

# PROSPÉRITÉ CLIMATIQUE



UNE INITIATIVE CANADIENNE



LE PRIX À PAYER : RÉPERCUSSIONS ÉCONOMIQUES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR LE CANADA

// RAPPORT 04



Canada



IL NE S'AGIT PAS  
SEULEMENT DE  
FAIRE FACE AU  
CHANGEMENT  
CLIMATIQUE, MAIS  
D'EN **BÉNÉFICIER.**



© Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, 2011

Tous droits réservés. Aucune partie de ce document couverte par le droit d'auteur ne peut être reproduite ou utilisée sous quelque forme que ce soit – graphique, électronique ou mécanique, par photocopie, enregistrement ou par système de recherche documentaire – sans l'autorisation écrite de l'éditeur.

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (Canada)

Le prix à payer : répercussions économiques du changement climatique pour le Canada  
Quatrième rapport sur la prospérité climatique

Publ. Aussi en anglais sous le titre :

Paying the Price: The Economic Impacts of Climate Change for Canada

Comprend des références bibliographiques

Également affiché sur Internet

ISBN 978-1-100-97769-0

No de cat.: En133-40/4-2011F

I. Climat--Changements--Aspect économique--Canada.

2. Climat--Changements--Politique gouvernementale--Aspect économique--Canada.

3. Environnement--Politique gouvernementale--Aspect économique--Canada.

4. Économie de l'environnement--Canada.

I. Titre : Le prix à payer : répercussions économiques du changement climatique pour le Canada

II. Collection : Quatrième rapport sur la prospérité climatique

QC903.2 C3 N3714 2011

363.738'740971

C2011-980107-8

Conception graphique: Bleublancrouge-Kolegram

Citation suggérée: Canada. Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (2011).

Le prix à payer : répercussions économiques du changement climatique pour le Canada : TRNEE.

Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie

344, rue Slater, bureau 200

Ottawa (Ontario) K1R 7Y3

Canada

T 613 992-7189

F 613 992-7385

C admin@trnee-nrtee.ca

W www.trnee-nrtee.ca



TABLE RONDE NATIONALE  
SUR L'ENVIRONNEMENT  
ET L'ÉCONOMIE

NATIONAL ROUND  
ON THE ENVIRONMENT  
AND THE ECONOMY

Avertissement: Les opinions exprimées dans ce document ne représentent pas nécessairement celles des organismes auxquels sont associés ou autrement reliés les membres de la Table ronde. La TRNEE vise le consensus mais n'exige pas l'unanimité. Les délibérations de la Table ronde reposent sur des échanges et des débats dynamiques reflétant la diversité des opinions.

## REMERCIEMENTS

La Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (TRNEE) tient à souligner la généreuse contribution de ses nombreux collaborateurs. Nous remercions tout particulièrement les membres de notre comité consultatif qui nous ont fourni de précieux conseils et qui ont su orienter l'analyse des recherches menant au rapport au fur et à mesure de son élaboration. Nous remercions également les nombreux experts qui ont pris part à nos séances d'orientation et de dialogue.

Ce genre de travail est nécessairement interdisciplinaire, ce qui signifie dans notre cas qu'il fallait intégrer des données de nature climatique, écologique, en matière de santé, géographique et économique. Nous nous sommes inspirés de l'expertise de nombreuses disciplines pour alimenter notre recherche et la faire confirmer par des collègues. Ce sont toutes ces contributions qui nous ont permis de produire un rapport de qualité. La TRNEE est responsable du produit final.

La TRNEE tient aussi à souligner l'apport d'importants groupes-conseils à la recherche ayant mené à la constitution du rapport : Metroeconomica Limited, Paul Watkiss Associates, Burton Dickinson Consulting Limited, Marbek Resource Consultants, Van Lantz, David Anthoff, Patrick Kinney, Stockholm Environment Institute – U.S. Center, Industrial Economics Ltd., Paul Chinowsky, ArborVitae Environmental Services Ltd., et Chris Hope.

Enfin, nos remerciements au personnel du Secrétariat de la TRNEE pour sa participation à l'élaboration du rapport. Nadra Meigag et Denise Edwards ont coordonné de nombreuses séances d'intervenants. Marie-Josée Lapointe, Tony Bégin, Tania Tremblay, Edwin Smith, et Richard Pilon ont géré la conception et la production du rapport. Will McDowell a contribué à la portée du rapport et a défini la structure de la recherche. James Wellstead et Joëlle Boutin ont appuyé la recherche et ont contribué à la rédaction. Suzanne Loney et Jimena Eyzaguirre ont dirigé les recherches soutenant ce rapport, analysé les résultats, convoqué les intervenants de partout au pays et préparé les ébauches. À titre de chargée de projet, la participation de Suzanne à la production de ce quatrième rapport dans la série *Prospérité climatique* a été cruciale.

## MESSAGE DU VICE-PRÉSIDENT

*Le prix à payer : répercussions économiques du changement climatique pour le Canada* est le plus récent rapport de la série Prospérité climatique de la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie. Il complète *Degrés de réchauffement : les enjeux de la hausse du climat pour le Canada* publié en 2010, lequel présente toute une gamme de changements physiques au Canada résultant du réchauffement climatique. Ces rapports nous permettent de mieux comprendre les effets économiques croissants du changement climatique pour le Canada, d'en évaluer les coûts et de saisir les possibilités d'adaptation qui s'offrent à nous.

*Degrés de réchauffement* démontrait les conséquences physiques possibles du réchauffement climatique pour le Canada; *Le prix à payer* en présente les effets économiques possibles. Une grande partie de ces effets seront négatifs et entraîneront bien souvent des coûts. Ces deux rapports de la TRNEE aideront les Canadiens à mieux comprendre les effets et leurs coûts.

*Le prix à payer* vise à aider les gouvernements, les entreprises et les collectivités à faire des investissements tenant compte du climat dès maintenant, et plus tard. En outre, les données économiques qu'il fournit nous aideront à comprendre les éléments en jeu advenant le cas où notre absence de réaction favoriserait la hausse mondiale des émissions de gaz à effet de serre.



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'R.W. Slater'.

**R.W. SLATER, CM, Ph. D.**  
Vice-président de la TRNEE

# MESSAGE DU PRÉSIDENT ET PREMIER DIRIGEANT

Le changement climatique entraîne des coûts qui pourraient être élevés. Mais peu de Canadiens savent vraiment ce qu'il en est.

Jusqu'à présent, l'accent a surtout été mis sur ce qu'il en coûterait à l'industrie et aux consommateurs pour réduire les gaz à effet de serre. On a peu insisté sur les coûts de l'inaction et sur les dommages économiques pour le Canada et les Canadiens résultant de la hausse des émissions mondiales et du changement climatique.

*Le prix à payer : répercussions économiques du changement climatique pour le Canada* est le premier document canadien à présenter ces coûts. Le rapport établit clairement qu'il existe, en plus d'un coût environnemental, un coût économique résultant de l'absence de réaction au changement climatique. Ce sont des coûts élevés dont l'escalade pourrait se poursuivre.

Le rapport indique également que l'adaptation au changement climatique présente des avantages économiques. Elle peut réduire le coût des répercussions climatiques en prévenant les dommages et en épargnant des vies et des frais.

Le rapport de la Table ronde établit clairement que la réduction des émissions mondiales est avantageuse pour l'économie et l'environnement du pays.



A handwritten signature in dark ink that reads "David McLaughlin".

**DAVID McLAUGHLIN**

*Président et premier dirigeant de la TRNEE*



## QUI NOUS SOMMES

Découlant du fameux rapport Brundtland, *Notre avenir à tous*, la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (TRNEE ou Table ronde) est devenue un modèle lorsqu'il s'agit de réunir des intérêts variés et en concurrence les uns avec les autres pour créer des idées consensuelles et apporter des suggestions viables en matière de développement durable. La TRNEE vise à assurer la durabilité de la prospérité du Canada sans emprunter des ressources des générations futures ni compromettre leur capacité à vivre de façon sécuritaire.

La TRNEE est dans une position particulière, à savoir qu'elle est une agence consultative en matière de politique qui conseille le gouvernement fédéral en matière de solutions de développement durable. Nous sensibilisons la population et le gouvernement du Canada aux défis que pose le développement durable. Nous sommes en faveur du changement positif. Nous cherchons à faire la promotion de solutions de politiques crédibles et impartiales qui favorisent tous les Canadiens.

