest Canada ». *Hydrology Research*, *41*, 462. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.2166/nh.2010.145>

Janowicz, J. R. (2017). « Impacts of Climate Warming on River Ice Break-up and Snowmelt Freshet Processes on the Porcupine River in Northern Yukon ». *CGU HS Committee on River Ice Processes and the Environment.* Consulté en juin 2021 sur le site <http://cripe.ca/docs/proceedings/19/Janowicz-2017.pdf>

Johnston, L.M., Wang, X., Erni, S., Taylor, S.W., McFayden, C.B., Oliver, J.A., Stockdale, C., Christianson, A., Boulanger, Y., Gauthier, S., Arseneault, D., Wotton, B.M., Parisien, M.-A. et Flannigan, M.D. (2020). « Wildland fire risk research in Canada ». *Environmental Reviews, 28*, 164–186. Consulté en juin 2021 sur le site <https://dx.doi.org/10.1139/er-2019-0046>

Johnstone, J.F., McIntire, E.J.B., Pedersen, E.J., King, G. et Pisaric, M.J.F. (2010). « A sensitive slope: Estimating landscape patterns of forest resilience in a changing climate ». *Ecosphere*, *1*(6), 1–21. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1890/ES10-00102.1>

Johnstone, J.F., Allen, C.D., Franklin, J.F., Frelich, L.E., Harvey, B.J., Higuera, P.E., Mack, M.C., Meentemeyer, R.K., Metz, M.R., Perry, G.L., Schoennagel, T. et Turner, M.G. (2016). « Changing disturbance regimes, ecological memory, and forest resilience ». *Frontiers in Ecology and the Environment*, *14*(7), 369–378. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1002/fee.1311>

Joint Secretariat. (2015). « Inuvialuit and Nanuq: A Polar Bear Traditional Knowledge Study ». Joint Secretariat, Inuvialuit Settlement Region, 304 p. Consulté en mai 2022 sur le site <https://wmacns.ca/documents/18/394_polar-bear-tk-report-low-res.pdf>

Jones, B.M., Grosse, G., Arp, C.D., Miller, E., Liu, L., Hayes, D.J. et Larsen, C.F. (2015). « Recent Arctic tundra fire initiates widespread thermokarst development ». *Scientific Reports*, *5*(1), 15865. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1038/srep15865>

Ju, J. et Masek, J. G. (2016). « The vegetation greenness trend in Canada and US Alaska from 1984–2012 Landsat data ». *Remote Sensing of Environment*, *176*, 1–16. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.01.001>

Jung, T., Frandsen, J., Gordon, D. et Mossop, D. (2016). « Colonization of the Beaufort Coastal Plain by beaver (*Castor canadensis*): A response to shrubification of the tundra? ». *Canadian Field Naturalist*, *130*, 132–135. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.22621/cfn.v130i4.1927>

Karanasios, K. et Parker, P. (2016). « Recent Developments in Renewable Energy in Remote Aboriginal Communities, NWT, Canada ». *Papers in Canadian Economic Development*, *16*, 1–13. Consulté en juin 2021 sur le site <http://dx.doi.org/10.15353/pced.v16i0.68>

Keane, R.E., Hessburg, P.F., Landres, P.B. et Swanson, F.J. (2009). « The use of historical range and variability (HRV) in landscape management ». *Forest Ecology and Management*, *258*(7), 1025–1037. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.05.035>

Keenan, T.F. et Riley, W.J. (2018). « Greening of the land surface in the world's cold regions consistent with recent warming ». *Nature Climate Change*, *8*(9), 825–828. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0258-y>

Keskitalo, E.C.H. (2009). « Governance in vulnerability assessment: The role of globalizing decision-making networks in determining local vulnerability and adaptive capacity ». *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, *14*(2), 185–201. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s11027-008-9159-0>

Kirchmeier-Young, M.C., Zwiers, F.W., Gillett, N.P. et Cannon, A.J. (2017). « Attributing extreme fire risk in Western Canada to human emissions ». *Climatic Change 144*, 365–379. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2030-0>

Kirmayer, L., Fletcher, C. et Watt, R. (2008). « Locating the ecocentric self: Inuit concepts of mental health and illness », dans *Healing Traditions: The Mental Health of Aboriginal Peoples in Canada*, L.J. Kirmayer et G.G. Valaskakis (éd.). UBC Press, 289–314.

Knotsch, C. et Lamouche, J. (2010). « Arctic Biodiversity and Inuit Health ». Organisation nationale de la santé autochtone, Ottawa, Ontario. Consulté en juin 2021 sur le site <https://ruor.uottawa.ca/bitstream/10393/30205/1/2010_Arctic_Biodiversity.pdf>

Kotierk, M. (2010a). « Elder and Hunter Knowledge of Davis Strait Polar Bears, Climate Change, and Inuit Participation ». Government of Nunavut. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.gov.nu.ca/sites/default/files/davis_strait_traditional_knowledge_report.pdf>

Kotierk, M. (2010b). « The Documentation of Inuit and Public Knowledge of Davis Strait Polar Bears, Climate Change, Inuit Knowledge and Environmental Management Using Public Opinion Polls ». Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.gov.nu.ca/sites/default/files/davis_strait_public_opinion_report_2010.pdf>

Krupnik, I. et Jolly, D. (2002). « The Earth is Faster Now; Indigenous Observations of Arctic Environmental Change ». Arctic Research Consortium of the United States (ARCUS), Fairbanks, Alaska. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.arcus.org/publications/eifn>

Kuzyk, Z.A. et Candlish, L.M. (2019). « From Science to Policy in the Greater Hudson Bay Marine Region: An Integrated Regional Impact Study (IRIS) of Climate Change and Modernization ». ArcticNet, Québec City, 424 p.

