



CHAPITRE 3

Ontario

RAPPORT SUR LES PERSPECTIVES RÉGIONALES





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	7
3.1 Introduction	9
3.1.1 Géographie	10
3.1.2 Profil social et démographique	11
3.1.3 Profil économique	12
3.1.4 Approche du chapitre	12
3.2 L'infrastructure de l'Ontario est sensible aux impacts des changements climatiques	13
3.2.1 Introduction	13
3.2.2 Inondations	14
3.2.3 Le transport dans le nord de l'Ontario	16
3.2.4 Évaluation des risques liés aux changements climatiques	18
Étude de cas 3.1 : La stratégie d'adaptation de Metrolinx	20
3.2.5 Gestion des actifs	21
3.2.6 Interdépendances	22
3.3 Les approches fondées sur la nature permettent de faire face aux impacts des changements climatiques sur la biodiversité et les services écosystémiques	25
3.3.1 Introduction	25
3.3.2 Impacts et vulnérabilités	26
3.3.3 Résilience et adaptation	28
Étude de cas 3.2 : L'aire naturelle de la plaine sablonneuse de Norfolk	35
3.4 La gestion adaptative est essentielle pour contrer les impacts sur le bassin des Grands Lacs	37
3.4.1 Introduction	37
3.4.2 Impacts et vulnérabilités	38
3.4.3 Résilience et adaptation	43
Étude de cas 3.3 : Adaptation locale dans le bassin des Grands Lacs	46



3.5 L'adaptation améliore la santé des forêts, le stockage du carbone et la biodiversité	48
3.5.1 Introduction	48
3.5.2 Impacts et vulnérabilités	50
3.5.3 Résilience et adaptation	53
3.6 Les changements climatiques sont une source de menaces et de possibilités pour les systèmes agricoles et alimentaires de l'Ontario	58
3.6.1 Introduction	59
3.6.2 Impacts et vulnérabilités	59
3.6.3 Résilience et adaptation	63
Étude de cas 3.4 : Comprendre et traiter les risques et les possibilités agroclimatiques	64
3.7 Les inégalités relatives à la santé humaine existantes seront aggravées par les changements climatiques	67
3.7.1 Introduction	67
3.7.2 Impacts et vulnérabilités	71
3.7.3 Résilience et adaptation	76
Étude de cas 3.5 : Mesures locales pour lutter contre la chaleur extrême	77
3.8 Les progrès en matière d'adaptation restent limités en Ontario	79
3.8.1 Introduction	79
Étude de cas 3.6 : Adaptation aux changements climatiques par la Première Nation de Georgina Island	80
3.8.2 Planification de l'adaptation	82
3.8.3 Mise en œuvre, suivi et évaluation	83
3.9 Aller de l'avant	84
3.9.1 Gouvernance	85
3.9.2 Accessibilité, format et interprétation des données sur les changements climatiques	85
3.9.3 Incertitude liée aux impacts des changements climatiques sur l'équilibre hydrique des lacs	86
3.9.4 Transfert des risques régionaux découlant des changements climatiques au bassin des Grands Lacs	86



3.9.5 Impacts des changements climatiques sur la culture et la santé mentale des Autochtones	86
3.9.6 Mécanismes financiers novateurs	87
3.10 Conclusion	87
3.11 Références	89

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 entraîné et continuera à entraîner 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'enchaînement 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'accroîtront à l'avenir (voir la figure 3.1).

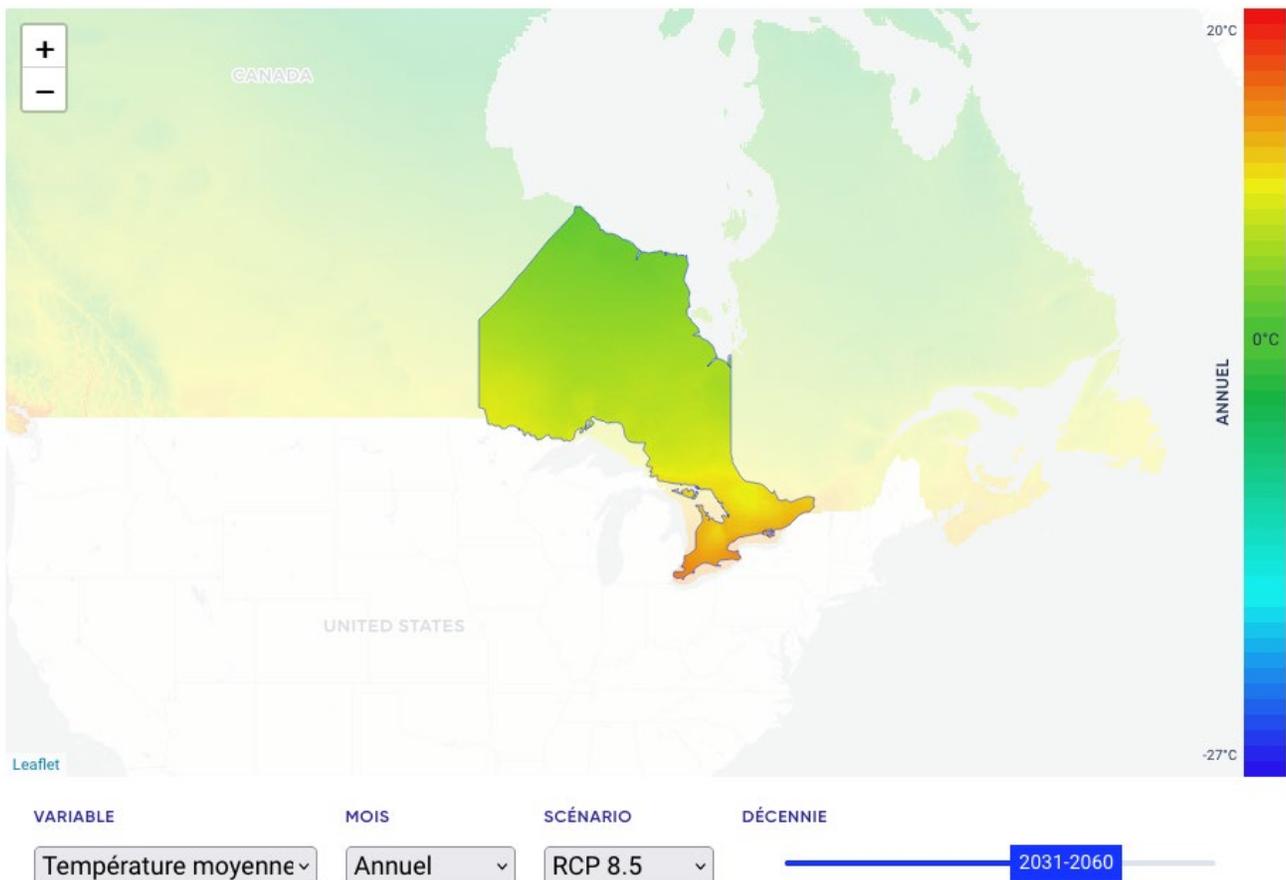


Figure 3.1 : Carte régionale interactive de l'Ontario qui s'inspire de donneesclimatiques.ca et représente diverses variables climatiques de 1980 à 2100 à l'aide d'un scénario d'émissions élevées RCP 8.5.

Source : donneesclimatiques.ca.

Les changements progressifs des conditions climatiques moyennes combinés aux changements de la fréquence et de l'ampleur des phénomènes météorologiques extrêmes entraînent 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 entraîné 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 entraîné 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).



© Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2019. Reproduit avec permission.

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 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	HOK Canada (2008)
	Sud-ouest de l'Ontario	Golder Associates (2012)
	Oneida Nation of the Thames	Stantec (2018 b)
	Premières Nations de Kasabonika Lake	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 granulats 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).