Nous nous acquittons de cette mission en produisant des rapports approfondis et étayés sur les enjeux prioritaires et en offrant des conseils aux gouvernements sur la meilleure façon de concilier et d'intégrer les défis souvent opposés de la prospérité économique et de la conservation de l'environnement.

La TRNEE regroupe des citoyens de grande réputation affichant un leadership de premier plan en développement durable qui travaillent dans les entreprises, les universités, qui sont des environnementalistes, des spécialistes de la main d'oeuvre, des politiques publiques et de la vie communautaire, de partout au Canada. Nos membres sont nommés par le gouvernement fédéral pour un mandat de trois ans. Ils se réunissent en table ronde, qui offre une tribune pour la discussion et qui encourage des échanges libres d'idées menant à un consensus.

Nous consultons également des organismes possédant de l'expertise, des industries et des individus pour nous aider à réaliser nos travaux au nom des Canadiens.

La *Loi sur la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie* souligne la nature indépendante de la Table ronde et de ses travaux. La TRNEE fait rapport, pour le moment, au gouvernement du Canada et au Parlement, par la voix du ministre de l'Environnement. La TRNEE tient un secrétariat, qui commande et analyse les recherches demandées par ses membres dans le cadre de leurs travaux.

# MEMBRES DE LA TRNEE

## VICE-PRÉSIDENT DE LA TRNEE

### **Robert Slater**

Professeur adjoint  
en politique environnementale  
Université Carleton  
Ottawa (Ontario)

## VICE-PRÉSIDENT DE LA TRNEE

### **Mark Parent**

Ancien ministre de l'Environnement et  
du Travail de la Nouvelle-Écosse  
Canning (Nouvelle-Écosse)

### **David John Bishop**

Associé  
McKercher LLP Barristers and Solicitors  
Regina (Saskatchewan)

### **L'honorable Pauline Browes, C.P.**

Directrice  
Waterfront Regeneration Trust  
Toronto (Ontario)

### **Dianne Cunningham**

Directrice  
Lawrence National Centre  
for Policy and Management  
Université Western Ontario  
London (Ontario)

### **John V. Hachey**

Lachine (Québec)

### **Timothy R. Haig**

Directeur et Ancien président-directeur général  
BIOX Corporation  
Oakville (Ontario)

### **Christopher Hilkene**

Président  
Clean Water Foundation  
Toronto (Ontario)

### **Franklin Holtforster**

Président et premier dirigeant  
MHPM Project Managers Inc.  
Ottawa (Ontario)

### **Robert Kulhawy**

Président exécutif  
Calco Environmental Group  
Calgary (Alberta)

### **Donald MacKinnon**

Président  
Syndicat des travailleurs  
et travailleuses du secteur énergétique  
Toronto (Ontario)

### **Robert Mills**

Conseiller international, Globe International  
Conseiller principal, Plasco Energy Group  
Red Deer (Alberta)

### **Richard Prokopanko**

Directeur  
Relations gouvernementales  
Rio Tinto Alcan Inc.  
Vancouver (Colombie-Britannique)

## PRÉSIDENT ET PREMIER DIRIGEANT DE LA TRNEE

### **David McLaughlin**

# CONTENU

<b>0.0 // SOMMAIRE</b> .....	<b>014</b>
<b>1.0 // CHANGEMENT CLIMATIQUE : HISTOIRE ÉCONOMIQUE</b> .....	<b>022</b>
1.1 // Les enjeux .....	023
1.2 // Notre contribution .....	023
1.3 // Notre approche .....	025
<b>2.0 // LE COÛT NATIONAL DU CHANGEMENT CLIMATIQUE AU CANADA</b> .....	<b>034</b>
2.1 // Comment le Canada est-il touché ? .....	035
2.2 // Modélisation des coûts du changement climatique .....	037
2.3 // Conséquences économiques du changement climatique pour le Canada .....	041
2.4 // Le Canada et le monde à 2 °C de réchauffement .....	046
2.5 // Conclusions .....	047
<b>3.0 // APPROVISIONNEMENT FORESTIER</b> .....	<b>050</b>
3.1 // Le lien avec le climat .....	051
3.2 // Aperçu de nos méthodes .....	053
3.3 // Effets du changement climatique sur l'approvisionnement forestier .....	054
3.4 // Répercussions économiques .....	055
3.5 // Stratégies d'adaptation .....	058
3.6 // Conclusions .....	063
<b>4.0 // RÉGIONS CÔTIÈRES</b> .....	<b>066</b>
4.1 // Le lien avec le climat .....	067
4.2 // Aperçu de nos méthodes .....	070
4.3 // Incidence des inondations côtières .....	071
4.4 // Répercussions économiques .....	076
4.5 // Stratégies d'adaptation .....	081
4.6 // Conclusions .....	087
<b>5.0 // SANTÉ HUMAINE</b> .....	<b>090</b>
5.1 // Le lien avec le climat .....	091
5.2 // Aperçu de nos méthodes .....	093
5.3 // Incidence du changement climatique sur la santé .....	095
5.4 // Répercussions économiques .....	099
5.5 // Stratégies d'adaptation .....	103
5.6 // Conclusions .....	107

<b>6.0 // ÉCOSYSTÈMES</b>	<b>110</b>
6.1 // Le lien avec le climat	111
6.2 // Répercussions économiques	113
6.3 // Stratégies d'adaptation	119
6.4 // Les limites de l'évaluation économique	119
6.5 // Conclusions	121
<b>7.0 // CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS</b>	<b>124</b>
7.1 // Qu'avons-nous découvert ?	125
7.2 // Qu'est-ce que ça signifie ?	127
7.3 // Quelles sont nos recommandations ?	128
7.4 // Que faire maintenant ?	129
<b>8.0 // ANNEXES</b>	<b>132</b>
8.1 // Cadre analytique	133
8.2 // Répartition des coûts selon quatre scénarios de climat et de croissance	134
8.3 // Détails supplémentaires sur les méthodes employées pour l'étude sur l'approvisionnement forestier	137
8.4 // Détails supplémentaires sur les méthodes employées pour l'étude des régions côtières	141
8.5 // Détails supplémentaires sur les méthodes employées pour l'étude sur la santé humaine	144
8.6 // Participation des intervenants experts	152
8.7 // Glossaire	156
8.8 // Bibliographie	159
8.9 // Notes de fin de texte	168

## LISTE DES FIGURES

<b>FIGURE 1</b>	// Incertitude grandissante dans la détermination du coût des effets du changement climatique	026
<b>FIGURE 2</b>	// Trajectoires des émissions soutenant les scénarios de climat mondial	027
<b>FIGURE 3</b>	// Scénarios de croissance nationale	028
<b>FIGURE 4</b>	// Quatre scénarios utilisés pour notre analyse	029
<b>FIGURE 5</b>	// Fonctionnement du modèle PAGE09	038
<b>FIGURE 6</b>	// Coûts annuels moyens du changement climatique au Canada	042
<b>FIGURE 7</b>	// Coûts annuels moyens du changement climatique au Canada en rapport au PIB	043
<b>FIGURE 8</b>	// Distribution des coûts du changement climatique dans un scénario de changement climatique élevé et de croissance rapide, 2050	044
<b>FIGURE 9</b>	// Effets du changement climatique sur les forêts canadiennes	052
<b>FIGURE 10</b>	// Effets du changement climatique sur les régions côtières	068
<b>FIGURE 11</b>	// Zones à risque d'inondation le long des côtes marines du Canada	072
<b>FIGURE 12</b>	// Superficie des terres menacées d'inondation au Canada dans les années 2050, par rapport à la superficie totale (%)	073
<b>FIGURE 13</b>	// Nombre annuel d'habitations menacées d'inondation au Canada	074
<b>FIGURE 14</b>	// Dommages annuels causés aux habitations par les inondations	076
<b>FIGURE 15</b>	// Coût par habitant des dommages aux habitations, par région, années 2050	079
<b>FIGURE 16</b>	// Effets du changement climatique sur la santé humaine	091
<b>FIGURE 17</b>	// Nombre de décès attribuables annuellement aux effets du changement climatique sur la chaleur et la qualité de l'air	096
<b>FIGURE 18</b>	// Nombre annuel de consultations hospitalières attribuables aux effets du changement climatique sur la qualité de l'air	098
<b>FIGURE 19</b>	// Augmentation annuelle des dépenses des visiteurs attribuables au changement climatique	115
<b>FIGURE 20</b>	// Prévoir les conditions futures	134
<b>FIGURE 21</b>	// Distribution du coût éventuel en situation de changement climatique faible et de croissance lente, 2050	135
<b>FIGURE 22</b>	// Distribution du coût éventuel en situation de changement climatique faible et de croissance rapide, 2050	135
<b>FIGURE 23</b>	// Distribution du coût éventuel en situation de changement climatique élevé et de croissance lente, 2050	136
<b>FIGURE 24</b>	// Distribution du coût éventuel en situation de changement climatique élevé et de croissance rapide, 2050	136