Kwok, R. (2018). « Arctic sea ice thickness, volume, and multiyear ice coverage: losses and coupled variability (1958–2018) ». *Environmental Research Letters, 13*(10), 105005. Consulté en février 2022 sur le site <0.1088/1748-9326/aae3ec>

Kythreotis, A.P., Mantyka-Pringle, C., Mercer, T.G., Whitmarsh, L.E., Corner, A., Paavola, J., Chambers, C., Miller, B.A. et Castree, N. (2019). « Citizen Social Science for More Integrative and Effective Climate Action: A Science-Policy Perspective ». *Frontiers in Environmental Science*, *7*, 10. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00010>

Laidler, G.J., Ford, J.D., Gough, W.A., Ikummaq, T., Gagnon, A.S., Kowal, S., Qrunnut, K. et Irngaut, C. (2008). « Travelling and hunting in a changing Arctic: Assessing Inuit vulnerability to sea ice change in Igloolik, Nunavut ». *Climatic Change*, *94*(3), 363–397. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9512-z>

Laidler, G. J., Hirose, T., Kapfer, M., Ikummaq, T., Joamie, E. et Elee, P. (2011). « Evaluating the Floe Edge Service: How well can SAR imagery address Inuit community concerns around sea ice change and travel safety? ». *The Canadian Geographer / Le Géographe canadien*, *55*(1), 91–107. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.2010.00347.x>

Laidre, K.L., Stern, H., Kovacs, K.M., Lowry, L., Moore, S.E., Regehr, E.V., Ferguson, S.H., Wiig, Ø., Boveng, P., Angliss, R.P., Born, E.W., Litovka, D., Quakenbush, L., Lydersen, C., Vongraven, D. et Ugarte, F. (2015). « Arctic marine mammal population status, sea ice habitat loss, and conservation recommendations for the 21st century ». *Conservation Biology*, *29*(3), 724–737. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/cobi.12474>

Lament for the Land (2022). « Home- Lament for the Land; Lament Productions 2014 ». Consulté en mars 2022 sur le site <http://www.lamentfortheland.ca/>

Lantz, T. C., Marsh, P. et Kokelj, S. V. (2013). « Recent Shrub Proliferation in the Mackenzie Delta Uplands and Microclimatic Implications ». *Ecosystems*, *16*(1), 47–59. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10021-012-9595-2>

Lantz, T.C. et Turner, K.W. (2015). « Changes in lake area in response to thermokarst processes and climate in Old Crow Flats, Yukon ». *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, *120*(3), 513–524. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1002/2014JG002744>

Lantz, T. (2017). « Vegetation Succession and Environmental Conditions following Catastrophic Lake Drainage in Old Crow Flats, Yukon ». *Arctic 70*, 177. Consulté en juin 2021 sur le site<https://doi.org/10.14430/arctic4646>

Lenton, T.M. (2012). « Arctic Climate Tipping Points ». *Ambio*, *41*(1), 10–22. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s13280-011-0221-x>

Lewis, K. J., Johnson, C. J. et Karim, M. N. (2019). « Fire and lichen dynamics in the Taiga Shield of the Northwest Territories and implications for barren-ground caribou winter forage ». *Journal of Vegetation Science*, *30*(3), 448–460. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1111/jvs.12736>

Lindenschmidt, K.-E., Das, A., Rokaya, P. et Chu, T. (2016). « Ice-jam flood risk assessment and mapping ». *Hydrological Processes*, *30*(21), 3754–3769. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1002/hyp.10853>

Levitt, M. (2019). Édification du pays dans le Nord et vigilance aux frontière : Une vision prospective du Canada dans l'Arctique. Chambre des communes Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <http://www.noscommunes.ca/Content/Committee/421/FAAE/Reports/RP10411277/faaerp24/faaerp24-f.pdf>

Loseto, L.L., Brewster, J.D., Ostertag, S.K., Snow, K., MacPhee, S.A., McNicholl, D.G., Choy, E.S., Giraldo, C. et Hornby, C.A. (2018). « Diet and feeding observations from an unusual beluga harvest in 2014 near Ulukhaktok, Northwest Territories, Canada ». *Arctic Science, 4*(3), 421–431. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1139/as-2017-0046>

Mack, M. C., Bret-Harte, M. S., Hollingsworth, T. N., Jandt, R. R., Schuur, E.A.G., Shaver, G.R. et Verbyla, D.L. (2011). « Carbon loss from an unprecedented Arctic tundra wildfire ». *Nature*, *475*(7357), 489–492. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1038/nature10283>

Mallory, C.D. et Boyce, M.S. (2017). « Observed and predicted effects of climate change on Arctic caribou and reindeer ». *Environmental Reviews*, *26*(1), 13–25. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1139/er-2017-0032>

Mallory, C., Campbell, M. et Boyce, M. (2018). « Climate influences body condition and synchrony of barren-ground caribou abundance in Northern Canada ». *Polar Biology*. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s00300-017-2248-3>

Marcot, B. G., Jorgenson, M. T., Lawler, J. P., Handel, C. M. et DeGange, A.R. (2015). « Projected changes in wildlife habitats in Arctic natural areas of northwest Alaska ». *Climatic Change*, *130*, 145–154.

McCreadie, M. (2014). « Northern Biographies: Francois Paulette; Buffalo Hunter, Activist, Respected Elder, Hereditary Leader, Dancer, Family Man, Traditionalist, Spiritualist ». NWT Literacy Council. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.nwtliteracy.ca/sites/default/files/resources/130556%20NWT%20Literacy%20Northern%20Biography%20WEB_0.pdf>

McDermott, B., Lee, E., Judd, M. et Gibbon, P. (2005). « Post-Traumatic Stress Disorder and General Psychopathology in Children and Adolescents Following a Wildfire Disaster ». *Canadian Journal of Psychiatry. Revue canadienne de Psychiatrie*, *50*, 137–143. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1177/070674370505000302>

McGregor. D. (2018). « From Decolonized to Reconciliation Research in Canada: Drawing from Indigenous Research Paradigms ». *ACME: An International Journal for Critical Geographies, 2018, 17*(3): 810–831. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://acme-ojs-test.unbc.ca/index.php/acme/article/view/1335/1289>

Meier, W.N., Hovelsrud, G.K., Van Oort, B.E., Key, J.R., Kovacs, K.M., Michel, C., Haas, C., Granskog, M.A., Gerland, S., Perovich, D.K., Makshtas, A. et Reist, J.D. (2014). « Arctic sea ice in transformation: A review of recent observed changes and impacts on biology and human activity ». *Reviews of Geophysics, 52*(3), 185–217. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1002/2013RG000431>

Mekonnen, Z.A., Riley, W.J., Berner, L.T., Bouskill, N.J., Torn, M.S., Iwahana, G., Breen A.L., Myers-Smith, I.H., Criado M.G., Liu, Y., Euskirchen, E.S., Goetz, S.J., Mack, M.N. et Grant R.F. (2021). « Arctic tundra shrubification: a review of mechanisms and impacts on ecosystem carbon balance ». *Environmental Research Letters*, *16*, 053001. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abf28b>

Melia, N., Haines, K. et Hawkins, E. (2016). « Sea ice decline and 21st century trans-Arctic shipping routes ». *Geophysical Research Letters 43*(18), 9720 – 9728. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1002/2016GL069315>

Melton, J.R., Verseghy, D.L., Sospedra-Alfonso, R. et Gruber, S. (2019). « Improving permafrost physics in the coupled Canadian Land Surface Scheme (v.3.6.2) and Canadian Terrestrial Ecosystem Model (v.2.1) (CLASS-CTEM) », *Geoscientific Model Development, 12*, 4443–4467. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.5194/gmd-12-4443-2019>