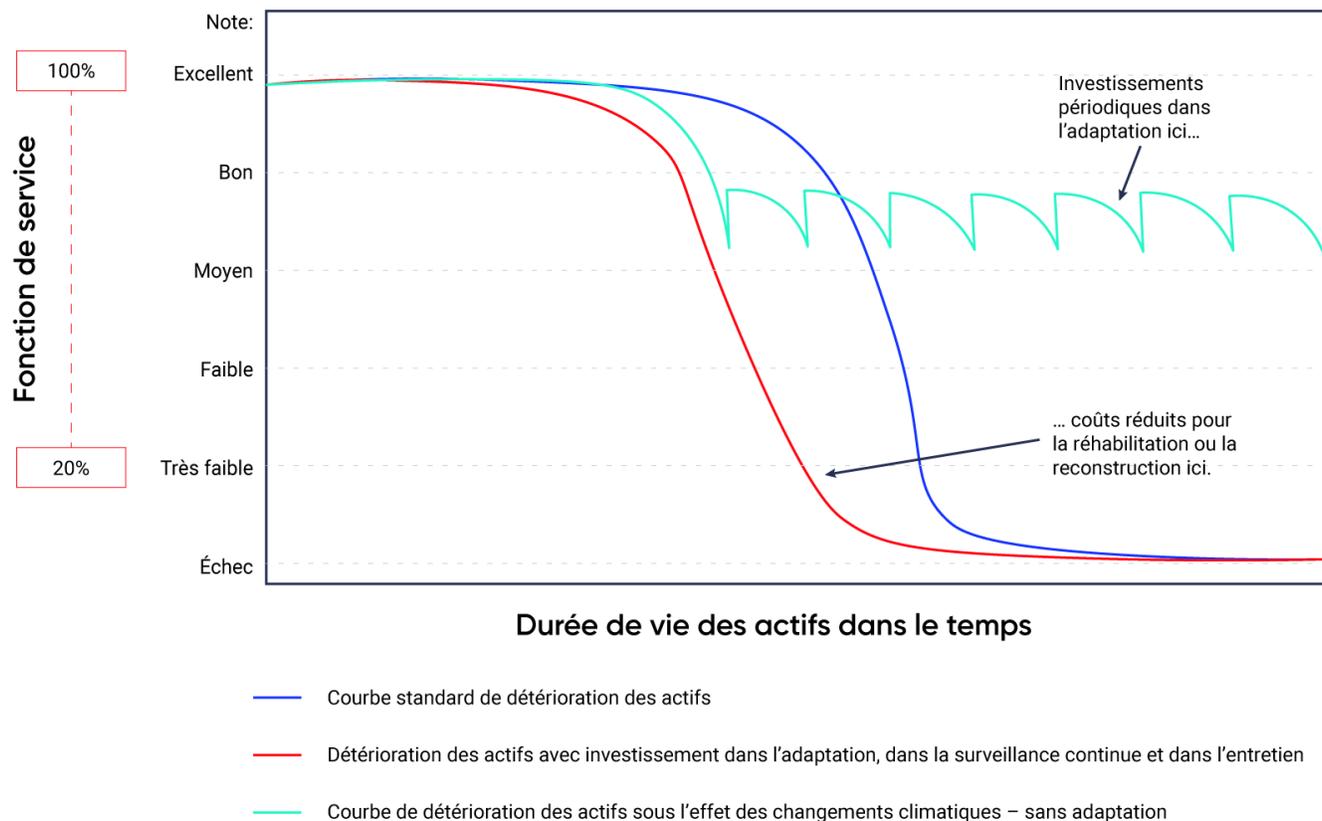


Figure 3.4 : Exemple de courbe de détérioration des actifs pour les routes montrant comment des investissements récurrents et prévus dans l'adaptation et la préservation des actifs pendant la phase initiale de dégradation (p. ex. de l'état « excellent » à « bon ») sont nettement plus rentables qu'une 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).

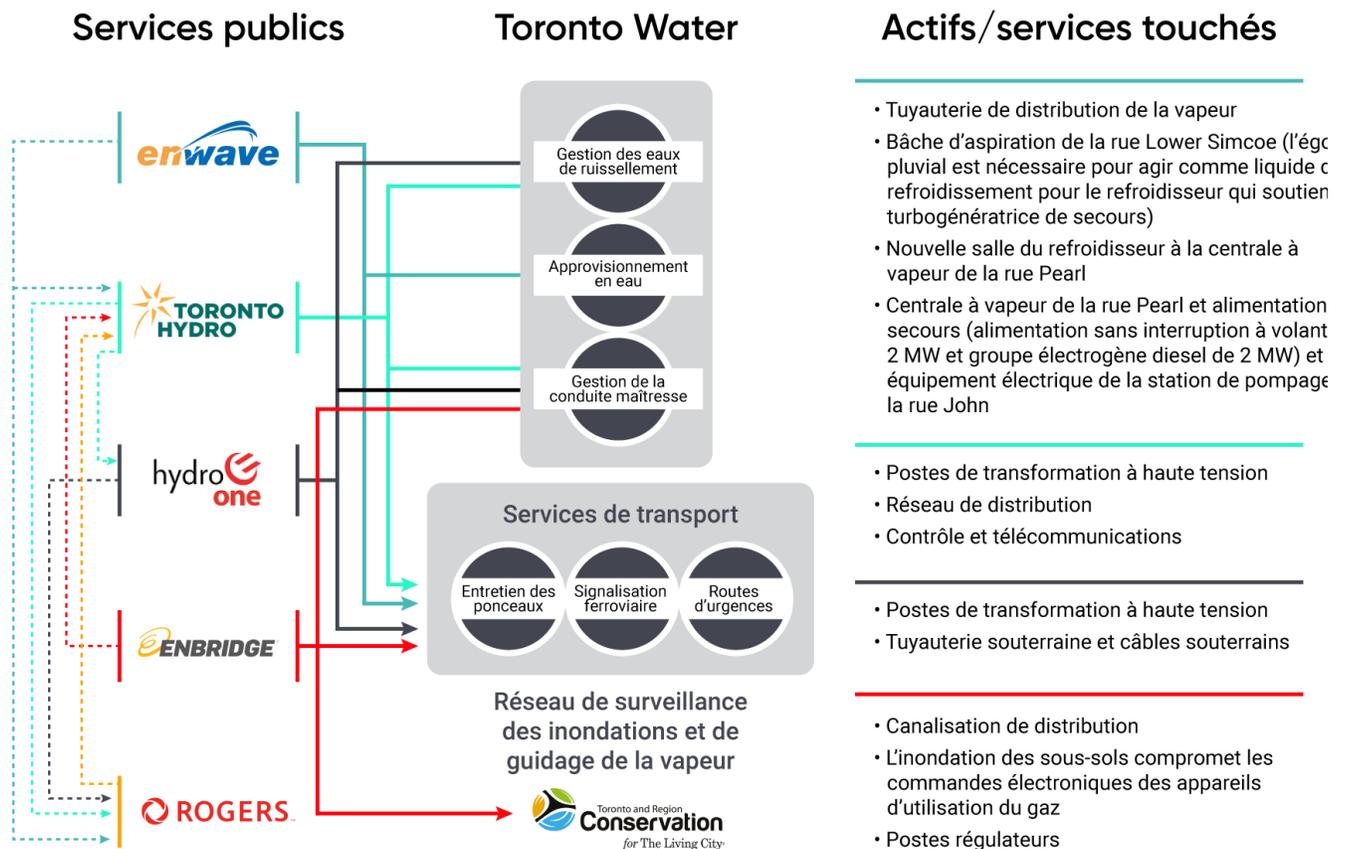


Figure 3.5 : Interdépendances des services publics dans la région du Grand Toronto. Source : AECOM, 2017.

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 proactives (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 entraîné et continuera à entraîner 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'enchaînement 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 reconnaît 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 entraîneront d'autres rejets de 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 rats 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 entraînera 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 entraînera 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 entraînera 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).