## LISTE DES TABLEAUX

<b>TABEAU 1</b>	// Coûts annuels du changement climatique, 2075.....	044
<b>TABEAU 2</b>	// Diminution du volume de bois d'œuvre due au changement climatique.....	054
<b>TABEAU 3</b>	// Variations annuelles du PIB par rapport à un niveau de référence « sans changement climatique ».....	055
<b>TABEAU 4</b>	// Variations annuelles du PIB par rapport à un niveau de référence « sans changement climatique » par région, années 2050.....	056
<b>TABEAU 5</b>	// Coûts cumulatifs dus au changement climatique, 2010–2080.....	057
<b>TABEAU 6</b>	// Sommaire des stratégies d'adaptation pour le bois d'œuvre.....	061
<b>TABEAU 7</b>	// Nombre d'habitations menacées d'inondation chaque année, par région, dans les années 2050.....	075
<b>TABEAU 8</b>	// Dommages annuels causés aux habitations par les inondations, par région, dans les années 2050.....	078
<b>TABEAU 9</b>	// Dommages causés aux habitations par rapport au PIB annuel, en fonction des risques de base et des risques associés au changement climatique.....	080
<b>TABEAU 10</b>	// Valeur cumulative des dommages causés aux habitations, en fonction des risques de base et des risques associés au changement climatique, 2011–2100.....	081
<b>TABEAU 11</b>	// Résumé des deux stratégies d'adaptation côtière.....	083
<b>TABEAU 12</b>	// Décès attribuables à la chaleur et à la détérioration de la qualité de l'air résultant du changement climatique, par rapport au nombre total de décès.....	097
<b>TABEAU 13</b>	// Nombre annuel de cas de maladie par 100 000 habitants causés par les effets du changement climatique sur la qualité de l'air dans les années 2050.....	099
<b>TABEAU 14</b>	// Coûts annuels des risques de décès prématuré attribuables aux effets du changement climatique sur la chaleur et la qualité de l'air.....	100
<b>TABEAU 15</b>	// Coûts cumulatifs des risques de décès prématuré attribuables aux effets du changement climatique sur la chaleur et la qualité de l'air, 2010–2100.....	100
<b>TABEAU 16</b>	// Coûts annuels des soins de santé associés aux effets du changement climatique sur la qualité de l'air.....	102
<b>TABEAU 17</b>	// Coûts cumulatifs des soins de santé associés aux effets du changement climatique sur la qualité de l'air, 2010–2100.....	102
<b>TABEAU 18</b>	// Résumé des deux stratégies d'adaptation en matière de santé.....	106
<b>TABEAU 19</b>	// Critères de la TRNEE pour le choix des répercussions sur la santé qui doivent faire partie de l'analyse.....	144
<b>TABEAU 20</b>	// Changements historiques de température et des prévisions de la température quotidienne moyenne en été (°C).....	146
<b>TABEAU 21</b>	// Changements historiques de température et des prévisions de la température quotidienne moyenne (°C).....	147
<b>TABEAU 22</b>	// Changement prévu de la concentration d'ozone par rapport à 1971–2000.....	147
<b>TABEAU 23</b>	// Interactions entre les types de cas de maladie et catégories de dépenses pour le système des soins de la santé.....	148

# SOMMAIRE





## 0.0 // SOMMAIRE

## 0.0 SOMMAIRE

Le changement climatique sera coûteux pour le Canada et pour les Canadiens. L'augmentation des émissions de gaz à effet de serre (GES) à l'échelle mondiale aura des répercussions économiques croissantes pour le Canada, représentant un prix croissant pour les Canadiens à mesure que les répercussions du changement climatique se feront sentir chez nous.

Le présent rapport de la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (TRNEE), le quatrième de la série *Prospérité climatique*, établit quels pourraient être ces coûts. Il indique clairement qu'en plus du coût environnemental, le changement climatique a aussi un coût économique : un coût associé aux effets du changement climatique, et un coût pour mettre en place des mesures pour s'y adapter.

Après avoir recensé certains des effets physiques probables du réchauffement des températures et des changements dans la configuration des précipitations découlant du changement climatique au Canada dans notre deuxième rapport, *Degrés de réchauffement*, nous avons entrepris de nouvelles analyses afin d'évaluer les coûts économiques dans le présent rapport complémentaire intitulé *Le prix à payer*.

Le présent rapport présente les résultats de la toute première analyse nationale de ce genre, réalisée selon différents scénarios de climat et de croissance, dans le but de calculer le cumul des coûts économiques du changement climatique au fil du temps. Ces recherches sont nécessaires pour permettre aux Canadiens de réaliser à quel point le changement climatique peut être envahissant et pernicieux. Elles démontrent le caractère incertain de l'estimation des effets économiques du changement climatique et nous permettent de mieux comprendre comment on peut évaluer le risque lié au climat et notre propre volonté d'accepter – ou non – la probabilité de dommages plus importants pour les générations qui nous suivront. Le rapport précise ensuite comment les mesures d'atténuation permettent de réduire ces coûts, d'épargner, et de sauver des vies.

### LE COÛT NATIONAL DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les coûts du changement climatique pour le Canada pourraient passer d'environ cinq milliards de dollars par année en 2020 – dans moins de dix ans – à une somme comprise entre 21 et 43 milliards de dollars par année dans les années 2050. L'ampleur des coûts variera selon une combinaison de deux facteurs : la croissance des émissions à l'échelle mondiale et la croissance de l'économie et de la population du Canada. Notre étude a produit quatre scénarios séparés dans lesquels ces facteurs sont combinés pour permettre de comprendre les coûts potentiels du changement climatique en fonction des futurs prévus.

Puisque la vitesse et l'ampleur du changement climatique est foncièrement incertaine, nous devons considérer la possibilité que les coûts soient plus élevés ou moins élevés. Les recherches menées par la TRNEE jettent un nouvel éclairage sur la façon d'évaluer les risques pour l'économie nationale. Notre modélisation ne montre pas uniquement les résultats moyens indiqués ci-dessus, mais l'évolution que pourraient connaître ces coûts selon que le changement climatique évolue suivant différentes hypothèses pour les variables scientifiques et économiques clés. On peut constater qu'il y a un risque que ces coûts soient non seulement plus élevés, mais beaucoup plus élevés. Dans les années 2050, si les coûts sont estimés à 21 milliards de dollars dans le scénario de changement climatique faible combiné à une croissance économique lente, il y a une probabilité de 5% que ces coûts atteignent au moins 44 milliards de dollars par année; dans le scénario de changement climatique élevé et de croissance économique forte, alors que les coûts sont estimés à 43 milliards de dollars, il y a une probabilité de 5% qu'ils atteignent au moins 91 milliards de dollars par année.

Comment pouvons-nous réduire ces coûts? Une atténuation à l'échelle mondiale conduisant à un avenir de changement climatique faible permettrait de réduire davantage les coûts à long terme pour le Canada. Cette hypothèse renforce l'argument selon lequel le Canada tirerait des avantages environnementaux et économiques d'une entente internationale post-2012 sur le climat qui permettrait au fil du temps de réduire de façon systématique les émissions de tous les émetteurs, y compris le Canada.

#### EFFETS DU CLIMAT SUR LES GENS, LES LIEUX ET LA PROSPÉRITÉ

Étant donné que les différents secteurs et les différentes régions de notre vaste pays ne ressentiront pas les effets du changement climatique de la même façon, la TRNEE a effectué des études ascendantes particulières afin d'évaluer le coût du changement climatique sur trois aspects représentatifs du Canada : sa prospérité (approvisionnement forestier), les lieux (régions côtières) et les gens (santé humaine).