Meredith, M., Sommerkorn, M., Cassotta, S., Derksen, C., Ekaykin, A., Hollowed, A., Kofinas, G., Mackintosh, A., Melbourne-Thomas, J., Muelbert, M.M.C., Ottersen G., Pritchard, H. et Schuur, E.A.G. (2019). « Polar Regions », dans *Rapport spécial du GIEC sur l'océan et la cryosphère dans le contexte des changements climatiques*, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama et N.M. Weyer (éd.). Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, États-Unis. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/11/07_SROCC_Ch03_FINAL.pdf>

Mercer, N., Parker, P., Martin, D. et Hudson, A. (2018). « SSHRC Engage Executive Summary: 4RIGHT Community Energy Planning in NunatuKavut, Labrador ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://nunatukavut.ca/site/uploads/2019/06/executive-summary-1124.pdf>

Middleton, J., Cunsolo, A., Jones-Bitton, A., Shiwak, A., Wood, M., Pollock, N., Flowers, C. et Harper, S.L. (2020a). « "We're people of the snow": Weather, climate change and Inuit mental wellness ». *Social Science & Medicine*, *262*. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113137>

Middleton, J., Cunsolo, A., Jones-Bitton, A., Wright, C. et Harper S.L. (2020b). « Indigenous mental health in a changing climate: A systematic scoping review of the global literature ». *Environmental Research Letters*, *15*(5). Consulté en juin 2021 sur le site <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab68a9>

Miller, F.L. et Gunn, A. (2003). « Catastrophic Die-Off of Peary Caribou on the Western Queen Elizabeth Islands, Canadian High Arctic ». *Arctic, 56*:4. 381–390. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.14430/arctic635>

Ministère des Pêches et des Océans Canada (2019a). Les océans du Canada maintenant : Écosystèmes de l'Arctique, 2019. Consulté en juin 2022 sur le site <https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/library-bibliotheque/40837385.pdf>

Ministère des Pêches et des Océans Canada (2019b). Rapport sur la désignation de la Zone de Protection Marine de Tuvaijuittuq. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans/publications/tuvaijuittuq/designation/index-fra.html>

Ministre des Affaires indiennes et du Nord (1984). La revendication de l'Arctique de l'Ouest : Convention définitive des Inuvaluit. Ottawa, Canada. Consulté en mai 2022 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2017/aanc-inac/R74-34-1984-fra.pdf>

Ministre de la Justice (1993). Loi concernant l'Accord sur les revendications territoriales du Nunavut (L.C. 1993, ch. 29). Ottawa, Canada. Consulté en mai 2022 sur le site <https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/n-28.7/index.html>

Miner, K.R., D'Andrilli, J., Mackelprang, R., Edwards, A., Malaska, M.J., Waldrop, M.P. et Miller, C.E. (2021). « Emergent biogeochemical risks from Arctic permafrost degradation ». *Nature Climate Change, 11*, 809–819. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01162-y>

Moses, A. (2018). « Alfred Moses: Tuktoyaktuk Shoreline Relocation Project ». Déclarations et discours de ministres, Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest. Consulté en avril 2022 sur le site <https://www.gov.nt.ca/fr/node/9228>

Moudrak, N. et Feltmate, B. (2017). Prévenir les catastrophes avant qu'elles ne surviennent : élaborer une norme canadienne pour rendre les nouvelles zones résidentielles résilientes face aux inondations : 20 pratiques exemplaires. Centre Intact d'adaptation au climat, Université de Waterloo. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.intactcentreclimateadaptation.ca/wp-content/uploads/2017/11/Preventing-Disaster-Before-It-Strikes_FR_Final-2017.pdf>

Mudryk, L.R., Derksen, C., Howell, S., Laliberté, F., Thackeray, C., Sospedra-Alfonso, R., Vionnet, V., Kushner, P.J. et Brown, R. (2018). « Canadian snow and sea ice: historical trends and projections ». *The Cryoshpere*. *12.* 1157–1176. Consulté en juin 2021 sur le site <https://tc.copernicus.org/articles/12/1157/2018/>

Myers-Smith, I.H., Forbes, B.C., Wilmking, M., Hallinger, M., Lantz, T., Blok, D., Tape, K.D., Macias-Fauria, M., Sass-Klaassen, U., Lévesque, E., Boudreau, S., Ropars, P., Hermanutz, L., Trant, A., Collier, L.S., Weijers, S., Rozema, J., Rayback, S.A., Schmidt, N.M., Schaepman-Strub, G., Wipf, S., Rixen, C., Ménard, C.B., Venn, S., Goetz, S., Andreu-Hayles, S., Elmendorf, S., Ravolainen, V., Welker, J., Grogan, P., Epstein, H.E. et Hik, D.S. (2011). « Shrub expansion in tundra ecosystems: Dynamics, impacts and research priorities ». *Environmental Research Letters*, *6*(4), 045509. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1088/1748-9326/6/4/045509>

Myers-Smith, I.H., Grabowski, M.M., Thomas, H.J.D., Angers-Blondin, S., Daskalova, G.N., Bjorkman, A.D., Cunliffe, A.M., Assmann, J.J., Boyle, J.S., McLeod, E., McLeod, S., Joe, R., Lennie, P., Arey, D., Gordon, R.R. et Eckert, C.D. (2019). « Eighteen years of ecological monitoring reveals multiple lines of evidence for tundra vegetation change ». *Ecological Monographs*, *89*(2), e01351. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1002/ecm.1351>

Newton, R., Pfirman, S., Tremblay, L.B. et DeRepentigny, P. (2021). « Defining the "ice shed" of the Arctic Ocean's Last Ice Area and its future evolution ». *Earth's Future, 9*, e2021EF001988. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1029/2021EF001988>

Nickels, S., Furgal, C., Buell, M. et Moquin, H. (2005). Unikkaaqatigiit – mettre un visage humain sur les changements climatiques: la perspective des Inuits au Canada. Inuit Tapiriit Kanatami, Nasivvik Centre pour la santé des Inuits et les changements environnementaux de l'Université Laval et the Ajunnginiq Centre at the National Aboriginal Health Organization.