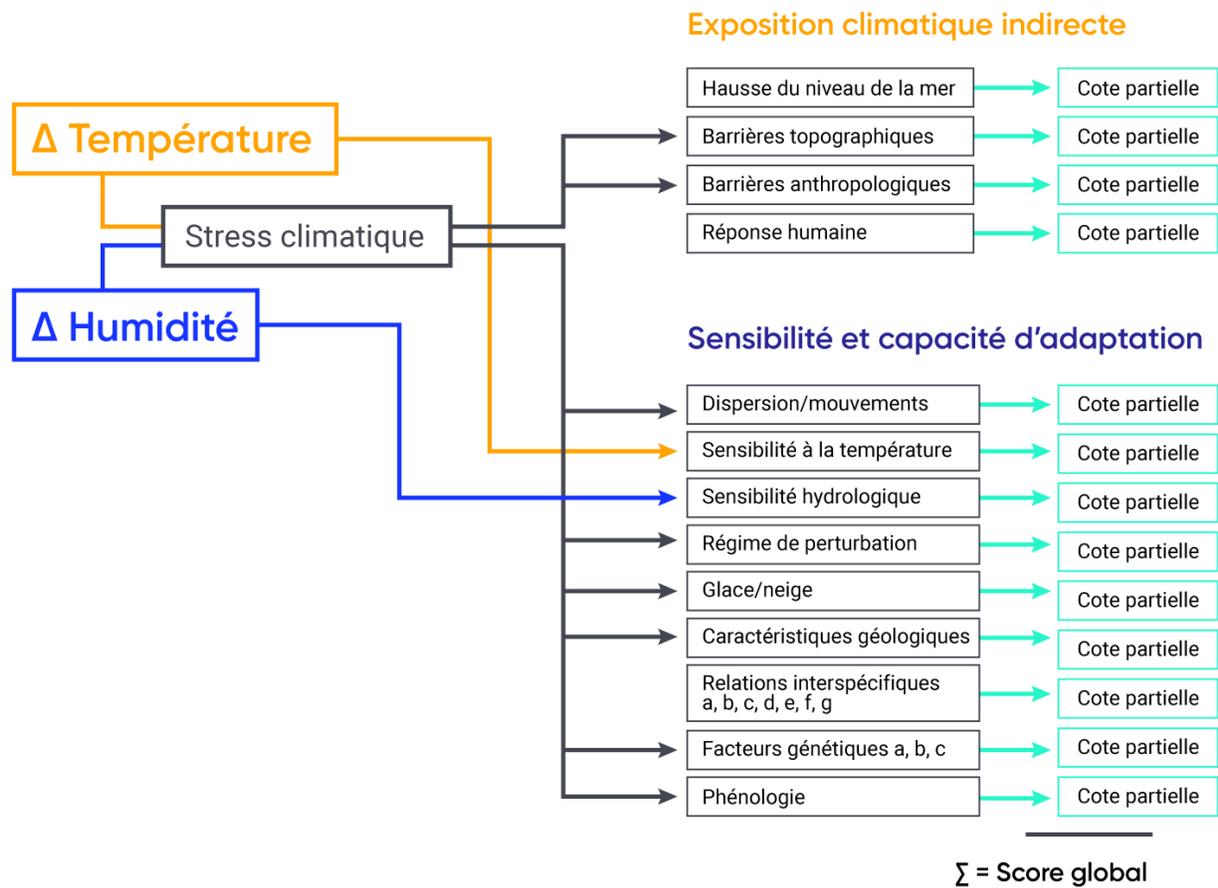


Figure 3.6 : Facteurs déterminants de l'indice de vulnérabilité aux changements climatiques. Source : Young et Hammerson, 2015.

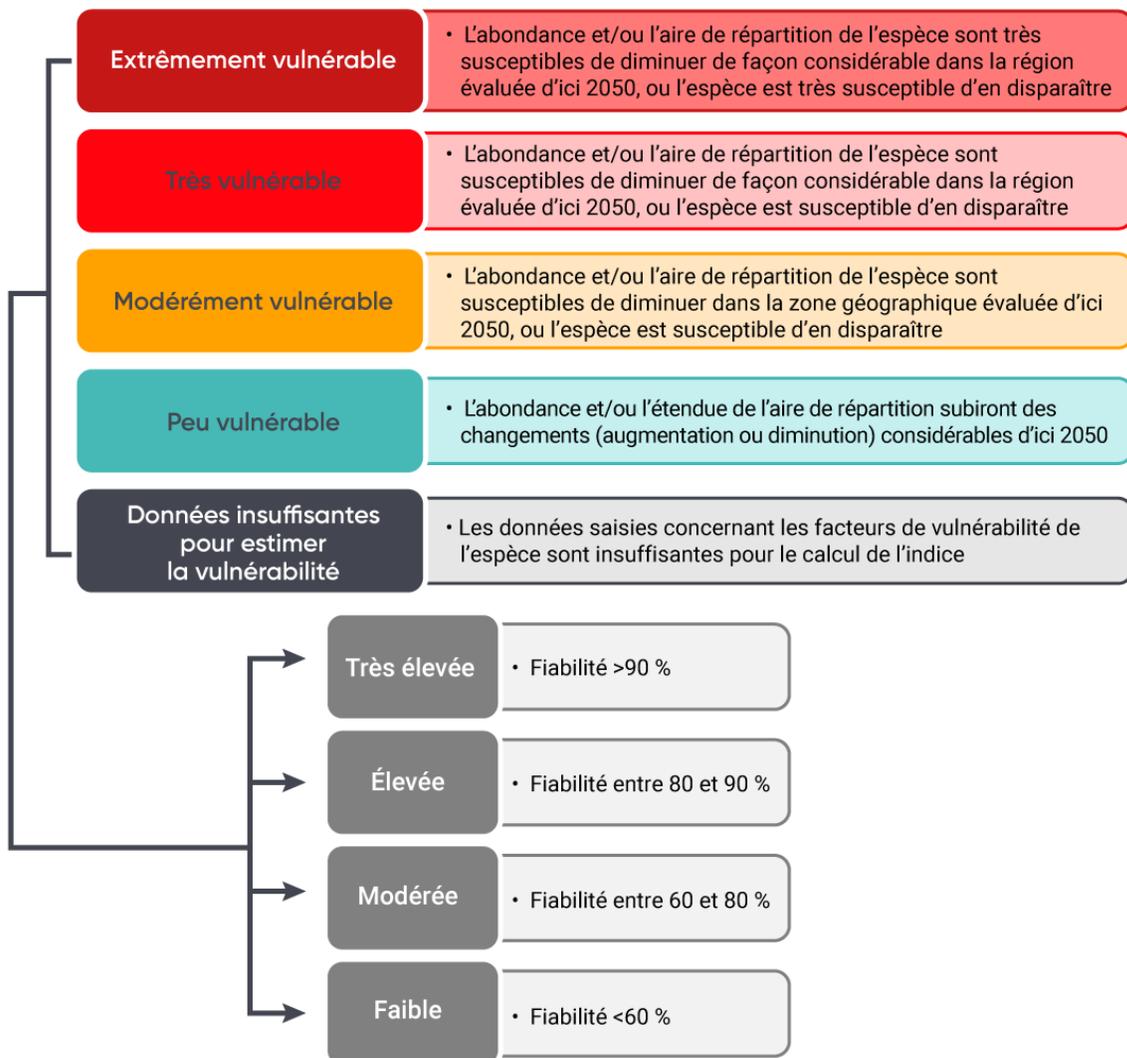


Figure 3.7 : Scores et niveaux de confiance de l'indice de vulnérabilité aux changements climatiques.
Sources : Brinker et coll., 2018; Young et Hammerson, 2015.

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.

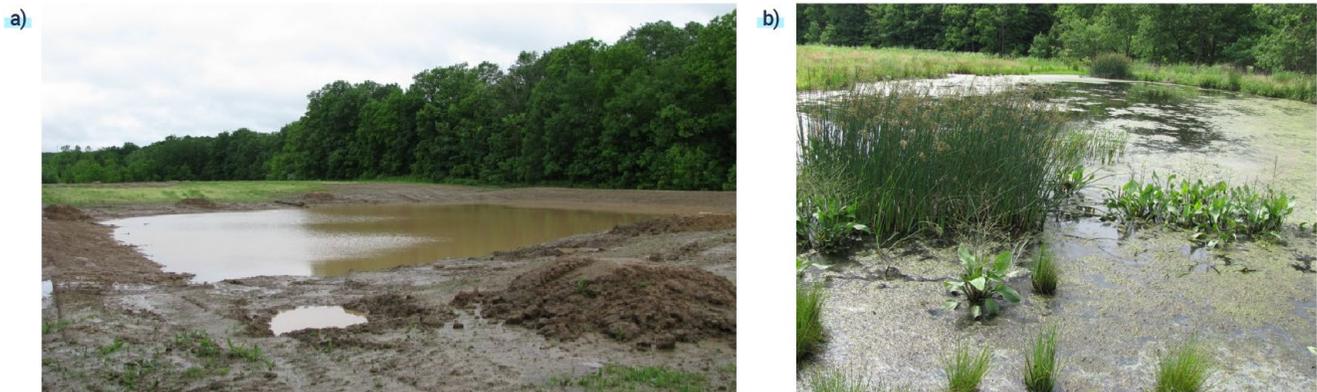


Figure 3.9 : Photos avant (à gauche) et après (à droite) du projet de restauration du milieu humide Williams de Conservation de la nature Canada dans l'aire de la plaine sablonneuse de Norfolk. Source : Conservation de la nature Canada, 2019.

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, entraîne 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 21^e 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).