Le changement climatique engendrera des coûts au Canada dans chacun de ces trois secteurs. D'ici les années 2050, on estime que le coût pour l'économie canadienne des répercussions du changement climatique sur l'approvisionnement forestier liés à des changements concernant les ravageurs, les incendies et la productivité des arbres devrait se situer entre deux et 17 milliards de dollars par année. Les zones côtières exposées aux inondations attribuables au changement climatique en raison de la hausse du niveau de la mer et du nombre plus élevé de tempêtes au Canada en 2050 sont à peu près équivalentes à la superficie de la région du Grand Toronto. Les coûts des inondations attribuables au changement climatique pourraient s'élever entre un et huit milliards de dollars par année d'ici les années 2050. Le changement climatique se traduira par des étés plus chauds et une diminution de la qualité de l'air, entraînant une hausse du nombre de décès et de maladies dans les quatre villes étudiées : Montréal, Toronto, Calgary et Vancouver. Les maladies associées aux effets du changement climatique sur la qualité de l'air auront pour leur part des répercussions sur les coûts du système de santé; à Toronto, ces coûts pourraient se situer entre trois et 11 millions de dollars d'ici les années 2050.

Notre analyse montre que le coût du changement climatique sur les gens, les lieux et la prospérité variera de façon inégale d'une région à l'autre du pays. L'effet sur l'approvisionnement forestier sera plus marqué dans l'ouest du Canada que dans l'est. L'économie de la Colombie-Britannique, qui dépend de la forêt, souffrira davantage que celles de plusieurs autres provinces, alors que celle de l'Ontario – en raison de sa taille – verra l'effet économique absolu le plus important. Les régions côtières du Canada seront-elles aussi touchées à des degrés différents par le changement climatique. Par rapport au territoire total de chaque province et territoire, ce sont les régions côtières de l'Île-du-Prince-Édouard qui sont le plus à risque. Plusieurs logements dans le Lower Mainland de la Colombie-Britannique sont susceptibles d'être touchés puisque la région est une zone côtière de faible élévation avec une densité d'habitation élevée; les coûts par personne des dommages aux habitations seront les plus élevés en Colombie-Britannique et au Nunavut. Les effets du changement climatique sur la santé humaine et l'augmentation des coûts du système de santé varient entre les quatre villes étudiées; celles qui connaîtront les plus fortes augmentations de température – Toronto et Vancouver – verront les effets les plus marqués.

#### L'ADAPTATION PERMET D'ÉCONOMISER

L'adaptation au changement climatique est à la fois possible et rentable. Mettre fin à la croissance des émissions demain ne fera rien pour stopper les effets des GES déjà présents dans l'atmosphère. On peut donc s'attendre à une certaine forme d'effets du changement climatique attribuable au réchauffement planétaire, et qui exigeront des mesures d'adaptation. Notre étude a examiné cinq stratégies d'adaptation différentes afin d'en évaluer les coûts et les avantages. Toutes ont été jugées rentable sauf une, les coûts des différentes stratégies étant largement inférieurs aux économies qu'elles permettent de réaliser par la réduction des effets économiques du changement climatique.

Améliorer la prévention des incendies de forêt, lutter contre les ravageurs et planter des espèces résistantes aux conditions climatiques ont permis de diminuer les effets du changement climatique sur l'approvisionnement forestier dans l'ensemble du pays. Dans un scénario de changement climatique élevé et de croissance rapide, le rapport avantages/coûts était de 38:1, alors qu'il était de 9:1 dans un scénario de changement climatique faible et de croissance faible. Dans les zones côtières, l'interdiction des nouvelles constructions dans les zones inondables et la mise en place d'un «retrait stratégique» par l'abandon graduel des logements inondés permettent de réduire les coûts du changement climatique à 3-4% de ce qu'ils auraient été sans mesures d'adaptation. Les stratégies d'adaptation peuvent réduire les effets potentiels sur la santé de l'exposition à la chaleur et à la pollution de l'air. Le remplacement des toitures traditionnelles par des toits verts a aidé à réduire l'effet d'îlots de chaleur dans les quatre villes étudiées, mais le coût de cette stratégie dépasse les avantages. Par ailleurs, l'installation de technologies de lutte contre la pollution dans le but de limiter la formation d'ozone s'est avérée rentable.

## ÉCOSYSTÈMES

Les écosystèmes nous offrent une gamme de services cruciaux pour notre santé, notre économie et notre bien-être général, mais le changement climatique altère la qualité et la santé des écosystèmes canadiens. Notre rapport fait ressortir certaines des conséquences économiques potentielles du changement climatique sur les services des écosystèmes : le changement climatique pourrait entraîner une augmentation des dépenses par les visiteurs dans les parcs nationaux du Canada et dans leurs environs en raison des températures plus chaudes, mais la baisse de disponibilité du touladi dans les lacs pourrait entraîner une baisse des dépenses liées à la pêche sportive. Bien qu'il soit difficile d'exprimer sous forme de données économiques les services rendus par les écosystèmes et les effets que le changement climatique aura sur ces services, le fait de ne pas en tenir compte revient à sous estimer les coûts liés à l'inaction. Du même coup, il est important de reconnaître que lorsqu'il est question de préservation des écosystèmes, les indicateurs non financiers peuvent avoir une plus grande importance pour les gens – leur « valeur » est souvent intrinsèque et personnelle. Les pertes des écosystèmes peuvent s'avérer simplement irremplaçables.

## DEUX AVENIRS

L'examen des coûts économiques à long terme du changement climatique au Canada soulève le spectre de deux avenir : un premier dans lequel la communauté mondiale agit – et restreint le réchauffement planétaire à 2°C d'ici 2050, comme s'y sont engagés les leaders du monde – et un où elle ne le fait pas et où les effets du changement climatique vont en accélérant au-delà des cibles. Avec un réchauffement planétaire légèrement sous la barre des 2°C, le coût économique du changement climatique pour le Canada en 2050 se situerait entre 21 et 43 milliards de dollars si aucune mesure d'adaptation n'est prise; le coût pourrait se situer dans le bas de la plage si la croissance économique ralentit en raison des mesures d'atténuation nationales ou pour d'autres raisons. Si la communauté mondiale agit pour limiter le réchauffement planétaire à 2°C, les coûts futurs pourraient se stabiliser autour de ce niveau de 2050, puisque la croissance des émissions aurait été amortie et aurait atteint un plateau dans cette nouvelle réalité mondiale.

## QUELLES SONT NOS RECOMMANDATIONS ?

Les Canadiens peuvent et doivent utiliser l'information économique disponible pour décider de la meilleure façon de se préparer aux effets du changement climatique et d'y répondre. Nos recommandations sont les suivantes :

- I // Le gouvernement du Canada doit investir dans le développement de l'expertise de notre pays dans les aspects économiques des effets du changement climatique et de l'adaptation au changement climatique afin que nous disposions de nos propres données et analyses pertinentes centrées sur le Canada pour les décideurs du secteur public et du secteur privé.

- 2 // Le gouvernement du Canada doit déterminer le coût des effets du changement climatique et les modéliser pour éclairer les décisions sur l'adaptation des politiques et des opérations au changement climatique et l'allocation des ressources limitées aux programmes qui aideront les Canadiens à s'adapter.
- 3 // Tous les ordres de gouvernements doivent continuer à investir dans les activités de recherche et la diffusion des résultats afin d'éclairer les décisions en matière d'adaptation au niveau sectoriel, régional et communautaire; ces recherches devront, d'une manière routinière, incorporer l'analyse économique des coûts et des avantages des options d'adaptation aux effets du changement climatique puisque les données actuelles sont insuffisantes pour les besoins des décideurs ou ne sont pas disponibles sur une base uniforme.
- 4 // Le gouvernement du Canada doit mettre en place un nouveau partenariat de partage des données et des analyses avec les universités, le secteur privé, les gouvernements et les autres groupes d'experts afin de tirer parti des ressources non gouvernementales uniques et disponibles en matière d'adaptation au changement climatique.

#### LA PROCHAINE ÉTAPE

Connaître les risques économiques du changement climatique est une chose; agir pour les réduire par des mesures d'adaptation en est une autre. Le cinquième rapport de la série *Prospérité climatique* de la TRNEE examinera l'état de préparation du secteur privé du Canada en matière de gestion des effets du changement climatique, et envisagera ce que le secteur privé peut et devrait faire pour réduire son propre risque et son exposition au changement climatique. Nous analyserons différentes pratiques de gestion des risques visant à accroître la résilience des entreprises au changement climatique, et les obstacles à leur mise en place. Nous examinerons également comment le gouvernement peut promouvoir de façon rentable auprès du secteur privé la planification et l'adaptation au changement climatique, et comment le gouvernement peut de la façon la plus utile contribuer à relever ce défi croissant, à long terme, et partagé devant lequel notre pays se trouve.