Niemi, A., Ferguson, S., Hedges, K., Melling, H., Michel, C., Ayles, B., Azetsu-Scott, K., Coupel, P., Deslauriers, D., Devred, E., Doniol-Valcroze, T., Dunmall, K., Eert, J., Galbraith, P., Geoffroy, M., Gilchrist, G., Hennin, H., Howland, K., Kendall, M., Kohlbach, D., Lea, E., Loseto, L., Majewski, A., Marcoux, M., Matthews, C., McNicholl, D., Mosnier, A., Mundy, C.J., Ogloff, W., Perrie, W., Richards, C., Richardson, E., Reist, Virginie Roy, J., Sawatzky, C., Scharffenberg, K., Tallman, R., Tremblay, J-E., Tufts, T., Watt, C., Williams, W., Worden, E., Yurkowski, D. et Zimmerman, S. (2019). État des mers arctiques du Canada. *Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques,* 3344, Pêches et Océans Canada, xv + 189 p. Consulté en février 2022 sur le site <https://publications.gc.ca/collections/collection_2019/mpo-dfo/Fs97-6-3344-eng.pdf>

Northwest Territories Association of Communities (2018). « The Technical Opportunities and Economic Implications of Permafrost Decay on Public Infrastructure in the Northwest Territories ». Rapport final pour le projet intitulé "Technical Opportunities Arising from Permafrost Impacts" Arrangement No: 1213-00-000131.

NMRWB [Nunavik Marine Regional Wildlife Board] (2018). « Nunavik Inuit Knowledge and Observations of Polar Bears: Polar bears of the Southern Hudson Bay sub-population ». Préparé pour le NMRWB, 73 p. Consulté en juin 2021 sur le site <https://nmrwb.ca/wp-content/uploads/2017/05/NMRWB-Nunavik-Inuit-knowledge-and-Observations-of-polar-bears-SHB-subpopulation.pdf>

Nunavut Impact Review Board (2019). « Final Report for the Strategic Environmental Assessment in Baffin Bay and Davis Straight ». Nunavut Impact Review Board File No. 17SN034. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.nirb.ca/portal/pdash.php?appid=125087>

Nicolsky, D. J. et Romanovsky, V. E. (2018). « Modeling long-term permafrost degradation ». *Journal of Geophysical Research: Earth Surface, 123*(8), 1756–1771. Consulté en mai 2022 sur le site <https://doi.org/10.1029/2018JF004655>

Obbard, R.W., Sadri, S., Wong, Y.Q., Khitun, A.A., Baker, I. et Thompson, R.C. (2014). « Global warming releases microplastic legacy frozen in Arctic Sea ice ». *Earth's Future*, *2*(6), 315–320. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1002/2014EF000240>

Oldenborger, G. A. et LeBlanc, A. M. (2018). « Monitoring changes in unfrozen water content with electrical resistivity surveys in cold continuous permafrost ». *Geophysical Journal International*, 215(2), 965–977. Consulté en mai 2022 sur le site <https://doi.org/10.1093/gji/ggy321>

Olesinski, J. et Brett, R. (2015). « Northwest Territories Forest Health Report ». Environnement et Ressources naturelles, Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.enr.gov.nt.ca/en/files/nwt-forest-health-report-2015>

Olesinki, J. et Brett, R., (2018). « Northwest Territories Forest Health Report ». Environnement et Ressources naturelles, Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.enr.gov.nt.ca/en/2018-northwest-territories-forest-health-report>

O'Neill, H. B., Wolfe, S.A. et Duchesne, C. (2019). « New ground ice maps for Canada using a paleogeographic modelling approach ». *The Cryosphere*, *13*(3), 753–773. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.5194/tc-13-753-2019>

Organ, J., Castleden, H., Furgal, C., Sheldon, T. et Hart, C. (2014). « Contemporary programs in support of traditional ways: Inuit perspectives on community freezers as a mechanism to alleviate pressures of wild food access in Nain, Nunatsiavut ». *Health & Place, 30*, 251–259. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2014.09.012>

Ostapchuk, J., Harper, S., Cunsolo, A., Edge, V. et Rigolet Inuit Community Government (2015). « Exploring Elders' and Seniors' Perceptions of How Climate Change is Impacting Health and Well-being in Rigolet, Nunatsiavut / ᖁᑭᒋᖁᓂᖅ ᐃᓐᓇᐃᑦ ᐊᒻᒪᓗ ᐃᓄᑐᖅᐃᑦ ᐃᓱᒪᔨᓴᕐᓂᓂᖅ ᓇᔭᓕᑦ, ᓄᓇᕗᑦᐊᕐᓕᒥ ᓱᓕᐅᔨ ᐊᓱᓴᓕᓕᐊᓂᖏᓂᖅ ᐊᑎᑐᐃᓂᖏᖅᑎᑦᓗᔪ ᐃᓗᓱᔪᒋᑦ ᐊᒻᒪᓗ ᖁᓄᐃᓂᖏᖅᑎᓂᖅ ». *International Journal of Indigenous Health*, *9*, 6. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.18357/ijih92201214358>

Papanikolaou, V., Adamis, D., Mellon, R. et Prodromitis, G. (2011). « Psychological distress following wildfires disaster in a rural part of Greece: A case-control population-based study ». *International Journal of Emergency Mental Health*, *13*, 11–26. Consulté en février 2022 sur le site <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21957753/>

Pearce, T., Ford, J., Willox, A.C. et Smit, B. (2015). « Inuit Traditional Ecological Knowledge (TEK), Subsistence Hunting and Adaptation to Climate Change in the Canadian Arctic ». *Arctic*, *68*(2), 233–245. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.14430/arctic4475>

Pearce, T., Ford, J., Duerden, F., Furgal, C., Dawson, J., Smit, B (2015). « Chapter 10. Factors of adaptation–climate change policy responses for Canada's Inuit population », Chapitre 10 dans *From Science to Policy in the Western and Central Canadian Arctic: An Integrated Regional Impact Study (IRIS) of Climate Change and Modernization*, Stern, G.A. and Gaden, A. (éd.). ArcticNet, Québec, Québec, 432 p.

Pelletier, J.F. et Guy, E. (2012). Évaluation des activités de transport maritime en Arctique canadien. *Cahiers Scientifiques du Transport*, *61*, 3–33.