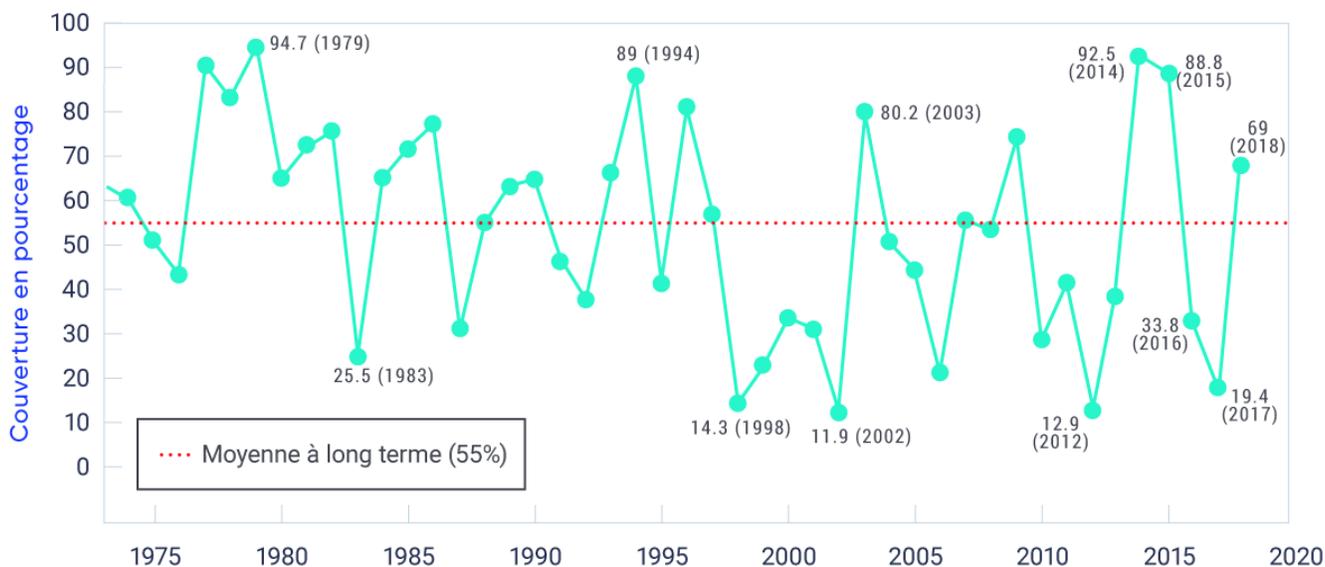


Figure 3.10 : Couverture de glace maximale annuelle observée dans les Grands Lacs (%) de 1973 à 2018. La ligne pointillée rouge indique la moyenne à long terme. Source : NOAA –Laboratoire de recherche environnementale des Grands Lacs, 2019.

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 entraîné 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 entraîné 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 entraîné 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 Alvington 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).

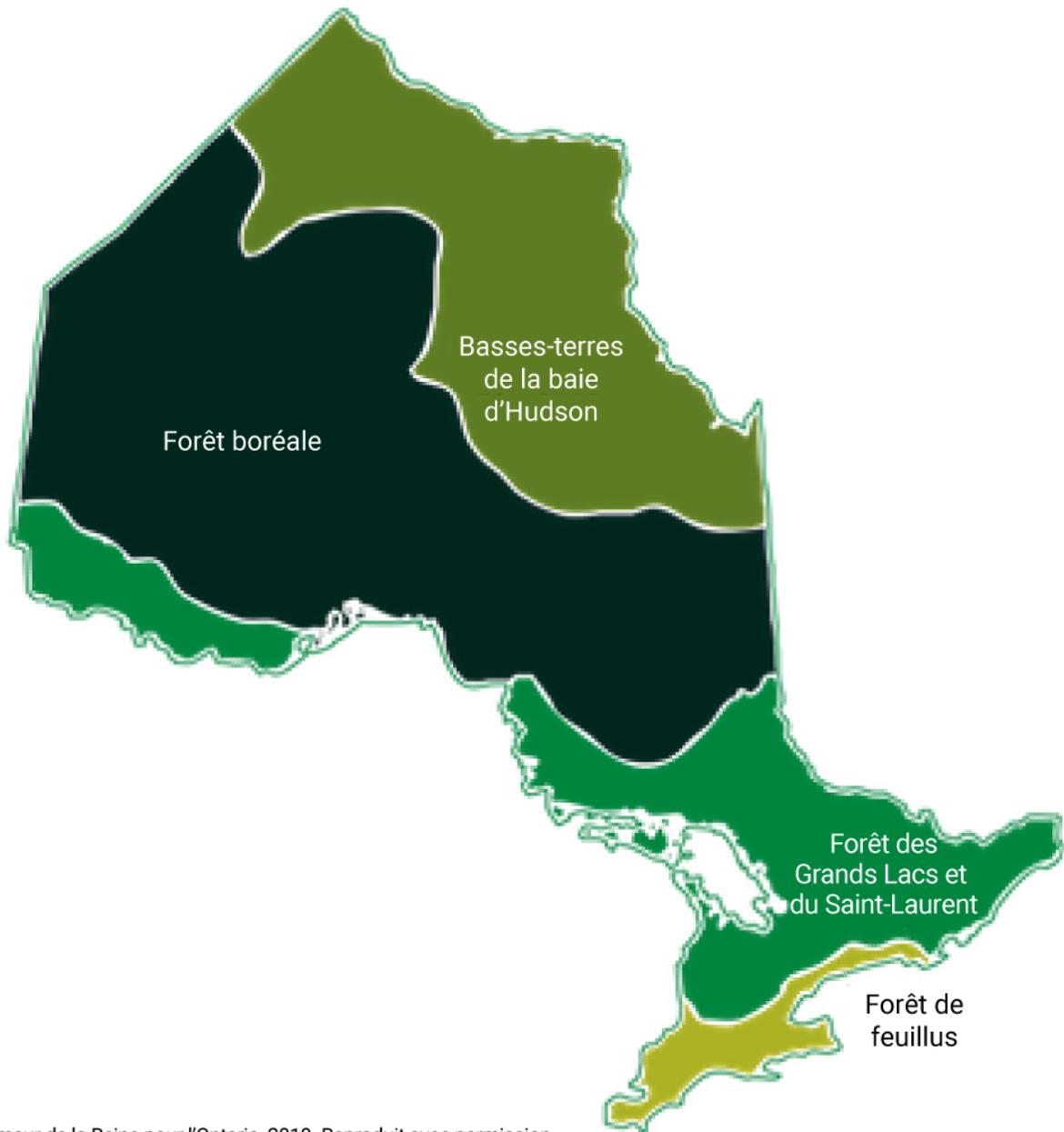
3.5 L'adaptation améliore la santé des forêts, le stockage du carbone et la biodiversité

Les changements climatiques ont des impacts sur la composition, les régimes de perturbation et l'enchaînement 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 entraîne 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).



© Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2019. Reproduit avec permission.

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 entraîné 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 minimale 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 entraînent 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).

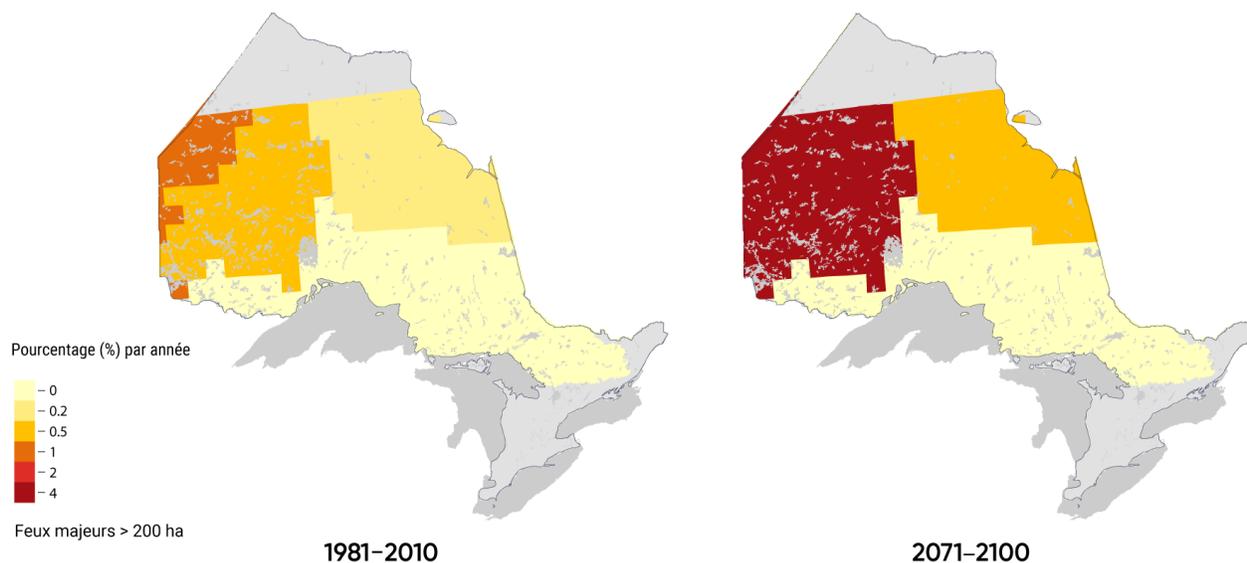


Figure 3.16 : Superficie annuelle moyenne brûlée par de grands incendies (incendies de plus de 200 ha) en Ontario de 1981 à 2010 (gauche) et projection de la superficie annuelle moyenne brûlée par de grands incendies en Ontario vers la fin du siècle (2071-2100) selon un scénario d'émissions élevées (RCP 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, entraînera 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 entraîneront 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 entraînera 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 connaître 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).