# CHANGEMENT CLIMATIQUE

HISTOIRE ÉCONOMIQUE

// CHAPITRE 1.0





**1.0 // CHANGEMENT CLIMATIQUE :  
HISTOIRE ÉCONOMIQUE**

**1.1 // LES ENJEUX**

**1.2 // NOTRE CONTRIBUTION**

**1.3 // NOTRE APPROCHE**

## I.1 LES ENJEUX

### Le changement climatique a un prix.

Mais peu de Canadiens le connaissent. À ce jour, l'accent a surtout été mis sur ce qu'il en coûterait pour diminuer les émissions de gaz à effet de serre de l'industrie et des consommateurs. On a accordé peu d'attention au coût de l'inaction, aux dommages économiques que le Canada et les Canadiens pourraient subir des suites du changement climatique.

C'est important. D'un côté, nous avons un intérêt évident à réduire les conséquences économiques négatives du changement climatique en mettant en place des mesures d'adaptation efficiente. Il est donc important de savoir à quoi pourrait s'élever le « coût du changement climatique » résultant de l'augmentation des émissions mondiales de GES, et de déterminer quelles pourraient être les répercussions des mesures prises pour éviter ces coûts. De l'autre, le fait de comprendre l'importance du coût du changement climatique pourrait nous faire réaliser que nous avons un intérêt économique certain à réduire les émissions mondiales de gaz à effet de serre. Les répercussions physiques sur notre environnement et les dommages économiques à notre prospérité résultant du changement climatique ne pourront qu'augmenter dans les prochaines décennies. La contribution limitée mais réelle du Canada aux émissions mondiales de gaz à effet de serre cache les effets économiques négatifs croissants des émissions mondiales sur notre pays. La réduction de ces émissions n'est pas uniquement dans notre intérêt environnemental, mais comme le montre notre rapport, dans notre intérêt économique aussi.

## I.2 NOTRE CONTRIBUTION

*Le prix à payer: répercussions économiques du changement climatique pour le Canada* est le quatrième rapport de la série *Prospérité climatique* de la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie. Il complète le rapport *Degrés de réchauffement: Les enjeux de la hausse du climat pour le Canada*, publié en 2010, qui présentait le vaste éventail des effets physiques du réchauffement climatique sur le Canada. Ces rapports nous permettent de mieux évaluer les effets économiques croissants du changement climatique au Canada et d'évaluer à la fois les coûts qui pourraient en résulter et les choix d'adaptation que nous pouvons faire.

De plus en plus de recherches sont faites sur le coût économique du changement climatique à l'échelle internationale, mais moins au Canada. Jusqu'ici, le Canada a fait très peu d'analyse économique sur les effets du changement climatique et sur les coûts et les avantages de l'adaptation. La plus grande partie des analyses économiques réalisées au pays à ce jour a mis l'accent sur le coût de la réduction des émissions de gaz à effet de serre au Canada, plutôt que sur le coût des effets du changement climatique résultant de l'augmentation des émissions mondiales. La perspective doit changer.

La TRNEE estime que pour faire face au changement climatique et prospérer, nous devons être mieux renseignés sur les coûts des effets du changement climatique. Nous devons améliorer notre compréhension des risques et des possibilités, y compris la possibilité de diminuer les coûts par des mesures d'adaptation aux effets du changement climatique. Jusqu'ici, les mesures qui sont mises en œuvre au Canada en matière d'adaptation au changement climatique à venir sont relativement peu importantes par rapport à ce qui sera probablement nécessaire<sup>1</sup>. Les décideurs du secteur public et du secteur privé voient davantage le coût de l'adaptation au changement climatique comme un obstacle important, mais voient moins clairement le coût de *ne pas s'adapter*.

Le présent rapport aide à combler les lacunes dans les connaissances en examinant pour la première fois les coûts du changement climatique pour le pays dans son ensemble, ainsi que les coûts du changement climatique avec et sans mesures d'adaptation planifiée pour trois domaines importants : l'approvisionnement forestier, les régions côtières et la santé humaine. Nous abordons également les répercussions économiques des effets du changement climatique sur les écosystèmes.

#### **NOUS AVONS ENTREPRIS LA RECHERCHE ET L'ANALYSE AVEC TROIS OBJECTIFS EN TÊTE :**

**PREMIÈREMENT,** accroître la sensibilisation aux coûts potentiels du changement climatique. Le changement climatique aura des coûts pour le Canada. Nous devons nous préparer à faire face à ces coûts et investir dans des actions qui permettront de réduire ces coûts dans toute la mesure du possible. Quels pourraient être ces coûts ? Notre rapport examine cette question.

**DEUXIÈMEMENT,** démontrer que l'adaptation à l'échelle nationale et l'atténuation à l'échelle mondiale peuvent réduire le coût des effets du changement climatique. Nous comparons les coûts et les avantages de l'adaptation au coût de certains effets du changement climatique afin de montrer que l'adaptation nous permet d'économiser. Notre analyse montre également la différence pour ce qui est des coûts auxquels les Canadiens pourraient devoir faire face selon un niveau plus faible ou plus élevé d'émissions mondiales de GES, montrant ainsi que le ralentissement des émissions mondiales peut permettre de réduire les coûts pour le Canada à long terme.

**TROISIÈMEMENT,** encourager l'examen plus poussé des coûts du changement climatique à l'échelle sectorielle et régionale. Notre analyse est l'une des contributions dans ce domaine. Notre couverture des effets du changement climatique et les secteurs évalués dans ce rapport sont nécessairement limités. La plupart des décisions prises pour l'adaptation au changement climatique sont liées au contexte et au lieu, exigeant une analyse plus détaillée que ce qu'il est possible de faire à l'échelle nationale. Notre intention en documentant nos approches concernant l'établissement de ces estimations de coût est d'inciter d'autres à faire de même.

### I.3 NOTRE APPROCHE

#### POUR ATTEINDRE CES OBJECTIFS, NOUS AVONS ADOPTÉ DEUX APPROCHES DE RECHERCHE COMPLÉMENTAIRES :

**PREMIÈREMENT,** nous avons effectué une analyse économique *descendante* qui estime les coûts potentiels du changement climatique pour le pays dans son ensemble. Ces estimations de haut niveau donnent un aperçu de l'ampleur du défi et de la différence de coûts qui pourraient en résulter selon les émissions mondiales totales de gaz à effet de serre examinées dans le contexte de différents scénarios. Nous avons aussi utilisé cette analyse pour mettre en lumière le degré élevé d'incertitude et de risque que comporte ce type de travail de recherche portant sur les coûts.

**DEUXIÈMEMENT,** nous avons effectué une analyse *ascendante* pour évaluer les conséquences économiques du changement climatique dans trois secteurs particuliers, l'approvisionnement forestier, les régions côtières et la santé humaine, et déterminer les coûts et les avantages relatifs de l'adaptation. Les études ascendantes sont particulièrement utiles pour éclairer la prise de décision sur l'adaptation, parce qu'elles relient les coûts du changement climatique aux secteurs et aux régions où les effets se feront le plus sentir. Chaque fois que c'est possible, nos analyses ont une portée nationale. Nous avons appliqué un cadre analytique commun afin de donner une approche cohérente à la recherche et, chaque fois qu'il était possible de le faire, une présentation cohérente des résultats pour toutes les études (voir l'[annexe 8.1](#)). Nous avons également examiné de quelle façon le changement climatique pouvait engendrer des coûts par ses effets sur les écosystèmes du Canada.

Les analyses descendantes et ascendantes nous permettent d'examiner les coûts que le changement climatique pourrait imposer au Canada. Lorsqu'il pourrait y avoir des avantages dans un secteur d'impact en particulier ou plusieurs, nous l'indiquons aussi. Les études portant sur d'autres secteurs d'impact, comme la demande énergétique ou l'agriculture, pourraient permettre de recenser d'autres avantages économiques découlant du changement climatique.