Pendakur, K. (2016). Les Territoires du Nord, Chapitre 3 dans *Risques climatiques et pratiques en matière d'adaptation pour le secteur canadien des transports 2016*, K. Palko et D.S. Lemmen (éd.), 27–64. Gouvernement du Canada, Ottawa, Ontario. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/assess/2016/Chapter-3f.pdf>

Perrin, A., Dion, S., Sawyer, D., Nodelman, J.R., Comer, N., Auld, H., Sparling, E., Harris, M., Nodelman, J.Y.H. et Kinnear, L. (2015). « Economic Implications of Climate Change Adaptations for Mine Access Roads in Northern Canada ». Northern Climate ExChange, Yukon Research Centre, Yukon College. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.yukoncollege.yk.ca/sites/default/files/inline-files/Economic_Implications_TCWR_FINAL_web3.pdf>

Perovich, D., Meier, W., Tschudi, M., Farrell, S., Hendricks, S., Gerland, S., Kaleschke, L., Ricker, R., Tian-Kunze, X., Webster, M. et Wood, K. (2019). « Sea Ice. Arctic Report Card: Update for 2019 ». Consulté en juin 2021 sur le site <https://arctic.noaa.gov/Report-Card/Report-Card-2019/ArtMID/7916/ArticleID/841/>

Petrasek MacDonald, J., Ford, J. et Cunsolo Willox, A. (2013). « A review of protective factors and causal mechanisms that enhance the mental health of Indigenous Circumpolar youth ». *International Journal of Circumpolar Health*, *72*(1), 21775. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3402/ijch.v72i0.21775>

Petrasek MacDonald, J., Cunsolo Willox, A., Ford, J. D., Shiwak, I. et Wood, M. (2015). « Protective factors for mental health and well-being in a changing climate: Perspectives from Inuit youth in Nunatsiavut, Labrador ». *Social Science and Medicine*, *141*, 133–141. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2015.07.017>

Pfeifer, P. (2020). « Inuit, namiipita? Climate Change Research and Policy: Beyond Canada's Diversity and Equity Problem ». *The Northern Review, 49*, 265–269. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.22584/nr49.2020.018>

Pizzolato, L., Howell, S.E., Derksen, C., Dawson, J. et Copland, L. (2014). « Changing sea ice conditions and marine transportation activity in Canadian Arctic waters between 1990 and 2012 ». *Climate Change 123* (2), 161–173. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-013-1038-3>

Popp, J. N., Priadka, P. et Kozmik, C. (2018). « The rise of moose co-management and integration of Indigenous knowledge ». *Human Dimensions of Wildlife*, 24(2), 159–167. Consulté en mai 2022 sur le site <http://dx.doi.org/10.1080/10871209.2019.1545953>

Post, E. et Stenseth, N. Chr. (1999). « Climatic variability, plant phenology, and northern ungulates ». *Ecology*, *80*(4), 1322–1339. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1890/0012-9658(1999)080[1322:CVPPAN]2.0.CO;2>

Post, E., Forchhammer, M. ., Bret-Harte, M.S., Callaghan, T.V., Christensen, T.R., Elberling, B., Fox, A. D., Gilg, O., Hik, D.S., Høye, T.T., Ims, R.A., Jeppesen, E., Klein, D.R., Madsen, J., McGuire, A. D., Rysgaard, S., Schindler, D.E., Stirling, I., Tamstorf, M.P., Tyler, N.J.C., van der Wal, R., Welker, J., Wookey, P.A., Schmidt, N.M. et Aastrup, P. (2009). « Ecological Dynamics Across the Arctic Associated with Recent Climate Change ». *Science*, *325*(5946), 1355. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1126/science.1173113>

Programme de surveillance des effets cumulatifs des TNO(2015). Programme de surveillance des effets cumulatifs (PSEC) des TNO. Environnement et Ressources naturelles, Gouvernement des Territoires du Nord-Ouest. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.enr.gov.nt.ca/fr/services/programme-de-surveillance-des-effets-cumulatifs-psec-des-tno/propos-du-psectno>

Prowse, T.D., Wrona, F.J., Reist, J.D., Hobbie, J.E., Lévesque, L.M.J. et Warwick, V.F. (2006). « General Features of the Arctic Relevant to Climate Change in Freshwater Ecosystems ». *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, *35*(7), 330–338. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1579/0044-7447(2006)35[330:GFOTAR]2.0.CO;2>

Pufall, E., Jones, A., Mcewen, S., Lyall, C., Peregrine, A. et Edge, V. (2011). « Perception of the Importance of Traditional Country Foods to the Physical, Mental, and Spiritual Health of Labrador Inuit ». *Arctic*, *64*. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.14430/arctic4103>

Qaujigiartiit Health Research Centre (2019): « Qaujigiartiit Health Research Centre ». Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.qhrc.ca/>

Qi, D., Chen, L., Chen, B., Gao, Z., Zhong, W., Feely, R.A., Anderson, L.G., Sun, H., Chen, J., Chen, M., Zhan, L., Zhan, Y. et Cai, W.-J. (2017). « Increase in acidifying water in the western Arctic Ocean ». *Nature Climate Change 7*, 195–199. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1038/nclimate3228>

Qu, X. et Hall, A. (2007). « What Controls the Strength of Snow-Albedo Feedback? ». *Journal of Climate, 20*, 3971–3981. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1175/JCLI4186.1>

Radić, V. et Hock, R. (2014). « Glaciers in the Earth's hydrological cycle: assessments of glacier mass and runoff changes on global and regional scales ». *Surveys in Geophysics, 35*(3), 813–837. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10712-013-9262-y>

Ramos-Castillo, A., Castellanos, E.J. et Galloway McLean, K. (2017). « Indigenous peoples, local communities and climate change mitigation ». *Climatic Change*, *140*(1), 1–4. Consulté en juin 2021 sur le site<https://doi.org/10.1007/s10584-016-1873-0>

Rautio, M, Evans, M, Grosbois, G, Power, M. (2020). « Omega-3 fatty acids and mercury in the food web of Greiner Lake », dans *Aqhaliat 2019 Report*. Savoir polaire Canada.

Reedman, A. (2020) « Research by the North, for the North, in the North. » ArcticNet Magazine. ArcticNet. Consulté en juillet 2022 sur le site <https://arcticnetmagazine.ca/current-volume/north-by-north>

Régie de l'énergie du Canada (2019). Avenir énergétique du Canada en 2019 – Offre et demande énergétiques à l'horizon 2040. Gouvernement du Canada. Consulté en juillet 2022 sur le site <https://www.cer-rec.gc.ca/fr/donnees-analyse/avenir-energetique-canada/archive/2019/2019nrgftr-fra.pdf>

Reid, C., Brauer, M., Johnston, F., Jerrett, M., Balmes, J. et Elliott, C. (2016). « Critical Review of Health Impacts of Wildfire Smoke Exposure ». *Environmental Health Perspectives*, *124*. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1289/ehp.1409277>

Reid, D.G., Berteaux, D. et Laidre K.L. (2013). « Mammals », Chapitre 3 dans *Arctic Biodiversity Assessment 2013*. The Conservation of Arctic Flora and Flauna (CAFF). Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.arcticbiodiversity.is/index.php/the-report/chapters/mammals>

Reimer, G., Bombay, A., Ellsworth, L., Fryer, S. et Logan, T. (2010). Paiement d'expérience commune, composante de l'*Accord de règlement relatif aux pensionnats indiens*, et guérison: une étude qualitative exploratoire des incidences sur les bénéficiaires. Fondation autochtone de guérison, Ottawa, Ontario. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.fadg.ca/downloads/cep-fr.pdf>