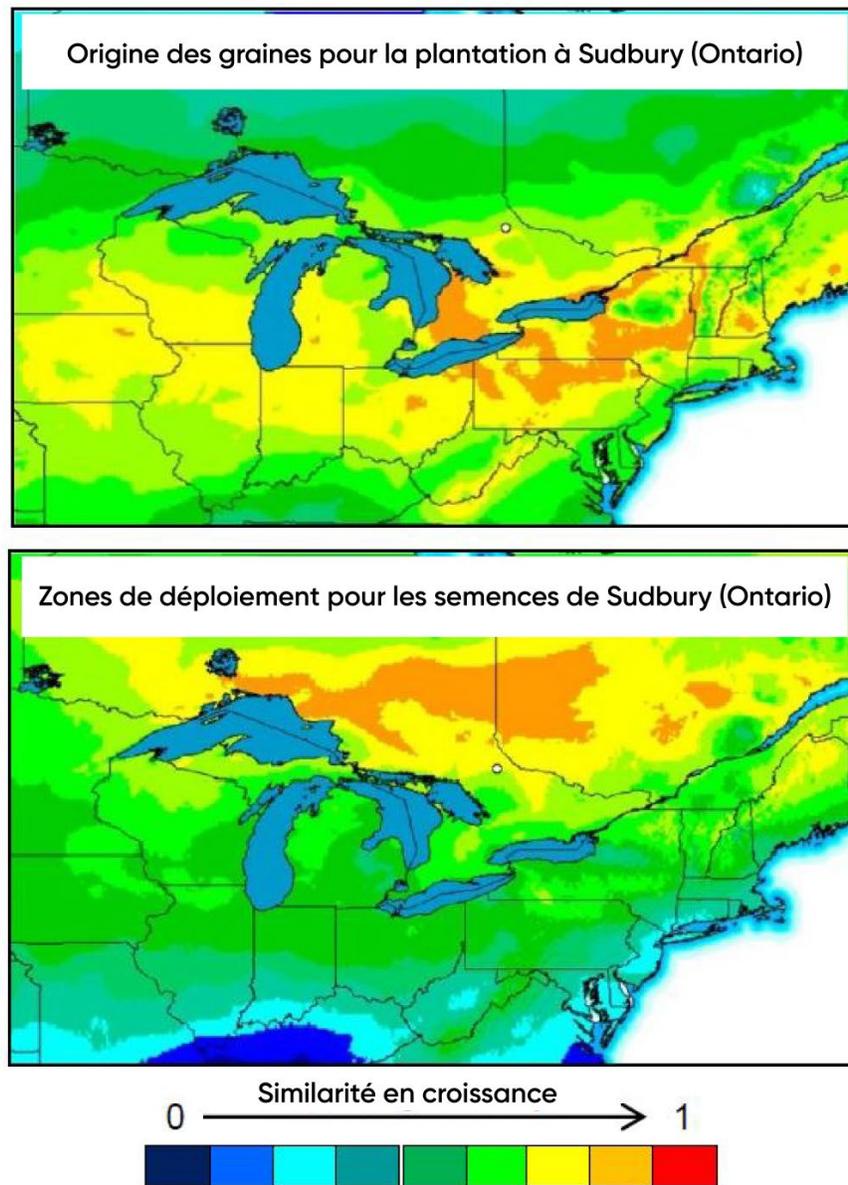


Figure 3.18 : Exemple de résultats de SeedWhere, montrant l'acquisition et le déploiement de semences à Sudbury, en Ontario. Source : Van Bogaert et Lorente, 2017; « Seed sources for planting at Sudbury, ON » et « Deployment areas for seed from Sudbury, ON », Service canadien des forêts, reproduits avec 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 éloignées 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 entraîner 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%	CanRCM4 – RCP 4.5	2071-2100	He et coll., 2018
	+13-17%	CanRCM4 – RCP 8.5	2071-2100	
	+41%	Ensemble multimodèle – CANGRD – RCP 8.5	2041-2070	Morand et coll., 2017a
Soja	N/C	CanRCM4 – RCP 4.5	2071-2100	He et coll., 2018
	N/C	CanRCM4 – RCP 8.5	2071-2100	
Blé d'hiver	-15-16%	CanRCM4 – RCP 4.5	2071-2100	He et coll., 2018
	-32%	CanRCM4 – RCP 8.5	2071-2100	
Canola	-21%	CanRCM4 – RCP 4.5	2041-2070	Qian et coll., 2018
	-33%	CanRCM4 – RCP 8.5	2041-2070	
	-27%	CanRCM4 – RCP 4.5	2071-2100	
	-50%	CanRCM4 – RCP 8.5	2071-2100	

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 entraîneront 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 connaître 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 Agrincorp, 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 connaître 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 En hiver : +4,7 °C Au printemps : +3,2 °C En été : +3,2 °C En automne : +3,3 °C	Annuelle : +3,3 °C En hiver : +3,6 °C Au printemps : +2,8 °C En été : +3,2 °C En automne : +3,1 °C
Précipitation	Annuelle : +9 % En hiver : +19 % Au printemps : +15 % En été : +1 % En automne : +7 %	Annuelle : +6 % En hiver : +13 % Au printemps : +13 % En été : pas de changement 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 connaître 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).

Legende

- Facteur de risque
- Facteur de protection

		 Sasha, 6 ans	 Mary, 23 ans	 Cesar, 42 ans	 Young, 81 ans
PRINCIPAL RISQUE POUR LA SANTÉ		Crise d'asthme due à la pollution	Complications à la naissance	Décès à la suite d'un coup de chaleur	Insuffisance cardiaque liée à la chaleur
CATÉGORIE DE VULNÉRABILITÉ	SUSCEPTIBILITÉ	<ul style="list-style-type: none"> Enfant Asthme Symptômes bénins, mais sinon en bonne santé 	<ul style="list-style-type: none"> Jeune adulte Grossesse En santé 	<ul style="list-style-type: none"> Âge mûr Hypertension artérielle Les médicaments augmentent la sensibilité à la chaleur 	<ul style="list-style-type: none"> Âge avancé Maladie cardiaque Les médicaments augmentent la sensibilité à la chaleur
	EXPOSITION	<ul style="list-style-type: none"> Vit à côté de sources de pollution atmosphérique Pollution atmosphérique aggravée par la chaleur 	<ul style="list-style-type: none"> Appartement mal isolé Le métro pour aller au travail n'est pas climatisé Climatisation au travail 	<ul style="list-style-type: none"> Travaille dehors au soleil Pas de climatisation à la maison 	<ul style="list-style-type: none"> Chambre au dernier étage Mauvaise climatisation dans une maison de soins infirmiers
	CAPACITÉ D'ADAPTATION	<ul style="list-style-type: none"> Classe moyenne Bon soutien familial 	<ul style="list-style-type: none"> Faible Manque de soutien social 	<ul style="list-style-type: none"> Immigrant sans-papiers Bon soutien social Assurance-maladie 	<ul style="list-style-type: none"> Classe moyenne Mobilité réduite
EFFET SUR LA SANTÉ		Visite au service des urgences pour une crise d'asthme	Elle lutte pour se protéger de la chaleur, mais accouche d'un bébé en bonne santé	Il a un coup de chaleur et manque de mourir	Longue hospitalisation en raison d'une insuffisance cardiaque
ACTION D'ADAPTATION		Un programme de surveillance en temps réel de la qualité de l'air envoie des avertissements aux résidents vulnérables lorsque les niveaux de pollution sont élevés	Le médecin est davantage formé sur l'impact de la chaleur sur la pratique clinique et conseille de manière proactive sur le risque de chaleur tout au long de la grossesse	Les responsables de la santé instituent de nouvelles règles de sécurité contre la chaleur pour protéger les travailleurs à l'extérieur	La maison de retraite met en œuvre un protocole d'urgence en cas de chaleur pour protéger les patients et investit dans l'amélioration de la climatisation

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 entraîner 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).