#### NOTRE APPROCHE À L'ÉGARD DE L'EXAMEN DE CETTE QUESTION REPOSE SUR DES LIMITATIONS BIEN COMPRISSES :

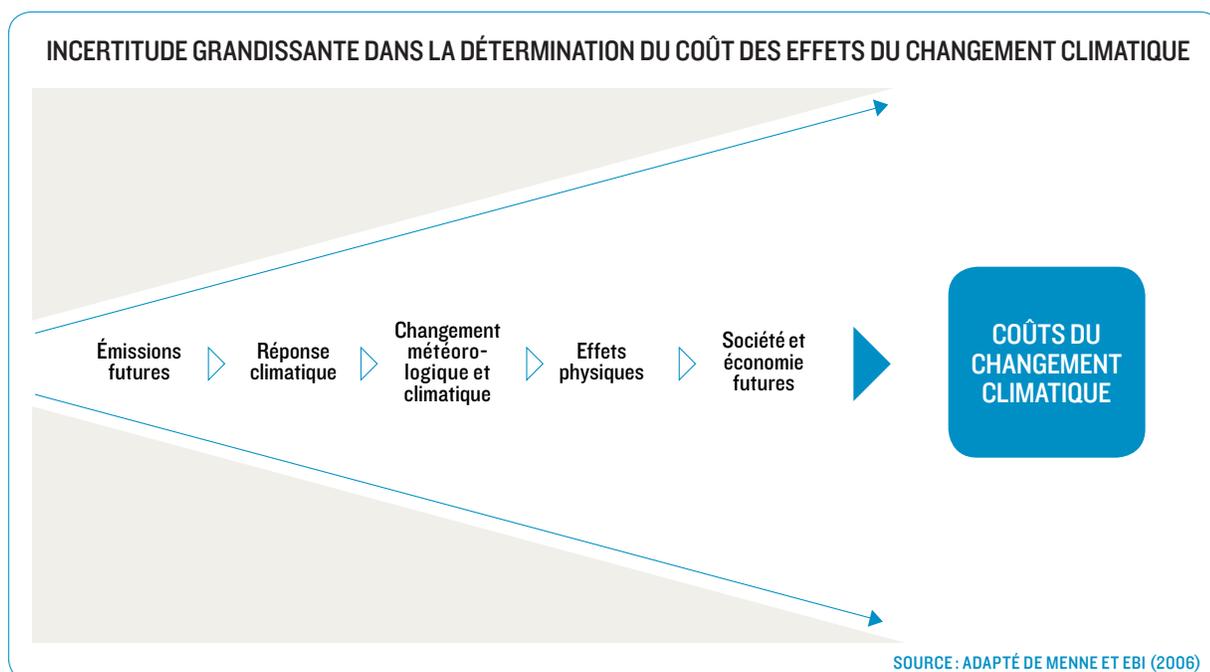
**PREMIÈREMENT,** l'économie n'est pas l'outil parfait pour comprendre les effets du changement climatique ou pour décider comment y réagir. Dans le cas des effets sur la santé, les écosystèmes et la culture (entre autres), exprimer les effets du changement climatique en termes d'argent ne veut pas toujours dire grand-chose pour le public. Par ailleurs, la plupart de nos méthodes de détermination des coûts tiennent compte des coûts différentiels résultant de changements mineurs dans les effets du changement climatique, mais ces méthodes ne sont pas appropriées lorsqu'il est question de changements majeurs aux composantes du système terrestre, comme le climat mondial. Malgré ces limitations, l'information économique, combinée à d'autres sources d'information, reste essentielle pour apprécier l'ampleur des effets du changement climatique et nous aider à faire les choix de société qui nous permettront d'y faire face.

**DEUXIÈMEMENT,** il existe différents types de « coûts » associés au changement climatique, dont certains sont plus faciles à chiffrer que d'autres sur le plan financier. La valeur économique peut être répartie entre les

«valeurs liées à l'usage» et les «valeurs non liées à l'usage»<sup>2</sup>. Les valeurs liées à l'usage nous sont connues pour la plupart. Cette grande catégorie de coûts comprend les biens et services ayant un prix sur le marché, par exemple la valeur de remplacement des logements endommagés par des inondations ou la perte de bois d'œuvre consécutive à un incendie de forêt. Les services de l'écosystème, comme l'eau potable ou la purification de l'air par les arbres, font également partie de cette catégorie de coûts. Les avantages offerts par les écosystèmes nous sont connus de manière générale, mais leur valeur est plus difficile à saisir du point de vue économique, parce qu'ils n'ont pas habituellement de valeur marchande. Les valeurs non liées à l'usage sont, par comparaison, intangibles. Elles renvoient à notre volonté de payer pour le maintien de certains services même si ces services n'ont aucun usage actuel, prévu ou futur, comme la valeur que nous tirons de savoir que les ours polaires seront protégés de l'extinction. L'analyse de la TRNEE met principalement l'accent sur les valeurs marchandes traditionnelles, ce qui est une comptabilisation partielle.

**TROISIÈMEMENT**, la prévision des effets économiques du changement climatique n'est pas une science exacte. L'incertitude caractérise toutes les étapes d'une telle analyse : nous ne savons pas avec précision quelles seront les émissions de gaz à effet de serre à l'avenir, dans quelle mesure ou à quelle vitesse le climat changera, quelle sera l'importance des effets du changement climatique, comment notre économie et notre population croîtront et réagiront à ces effets, ou comment ces effets se feront sentir du point de vue économique. Notre analyse repose sur la compréhension scientifique et économique actuelle du changement climatique, qui est incomplète et toujours en évolution. La **Figure 1** montre comment l'incertitude peut s'accumuler dans ce type d'analyse. L'incertitude est toutefois une partie intrinsèque de toute planification des politiques en matière de changement climatique. L'application du principe de précaution et le recours en priorité à des stratégies «sans regret» peuvent aider les décideurs à surmonter l'incertitude, à évaluer le degré de risque et à prendre des décisions saines et économiques en matière d'investissement et d'adaptation.

**FIGURE 1**

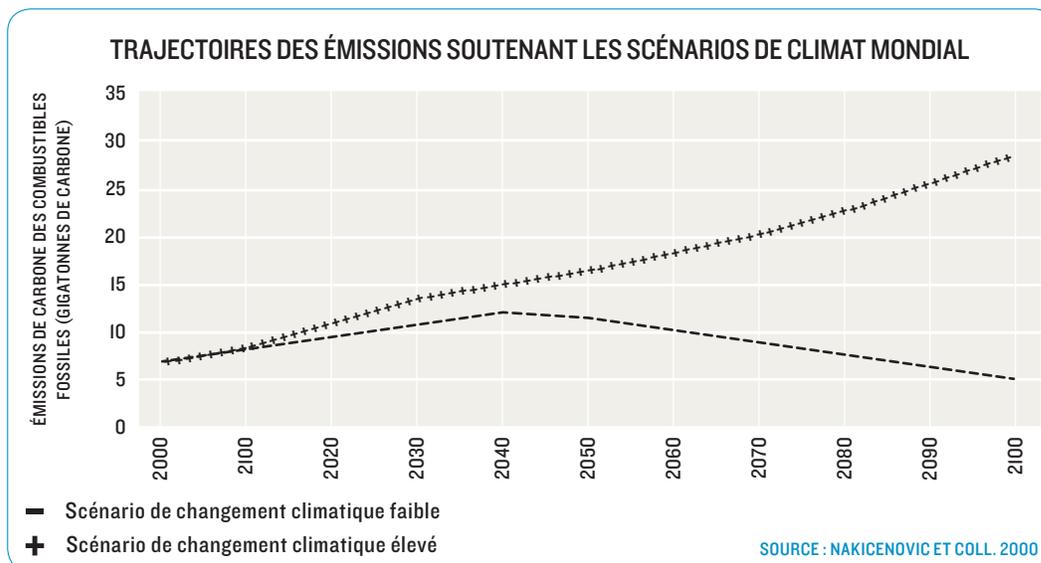


## ÉVALUER LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET LES STRATÉGIES SELON UNE GAMME DE SCÉNARIOS ET D'AVENIRS POSSIBLES EST UNE LIGNE DE CONDUITE SAINNE.

Sachant cela, la TRNEE a adopté une approche de scénarios uniformes et comparables dans ses analyses et dans le présent rapport. Plutôt que d'estimer les coûts du changement climatique pour un seul avenir possible, nous avons appliqué des scénarios représentant quatre avènements possibles afin de mettre en lumière l'incertitude et de faire ressortir une gamme de résultats économiques futurs. Ces scénarios combinent deux moteurs de changement clés : 1) l'ampleur du changement climatique résultant des émissions mondiales de GES; 2) le taux national de croissance de la population et de l'économie au Canada. Voici une brève explication de notre cadre de scénarios.