Relation Couronne-Autochtones et Affaires du Nord Canada (2019). Cadre stratégique pour l'Arctique et le Nord du Canada. Gouvernement du Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.rcaanc-cirnac.gc.ca/fra/1560523306861/1560523330587>

Rennert, K.J., Roe, G., Putkonen, J. et Bitz, C.M. (2009). « Soil Thermal and Ecological Impacts of Rain on Snow Events in the Circumpolar Arctic ». *Journal of Climate*, *22*(9), 2302–2315. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1175/2008JCLI2117.1>

Renaut, S., Devred, E. et Babin, M. (2018). « Northward expansion and intensification of phytoplankton growth during the early ice-free season in Arctic ». *Geophysical Research Letters, 45*(19), 10590–10598. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1029/2018GL078995>

Ressources naturelles Canada (2017). Changement climatique et feux. Gouvernement du Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.rncan.gc.ca/nos-ressources-naturelles/forets/feux-insectes-perturbations/changement-climatique-feux/13156>

Ressources naturelles Canada (2018). « Canada's Energy Transition: Getting to Our Energy Future, Together ». Consulté en juillet 2022 sur le site <https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/energy/CoucilReport_july4_fr_Web.pdf>

Richmond, C.A.M. et Ross, N.A. (2009). « The determinants of First Nation and Inuit health: A critical population health approach ». *Health and Place*, *15*(2), 403–411. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2008.07.004>

Rickbeil, G.J.M., Hermosilla, T., Coops, N.C., White, J.C., Wulder, M.A. et Lantz, T.C. (2018). « Changing northern vegetation conditions are influencing barren ground caribou (*Rangifer tarandus groenlandicus*) post-calving movement rates ». *Journal of Biogeography*, *45*(3), 702–712. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/jbi.13161>

Ritsema, R., Dawson, J., Jorgensen, M. et Macdougall, B. (2015). « "Steering Our Own Ship?" An Assessment of Self-Determination and Self-Governance for Community Development in Nunavut ». *The Northern Review, Yukon College*, *41*, 157–180. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.22584/nr41.2015.007>

Rosol, R., Powell-Hellyer, S. et Chan, H.M. (2016). « Impacts of decline harvest of country food on nutrient intake among Inuit in Arctic Canada: Impact of climate change and possible adaptation plan ». *International Journal of Circumpolar Health*, *75*(1), 31127. Consulté en juin 2021 sur le site<https://doi.org/10.3402/ijch.v75.31127>

Samuel, J., Rousseau, A.N., Abbasnezhadi, K. et Savary, S. (2019). « Development and evaluation of a hydrologic data-assimilation scheme for short-range flow and inflow forecasts in a data-sparse high-latitude region using a distributed model and ensemble Kalman filtering ». *Advances in Water Resources*, *130*, 198–220. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2019.06.004>

Sandlos, J. et Keeling, A. (2016). « Toxic Legacies, Slow Violence, and Environmental Injustice at Giant Mine, Northwest Territories ». *The Northern Review, 42*, 7–21. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.22584/nr42.2016.002>

Schmelzer, I., Lewis, K.P., Jacobs, J.D. et McCarthy, S.M. (2020). « Boreal caribou survival in a warming climate, Labrador, Canada 1996–2014 ». *Global Ecology and Conservation*, *23*. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01038>

Schroeder, D. (2010). « Fire behaviour in thinned jack pine: Two case studies of FireSmart treatments in Canada's Northwest Territories ». *Advantage, FPInnovations*, *12*(7), 1–12. Consulté en février 2022 sur le site <https://wildfire.fpinnovations.ca/81/FireBehaviourInThinnedJackPine.pdf>

Schuster, P., Schaefer, K., Aiken, G., Antweiler, R., Dewild, J., Gryziec, J., Gusmeroli, A., Hugelius, G., Jararoy, E., Krabbbenhoft, D., Liu, L., Herman-Mercer, N., Mu, C., Roth, D., Schaefer, T., Striegl, R. et Wickland. (2018). « Permafrost stores a globally significant amount of mercury. » Geophysical Research Letters, 45(3), 1463-147. Consulté en juillet 2022 sur le site <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2017GL075571>

Seidl, R., Spies, T.A., Peterson, D.L., Stephens, S.L. et Hicke, J.A. (2016). « Searching for resilience: Addressing the impacts of changing disturbance regimes on forest ecosystem services ». *Journal of Applied Ecology*, *53*(1), 120–129. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12511>

Shah, C., Ford, J., Labbé, J. et Flynn, M. (2018). « Adaptation Policy & Practice in Nunavut ». McGill University.

Sharp, M., Burgess, D. O., Cawkwell, F., Copland, L., Davis, J. A., Dowdeswell, E. K., Dowdeswell, J. A., Gardner, A. S., Mair, D., Wang, L., Williamson, S. N., Wolken, G. J., Wyatt, F. (2014). « Remote sensing of recent glacier changes in the Canadian Arctic. In Global land ice measurements from space ». *Global Land Ice Measurements from Space*. 205–228. Springer, Berlin, Heidelberg.

Simon, M. (2017). Un nouveau modèle de leadership partagé dans l'Arctique. Affaires autochtones et du Nord Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www.rcaanc-cirnac.gc.ca/fra/1492708558500/1537886544718>

SmartIce (2022): « Enabling Resiliency in the Face of Climate Change: SmartICE is an award-winning technological innovation for the North ». Consulté en mars 2022 sur le site <https://smartice.org/>

Smit, B. et Wandel, J. (2006). « Adaptation, adaptive capacity and vulnerability ». *Global Environmental Change, 16*(3), 282–292. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008>

Smith, L. C. et Stephenson, S. R. (2013). « New Trans-Arctic shipping routes navigable by midcentury ». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 110* (13), E1191–E1195. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1073/pnas.1214212110>

Snook, J., Cunsolo, A. et Dale, A. (2018). « Co-management led research and sharing space on the pathway to Inuit self-determination in research ». *Northern Public Affairs*, *6*(1), 52–56. Consulté en avril 2022 sur le site <https://www.researchgate.net/profile/Jamie-Snook/publication/328808144_Co-management_led_research_and_sharing_space_on_the_pathway_to_Inuit_self-determination_in_research/links/5be43190a6fdcc3a8dc6ed49/Co-management-led-research-and-sharing-space-on-the-pathway-to-Inuit-self-determination-in-research.pdf>

Société d'énergie Qulіq (2018). Programme de facturation nette. 1–4. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.qec.nu.ca/sites/default/files/qec-2017-net_metering_policy_final_fr.pdf>

Société d'énergie Qulіq (2020). Programme pour les producteurs d'électricité indépendants. Consulté en juin 2021 sur le site<https://www.qec.nu.ca/fr/qui-sommes-nous/generating-power/programme-pour-les-producteurs-d%E2%80%99%C3%A9lectricit%C3%A9-ind%C3%A9pendants>