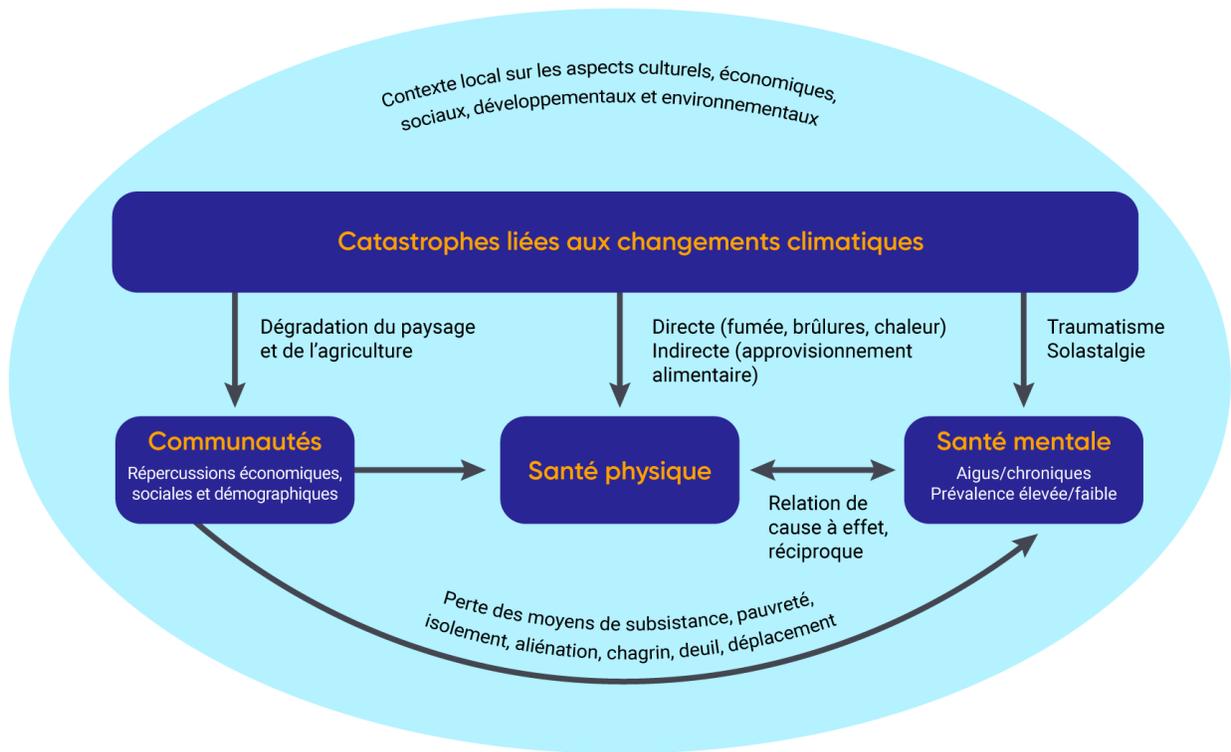


Figure 3.20 : Liens entre les catastrophes liées aux changements climatiques et les effets sur la santé humaine.
Source : Conseil des académies canadiennes, 2019.

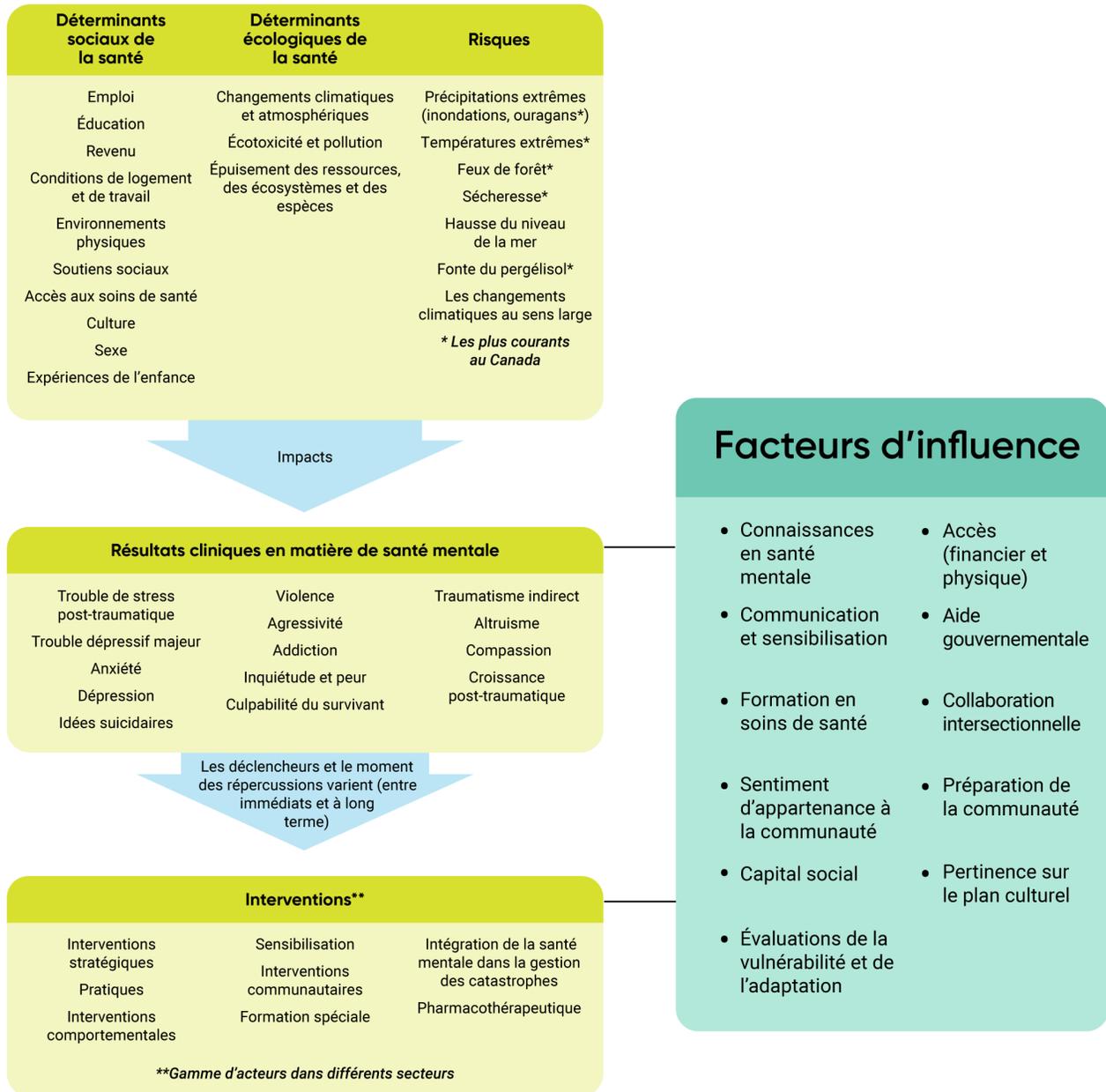


Figure 3.21 : Facteurs influençant les impacts des changements climatiques sur la santé psychosociale.