// **AMPLEUR DU CHANGEMENT CLIMATIQUE :** Nos hypothèses sur la trajectoire des émissions mondiales de GES reposent sur des scénarios bien établis du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), représentant des avènements possibles en l'absence d'une politique d'atténuation des effets du changement climatique<sup>a,3</sup>. Le scénario de changement climatique faible résulte de la convergence d'un monde à faibles émissions de GES et comportant les aspects suivants : une prise de conscience environnementale renforcée, une population qui atteint son maximum au milieu du siècle, l'accélération des avancées technologiques, des systèmes économiques axés sur les services, un développement économique équitable. Quant au scénario de changement climatique élevé, il représente un monde à fortes émissions dans lequel les régions sont moins intégrées sur le plan économique, et dont la croissance de la population est continue, les changements technologiques sont lents et la croissance du revenu par personne demeure faible. La **Figure 2** présente les deux trajectoires hypothétiques pour les émissions mondiales de GES. Dans le scénario de changement climatique faible, les émissions annuelles commencent à diminuer vers 2040, mais les concentrations mondiales de gaz à effet de serre présentes dans l'atmosphère continuent d'augmenter.

**FIGURE 2**



a Nous avons utilisé le scénario «A2» du GIEC pour notre scénario de changement climatique élevé et le scénario «B1» pour le scénario de changement climatique faible.

// **TAUX DE CROISSANCE DE LA POPULATION ET DE L'ÉCONOMIE AU CANADA :** À nos hypothèses d'avenirs climatiques mondiaux, nous superposons un ensemble distinct d'hypothèses à propos de la croissance démographique et économique du Canada. Nous utilisons des scénarios de « croissance lente » et de « croissance rapide » adaptés respectivement des scénarios « gouvernance locale » et « marchés mondiaux » du Climate Impacts Program du Royaume-Uni<sup>4</sup>. Notre scénario de croissance lente pour le Canada est caractérisé par une croissance lente démographique et économique, alors que notre scénario de croissance rapide est à l'opposé – un Canada où la population et l'économie croissent à un rythme rapide. La **Figure 3** présente nos hypothèses de croissance de la population et de l'économie pour les deux scénarios. Le taux annuel de croissance du produit intérieur brut (PIB) est de 1,3% dans le scénario de croissance lente et de 3% dans le scénario de croissance rapide. Lorsque ces deux scénarios sont superposés sur les scénarios climatiques, nous obtenons les quatre avenirs possibles illustrés à la **Figure 4**.

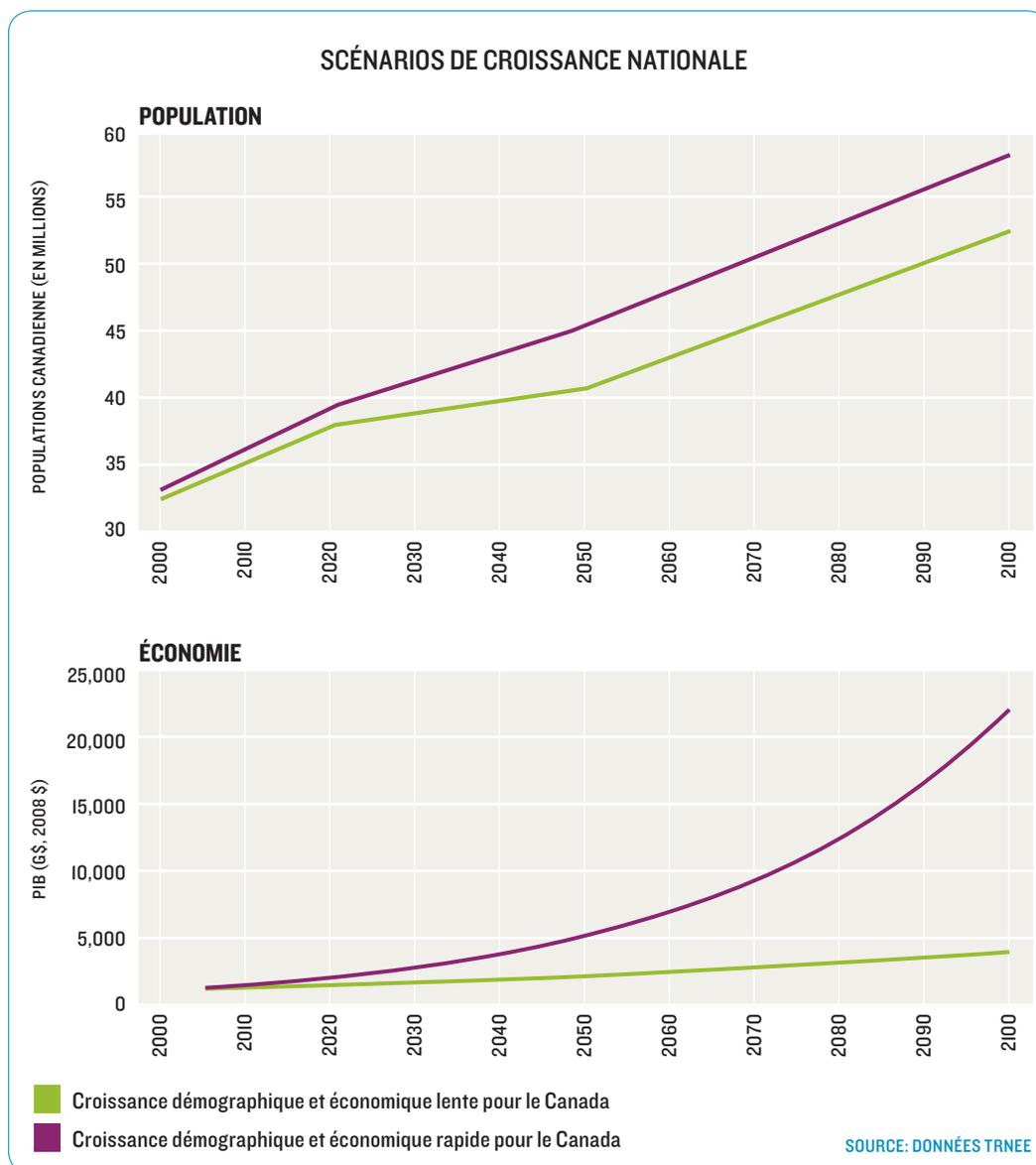
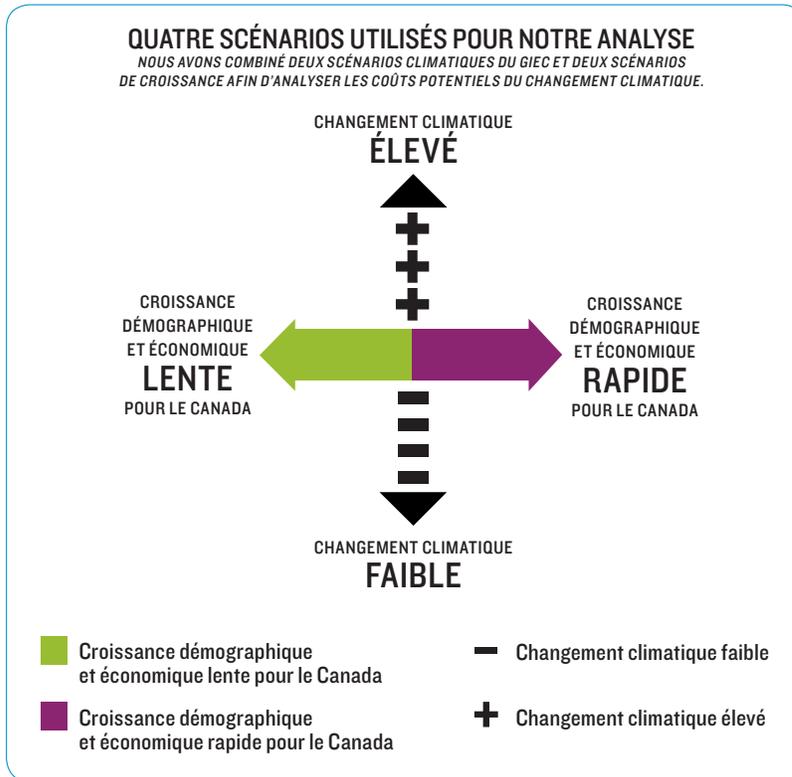
**FIGURE 3**

FIGURE 4



Un aspect implicite de notre choix d'hypothèses de croissance démographique et économique pour le Canada est la notion que le Canada pourrait évoluer différemment du reste du monde. Donc, bien que les modèles de croissance mondiale déterminent les niveaux d'émission totaux, nous supposons que la croissance canadienne pourrait suivre une voie différente. Les quatre scénarios nous permettent d'explorer les liens entre le développement national, les trajectoires d'émissions mondiales et les effets du changement climatique au Canada.