Southcott, C. (2015). « Resource Development and Northern Communities—An Introduction ». *The Northern Review, 41*, 3–12. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.22584/nr41.2015.001>

Staples, L. (2013). « Conservation of arctic flora and fauna in a changing ice regime: Implications for co-management » dans *Life linked to ice: A guide to sea-ice-associated biodiversity in this time of rapid change,* J. Eamer, G.M. Donaldson, A.J. Gaston, K.N. Kosobokova, K.F. Lárusson, I.A. Melnikov, J.D. Reist, E. Richardson, L. Staples and C.H. von Quillfeldt (éd.). Conservation of Arctic Flora and Fauna. Consulté en mai 2022 sur le site <https://oaarchive.arctic-council.org/bitstream/handle/11374/239/Life_Linked_to_Ice_Oct_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Statistique Canada (2017). Série « Perspective géographique », Recensement de 2016 Nº au catalogue : 98-404-x2016001. Gouvernement du Canada, Ontario. Produit des donnés, recensement 2016.

Statistique Canada (2018). Population et démographie. Gouvernement du Canada. Consulté en juin 2021 sur le site <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/11-402-x/2011000/chap/pop/pop-fra.htm>

Stephenson, S.R., Smith, L.C., Brigham, L.W. et Agnew, J.A. (2013). « Projected 21st-century changes to Arctic marine access ». *Climatic Change, 118*(3–4), 885–899. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0685-0>

Stern, G.A. et Gaden, A. (2015). « From Science to Policy in the Western and Central Canadian Arctic: An Integrated Regional Impact Study (IRIS) of Climate Change and Modernization. Synthesis and Recommendations ». ArcticNet, Québec, Québec, 40 p.

Stewart, F.E.C., Nowak, J.J., Micheletti, T., McIntire, E.J.B., Schmiegelow, F.K.A. et Cumming, S.G. (2020). « Boreal Caribou Can Coexist with Natural but Not Industrial Disturbances ». *The Journal of Wildlife Management*, *84*(8), 1–10. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1002/jwmg.21937>

Storer, L.N., Williams, P.D. et Gill, P.G. (2019). « Aviation Turbulence: Dynamics, Forecasting, and Response to Climate Change ». *Pure and Applied Geophysics*, *176*(5), 2081–2095. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1007/s00024-018-1822-0>

Streicker, J. (2016). « Yukon Climate Change Indicators and Key Findings ». Northern Climate ExChange, Yukon Research Centre, Yukon College. Whitehorse, Yukon. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.yukonu.ca/sites/default/files/inline-files/Indicator_Report_Final_web.pdf>

Sulla-Menashe, D., Woodcock, C.E. et Friedl, M.A. (2018). « Canadian boreal forest greening and browning trends: An analysis of biogeographic patterns and the relative roles of disturbance versus climate drivers ». *Environmental Research Letters*, *13*(1), 014007. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa9b88>

Tape, K. D., Jones, B. M., Arp, C. D., Nitze, I. et Grosse, G. (2018). « Tundra be dammed: Beaver colonization of the Arctic. *Global Change Biology*, *24*(10), 4478–4488. Consulté en juin 2021 sur le site<https://doi.org/10.1111/gcb.14332>

Tarasuk V. et Mitchell A. (2020) L'insécurité alimentaire des ménages au Canada 2017–2018. Research to identify policy options to reduce food insecurity (PROOF), Toronto, Ontario. Consulté en juin 2021 sur le site <https://proof.utoronto.ca/wp-content/uploads/2020/04/REPORT-1_FR.pdf>

The OKâlaKatiget Society (2017). « OKâlaKatiget Society ». Consulté en janvier 2022 sur le site <http://www.oksociety.com/>

Thorpe, N., Eyegetok, S. et Hakongak, N. (2002). « Nowadays it is not the same: Inuit Quajimajatuqangit, climate and caribou in the Kitikmeot Region of Nunavut, Canada », dans *The Earth Is Faster Now: Indigenous Observations of Arctic Environmental Change*, I. Krupnik et D. Jolly (éd.). Arctic Research Consortium of the United States (ARCUS), Fairbanks, Alaska, 198–239. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.arcus.org/publications/eifn>

Torncat Fish Producers Cooperative (2022). « Fresh Catches from the Labrador Sea ». Consulté en mars 2022 sur le site <https://www.torngatfishcoop.com/>

Tremblay, B., Lévesque, E. et Boudreau, S. (2012). « Recent expansion of erect shrubs in the Low Arctic: Evidence from Eastern Nunavik ». *Environmental Research Letters*, *7*(3), 035501. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/3/035501>

Turcotte, B., Burrell, B. et Beltaos, S. (2019). « The Impact of Climate Change on Breakup Ice Jams in Canada: State of knowledge and research approaches ». CGU HS Committee on River Ice Processes and the Environment, 20th Workshop on the Hydraulics of Ice-Covered Rivers, Ottawa, Ontario, Canada, May 14-16, 2019. Consulté en mai 2022 sur le site <http://www.cripe.ca/docs/proceedings/20/Turcotte-et-al-2019.pdf>

Turetsky, M.R., Baltzer, J.L., Johnstone, J.F., Mack, M.C., McCann, K. et Schuur, E.A.G. (2017). « Losing Legacies, Ecological Release, and Transient Responses: Key Challenges for the Future of Northern Ecosystem Science ». *Ecosystems*, *20*(1), 23–30. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1007/s10021-016-0055-2>

Vasiliki, D., Hing Man Chan, L., Wesche, S., Dickson, C., Kassi, N., Netro, L. et Williams, M. (2014). « Reconciling Traditional Knowledge, Food Security, and Climate Change: Experience From Old Crow, YT, Canada ». *Progress in Community Health Partnerships: Research, Education, and Action, 8*(1), 21–27. Consulté en février 2022 sur le site <10.1353/cpr.2014.0010>

Vuntut Gwitchin Government (2020). « Caribou Coordination Newsletter September 2020 ». Vuntut Gwitchin Government. Consulté en juin 2021 sur le site<https://www.vgfn.ca/pdf/2020_09_Caribou_Coordination_Community_Update_FINAL.pdf>

Walker, B., Holling, C.S., Carpenter, S.R. et Kinzig, A.P. (2004). « Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems ». *Ecology and Society*, *9*(2), 5. Consulté en février 2022 sur le site <https://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>

Walker, X.J., Mack, M.C. et Johnstone, J.F. (2015). « Stable carbon isotope analysis reveals widespread drought stress in boreal black spruce forests ». *Global Change Biology*, *21*(8), 3102–3113. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/gcb.12893>