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), entraînant 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 entraînent 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) connaîtront au moins un épisode de chaleur par an et, d'ici les années 2080, 33 BSP sur 36 connaîtront 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 entraînera 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

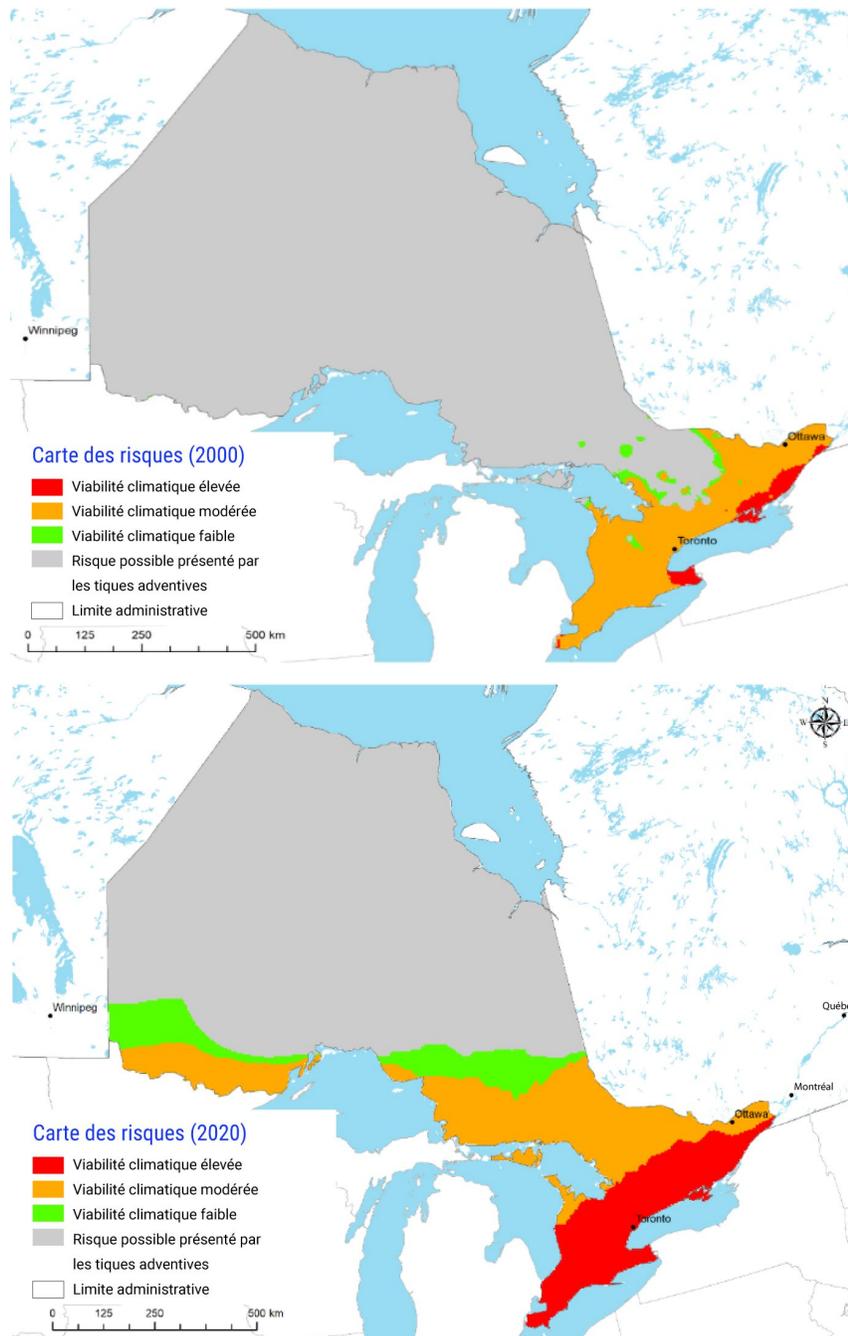
*Valeurs médianes historiques déterminées en calculant la médiane des valeurs annuelles de 1950 à 2005.

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).



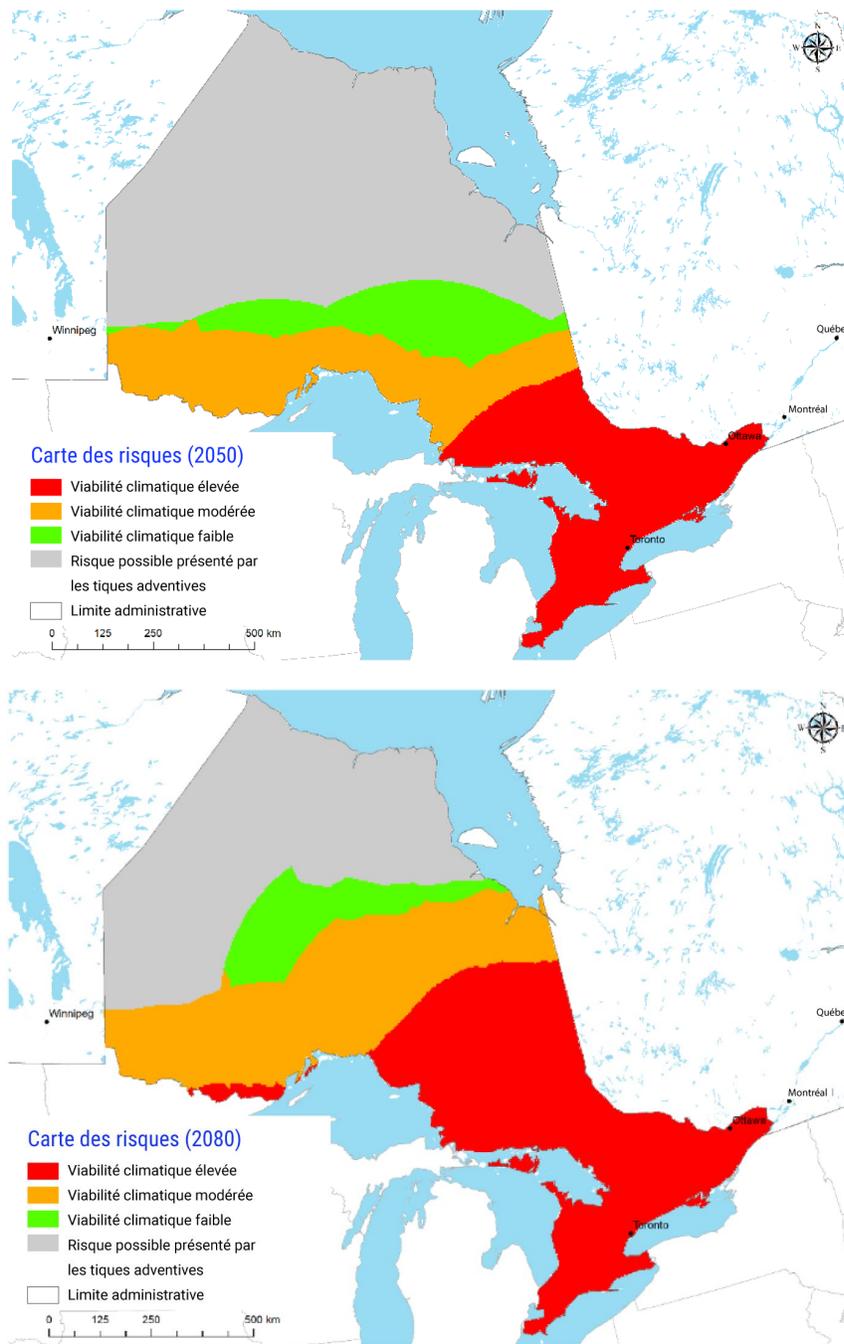


Figure 3.22 : Cartes de risques pour les populations de la tique à pattes noires (*Ixodes scapularis*) vecteur de la maladie de Lyme selon les scénarios climatiques historiques (1971–2000) et dans le cadres des scénarios d'émissions futures (années 2020, 2050 et 2080). Les données climatiques ont été 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 adventives 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, connaît 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'originaux vers le nord, les résidents utilisent une application mobile pour transmettre à d'autres personnes des renseignements sur la présence d'originaux, ainsi que sur les signes de maladies parasitaires visibles sur les originaux 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 ADAPTATION Santé de Santé Canada).

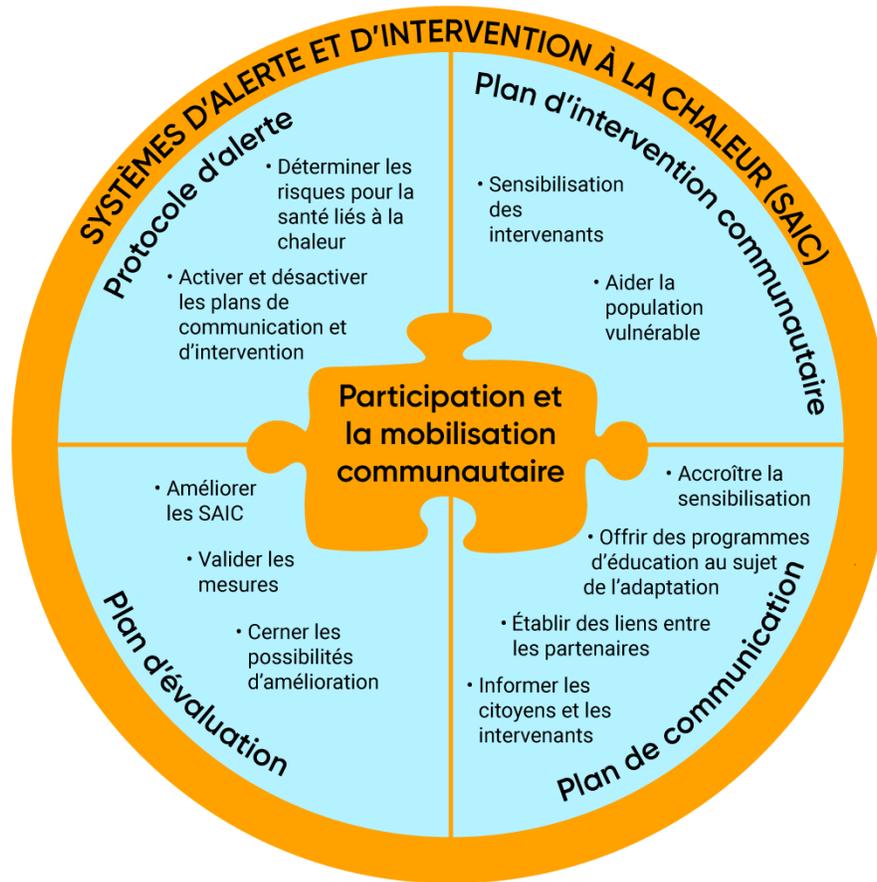


Figure 3.23 : Éléments essentiels des systèmes d'avertissement et d'intervention en cas de chaleur.
Source : Guilbault et coll. (2016), publié par l'Institut de prévention des sinistres catastrophiques.

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 rafraîchissement 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 rafraîchissement (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).

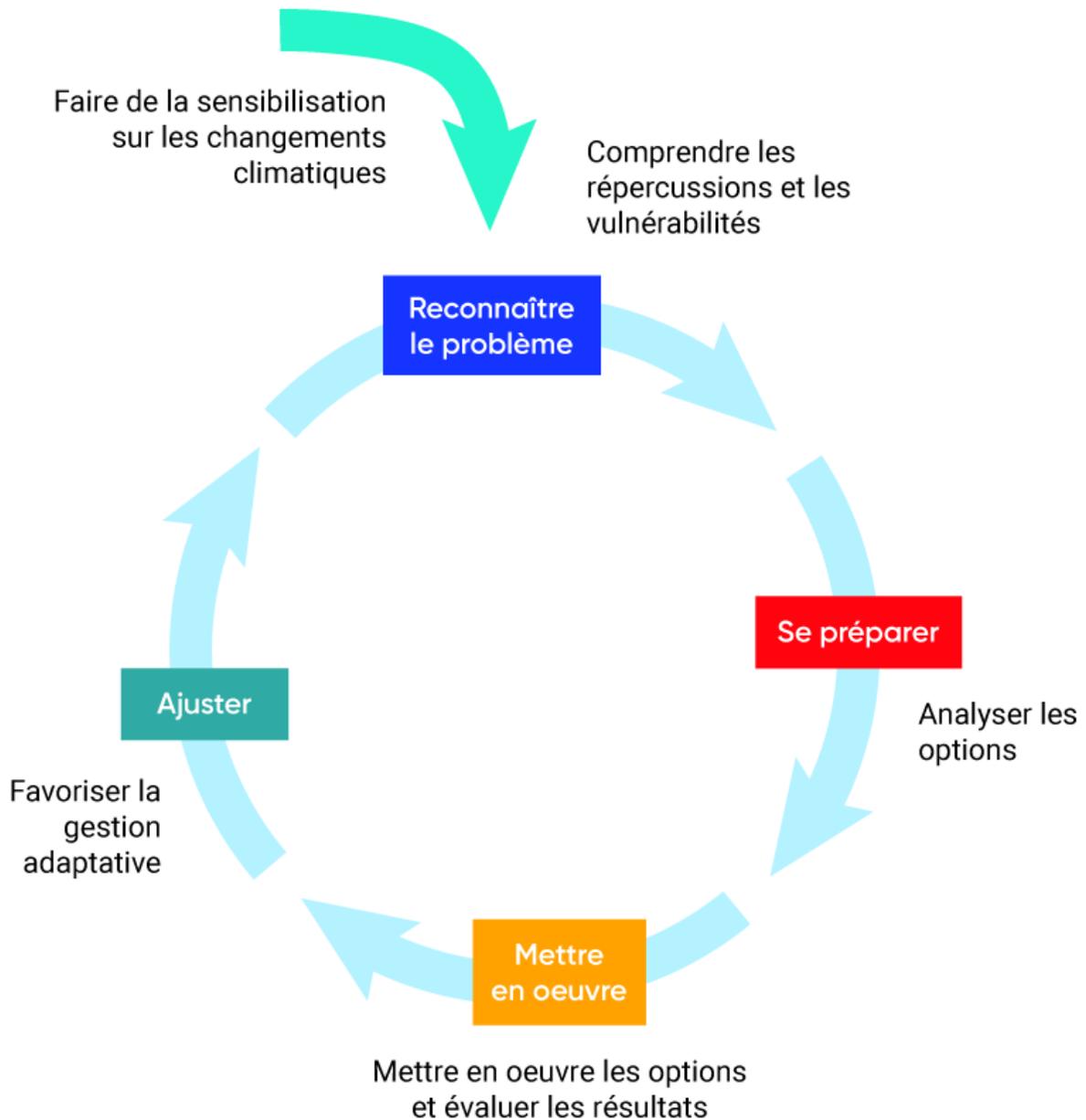


Figure 3.24 : Le cycle d'adaptation tel que présenté dans le plan d'adaptation aux changements climatiques des Pieds-Noirs. Source : Wagner et coll., 2018.

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 adresser 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 locaux, 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 entraîné 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 [Divulcation, 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://glslicities.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.rncan.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.rncan.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-biodiversite-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://cdnsiencepub.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](https://doi.org/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=qyLqDAAQBAJ&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=2ahUKEwihwICEnMnIAhUL-6wKHUYu4BulO6AEwAHoEAgQAQ#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](https://doi.org/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_hires_120618.original.pdf>
- Cabinet du Premier Ministre (2019). Lettre de mandat 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.metroinx.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 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, 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 recherche 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 internationale/JC 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 n° 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 n° 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_CCAadaptation_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/tiny_mce/uploaded/WQB/WQB_CCAadaptation_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](https://doi.org/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., Petrusek 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%20202011.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](https://doi.org/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'adaptation 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%81rabilit%C3%A9-2-juin_FR.pdf>

Environnement Canada (2013). Quand l'habitat est-il suffisant? 3^e 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). Données climatiques. 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/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 3^e 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://indigenouclimatehub.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/e09p19lzfefe/4WL1gsluAccmmWhC6lnHeq/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_bion_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-protéger-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-a545-65ad6fcea92/1094_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/lrsr.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., Rytty, N.R.I., Goodman, P.G., Zeka, A., Michelozzi, P., Scortichini, M., Hashizume, M., Honda, Y., Seposo, X., Kim, H., Tobias, A., Iñiguez, 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 N₂O 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., Fehring, 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/treearch/pubs/46393>>
- Jing, Q., Huffman, T., Shang, J., Liu, J., Pattey, E., Morrison, M., Jago, 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](https://doi.org/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-CSCCE-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-CSCCE-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 sociales, 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, 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.rncan.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](https://doi.org/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 recherche 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 relatif 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'Infrastructure 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 1^{er} 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: MNR'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](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](https://doi.org/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.ibr.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.rncan.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., Commene, 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](https://doi.org/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](https://doi.org/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.html>
- 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-transmission_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](https://doi.org/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., Brunzell, 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](https://doi.org/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://access.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](https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab88fc)>
- Qian, B., Zhang, X., Smith, W., Grant, B., Jing, Q., Cannon, A.J., 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](https://doi.org/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://d1ied5g1xfp8x.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'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/01-079.htm>>
- Richardson, K. (2015). « Sugar Bush Management in Ontario: Identification of Resilient Adaptation Strategies for a Changing Climate ». Projet de recherche de maîtrise 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/eliibrary/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 internationale 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](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://sfnha.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 ». Vedralia 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/568aab0d08ae1e63f1f1be219/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. N° au catalogue 98-404-X2016001. Produits de données, 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 recherche 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](https://doi.org/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](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 foresterie du Nord, Edmonton, Alberta, 112p. Consulté en avril 2020 sur le site <<https://d1ied5g1xfqpx8.cloudfront.net/pdfs/29617.pdf>>
- Windsor-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.rncan.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](https://doi.org/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 soumise 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 Chatham-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>>