Wang, X., Parisien, M.-A., Taylor, S.W., Candau, J.-N., Stralberg, D., Marshall, G.A., Little, J.M., Flannigan, M.D. (2017). « Projected changes in daily fire spread across Canada over the next century ». *Environmental Research Letters, 12*(2), 025005. Consulté en janvier 2022 sur le site <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5835>

Warren, J.A., Berner, J.E. et Curtis, T. (2005). « Climate change and human health: Infrastructure impacts to small remote communities in the north ». *International Journal of Circumpolar Health*, *64*(5), 487–497. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3402/ijch.v64i5.18030>

Wenzel, G. W. (2009). « Canadian Inuit subsistence and ecological instability—if the climate changes, must the Inuit? ». *Polar Research, 28*(1), 89–99. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1111/j.1751-8369.2009.00098.x>

Wheeler, H., Høye, T. et Svenning, J.-C. (2017). « Wildlife species benefitting from a greener Arctic are most sensitive to shrub cover at leading range edges ». *Global Change Biology*, *24*. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/gcb.13837>

Whitaker, D. (2017). « Expanded Range Limits of Boreal Birds in the Torngat Mountains of Northern Labrador ». *The Canadian Field-Naturalist*, *131*, 55. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.22621/cfn.v131i1.1957>

White, G. (2018). « Issues of independence in Northern Aboriginal-state co-management boards ». Canadian Public Administration, 61(4), 550–571. Consulté en mai 2022 sur le site <https://doi.org/10.1111/capa.12302>

Whitman, E., Parisien, M.-A., Thompson, D. et Flannigan, M. (2018). « Topoedaphic and Forest Controls on Post-Fire Vegetation Assemblies Are Modified by Fire History and Burn Severity in the Northwestern Canadian Boreal Forest ». *Forests*, *9*, 151. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.3390/f9030151>

Whitman, E., Parisien, M.-A., Thompson, D.K. et Flannigan, M.D. (2019). « Short-interval wildfire and drought overwhelm boreal forest resilience ». *Scientific Reports*, *9*(1), 18796. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55036-7>

Williams, P.D. et Joshi, M.M. (2013). « Intensification of winter transatlantic aviation turbulence in response to climate change ». *Nature Climate Change*, *3*(7), 644–648. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1038/nclimate1866>

Williams, P.L., Burgess, D.O., Waterman, S., Roberts, M., Bertrand, E.M. et Bhatia, M.P. (2021). « Nutrient and Carbon Export From a Tidewater Glacier to the Coastal Ocean in the Canadian Arctic Archipelago ». *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, *126*(9). Consulté en mai 2022 sur le site <https://doi.org/10.1029/2021JG006289>

Wilson, A., Levkoe, C.Z., Andrée, P., Skinner, K., Spring, A., Wesche, S. et Galloway, T. (2020). « Strengthening Sustainable Northern Food Systems: Federal Policy Constraints and Potential Opportunities ». *Arctic, 73*(3), 292–31. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.14430/arctic70869>

Wolf, J., Allice, I. et Bell, T. (2015). « Values and Traditional Practices in Adaptation to Climate Change », dans *The Adaptive Challenge of Climate Change*, E. Selboe et K. O'Brien (éd.). Cambridge University Press; Cambridge Core. 171–193 Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1017/CBO9781139149389.011>

Wolfe, S.A., O'Neill, H.B. et Duchesne, C. (2021). *A ground ice atlas of Canada*. Commission géologique du Canada, Dossier public 8770. Consulté en mai 2022 sur le site <https://doi.org/10.4095/328115>

Wong, C., Ballegooyen, K., Ignace, L., Johnson, M.J. (Gùdia), Swanson, H. et Boran, I. (2020). « Towards reconciliation: 10 Calls to Action to natural scientists working in Canada ». *FACETS. 5*(1): 769–783. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1139/facets-2020-0005>

Wrona, F.J., Prowse, T.D., Reist, J.D., Beamish, R., Gibson, J.J., Hobbie, J., Jeppesen, E., King, J., Koeck, G., Korhola, A., Lévesque, L., Macdonald, R., Power, M., Skvortsov, V., Vincent, W., Clark, R., Dempson, B., Lean, D., Lehtonen, H., Perin, S., Pienitz, R., Rautio, M., Smol, J., Tallman, R. et Zhulidov, A. (2005). « Freshwater ecosystems and fisheries », Chapitre 8 dans *Arctic Climate Impact Assessment*, C. Symon, L. Arris et B. Heal (éd.). Cambridge University Press, 353–452. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.amap.no/documents/download/1089/inline>

York, J.D., Mitchell, J., Nash, T., Snook, J., Felt, L., Taylor, M. et Dowsley, M. (2015). « Labrador Polar Bear Traditional Ecological Knowledge Final Report ». Torngat Wildlife, Plants and Fisheries Secretariat, Happy Valley-Goose Bay, Terre-Neuve-et-Labrador, 133 p. Consulté en mai 2022 sur le site <https://www.torngatsecretariat.ca/home/files/cat6/2015-labrador_polar_bear_traditional_ecological_knowledge_final_report.pdf>

Young, A.M., Higuera, P.E., Duffy, P.A. et Hu, F.S. (2017). « Climatic thresholds shape northern high-latitude fire regimes and imply vulnerability to future climate change ». *Ecography*, *40*(5), 606–617. Consulté en juin 2021 sur le site <https://doi.org/10.1111/ecog.02205>

YNB [Yukon Native Brotherhood]. (1973). « Together today for our children tomorrow: A statement of grievances and an approach to settlement by the Yukon Indian People ». The Council for Yukon Indians. Consulté en mai 2022 sur le site <https://yukon.ca/sites/yukon.ca/files/eco/eco-ar-together-today-for-our-children-tomorrow.pdf>

Yukon Research Centre (2019). « Aklavik Variable Speed Generator Analysis. Technical Report ». Yukon Research Centre, Yukon College. Whitehorse, Yukon.

Yurkowski, D.J., Hussey, N.E., Ferguson, S.H. et Fisk, A.T. (2018). « A temporal shift in trophic diversity among a predator assemblage in a warming Arctic ». *Royal Society Open Science, 5*(10), 180259. Consulté en février 2022 sur le site <https://doi.org/10.1098/rsos.180259>

Zucconi, A. et Karn, J. (2019). « The MSC's Collaborative Monitoring Initiative & Risk Based Approach to Hydrometric Network Design ». Présenté au Prairie Provinces Water Board Workshop du 28 novembre 2019. Consulté en avril 2022 sur le site <https://www.ppwb.ca/uploads/media/5df7f6c98ac64/presentation-8-jeffalex-eccc.pdf?v1>