Pour chaque scénario, nous présentons les résultats à court terme (10 à 20 prochaines années), à moyen terme (milieu du siècle) et à long terme (fin du siècle). Nous présentons à la fois les coûts annuels et les coûts cumulatifs au fil du temps. Dans le présent rapport, les coûts annuels ne sont pas rajustés en dollars d'aujourd'hui au moyen d'un taux d'actualisation. Ce sont plutôt les coûts qui seront en vigueur à un moment précis dans l'avenir (en dollars canadiens de 2008). Cependant, lorsque nous présentons les coûts cumulatifs sur le siècle, nous utilisons des coûts actualisés selon un taux de 3 %, qui est celui recommandé par le gouvernement du Canada pour ce type d'analyses<sup>5</sup>.

**RECHERCHE ET CONVOCATION :** La TRNEE a mené des recherches approfondies et convoqué des experts, des conseillers et des intervenants dans le but d'améliorer sa compréhension des données de la modélisation et de la recherche et des analyses produites. Ce type de travail est nécessairement interdisciplinaire; dans le contexte de cet exercice, il a donc fallu intégrer des renseignements sur le climat, l'écologie, la santé, la géographie et l'économie. Aucun expert ne peut traiter de tous les éléments contenus dans le présent rapport; nous avons donc sollicité un large éventail d'experts et de praticiens de l'adaptation dans le but d'obtenir des conseils, des avis et des commentaires au fil de nos recherches. Leur apport a aidé à obtenir la meilleure information disponible pour nos analyses, à reconnaître les limites des connaissances existantes et à déterminer où nous pouvions apporter une contribution utile.

**NOUS AVONS UTILISÉ PLUSIEURS VÉHICULES D'ENGAGEMENT :**

- 1 // ATELIER DE CADRAGE :** Un groupe d'experts comprenant des universitaires et des experts de l'adaptation provenant du gouvernement et du secteur privé a pris part à un atelier tenu en juillet 2009 dans le but de délimiter les sujets en vue de l'analyse sectorielle.
- 2 // COMITÉ CONSULTATIF:** Un comité consultatif formé de représentants du gouvernement, du milieu universitaire et du secteur privé a fourni des conseils tout au long du processus.
- 3 // PROCESSUS DE RÉVISION PAR DES EXPERTS:** Des représentants du gouvernement, du milieu universitaire, des organismes de recherches et des associations professionnelles connaissant bien les enjeux et ce type d'analyse ont examiné les études que nous avons commandées et le présent rapport final.
- 4 // SÉANCES D'ENGAGEMENT DES INTERVENANTS:** Nous avons discuté des conclusions préliminaires, et notamment de celles ayant une importance régionale, avec des intervenants experts dans cinq villes en octobre 2010, afin d'en évaluer la validité et la pertinence.

**NOTRE RAPPORT PRÉSENTE LA STRUCTURE SUIVANTE :**

**LE CHAPITRE 2** présente les coûts estimatifs du changement climatique pour le Canada entre aujourd'hui et 2075. Les coûts sont indiqués en dollars absolus et relativement au PIB futur. Nous présentons ensuite une évaluation critique de l'incertitude entourant ces estimations, y compris la possibilité que les coûts soient beaucoup plus élevés que prévu.

**LE CHAPITRE 3** présente une analyse des effets du changement climatique sur l'approvisionnement forestier et les conséquences économiques des changements dans l'approvisionnement forestier pour l'économie canadienne. Il montre les conséquences économiques avec et sans mesures d'adaptation planifiées.

**LE CHAPITRE 4** présente une analyse du nombre et de la valeur des logements susceptibles d'être inondés le long des côtes océaniques du Canada en raison de la hausse du niveau des océans et de l'augmentation du nombre et de l'importance des tempêtes dans un climat en évolution. Il montre les conséquences économiques avec et sans mesures d'adaptation planifiées.

**LE CHAPITRE 5** présente une analyse des coûts sociaux et des coûts pour le système de santé des maladies et des décès dans quatre grandes villes canadiennes en raison des étés plus chauds et de la baisse de la qualité de l'air résultant du changement climatique. Il examine comment les mesures d'adaptation planifiées pourraient permettre de réduire l'incidence des maladies et le nombre de décès, et de réaliser des économies liées au bien-être des canadiens.

**LE CHAPITRE 6** traite des coûts des effets du changement climatique sur les écosystèmes à l'aide de différents exemples. Il explique les limites des facteurs économiques dans la formulation de la réponse de la TRNEE au changement climatique.

**LE CHAPITRE 7** conclut le rapport en présentant les principaux messages découlant de notre analyse et les travaux futurs prévus à la TRNEE en matière d'exploration des avenues politiques vers l'adaptation, et formule des recommandations.

# LE COÛT NATIONAL

DU CHANGEMENT CLIMATIQUE AU CANADA

// CHAPITRE 2.0



CANADA



- 2.0 // LE COÛT NATIONAL DU CHANGEMENT CLIMATIQUE AU CANADA**
- 2.1 // COMMENT LE CANADA EST-IL TOUCHÉ ?**
- 2.2 // MODÉLISATION DES COÛTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE**
- 2.3 // CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR LE CANADA**
- 2.4 // LE CANADA ET LE MONDE À 2°C DE RÉCHAUFFEMENT**
- 2.5 // CONCLUSIONS**

## 2.1 COMMENT LE CANADA EST-IL TOUCHÉ ?

Le changement climatique comporte des coûts et des avantages découlant des effets du changement graduel dans la température, les précipitations et le niveau des océans, de même qu'en fonction de l'évolution des modèles de conditions météorologiques et climatiques extrêmes. Le Canada pourrait-il y trouver des avantages économiques? Comment le Canada est-il touché? Quel sera le coût du changement climatique pour le Canada?

Plusieurs études mondiales et nationales dans divers pays visant l'évaluation des effets du changement climatique et l'adaptation ont été menées depuis le début des années 1990, y compris des évaluations scientifiques détaillées par le gouvernement du Canada<sup>6</sup>, mais les preuves économiques pour le Canada sont limitées. Aucune analyse de niveau national de cette nature n'a été publiée jusqu'ici. Pourtant, le besoin de tels renseignements augmente. Le Canada a déjà connu un réchauffement supérieur à la moyenne mondiale, soit un réchauffement estimé à plus de 1 °C jusqu'ici<sup>7</sup>. Les effets physiques du réchauffement des températures et des changements dans les régimes de précipitations dans notre pays sont de mieux en mieux documentés, depuis la diminution des glaces de mer polaires à des conditions plus sèches dans les Prairies et l'intérieur de la Colombie-Britannique. La géographie du Canada et sa position dans l'hémisphère sont des déterminants clés de l'ampleur des effets qui frapperont le pays.

Tous les pays, à des degrés variables, sont exposés à des risques économiques en raison des effets du changement climatique. L'ampleur de ces risques dépend aussi de la capacité d'adaptation. Le Quatrième Rapport d'évaluation du GIEC conclut que les régions des latitudes peu élevées et moins développées sont particulièrement vulnérables aux effets du changement climatique. Par exemple, on s'attend à une baisse des rendements agricoles dans les régions à sécheresse saisonnière et les régions tropicales, augmentant la faim et la malnutrition notamment dans les zones les plus vulnérables à l'insécurité alimentaire, tandis que les pays en développement devraient être plus vulnérables à la hausse du niveau des océans, en raison de leur capacité d'adaptation limitée<sup>8</sup>. Dans ce contexte et en considérant notre capacité d'adaptation, bon nombre des risques auxquels le Canada devra faire face peuvent sembler mineurs. Par ailleurs, des effets qui pourraient être négatifs dans des pays chauds pourraient devenir positifs dans un pays au climat plus froid comme le Canada, entraînant une baisse des coûts de chauffage et une plus grande productivité de l'agriculture dans certaines régions du pays. Les études sur les effets mondiaux du changement climatique tendent à présenter le Canada comme un pays à faible risque du point de vue du changement climatique, affichant même des avantages modestes sous certains aspects<sup>9</sup>.

Notre évaluation donne des résultats différents. L'analyse de la TRNEE laisse voir que le changement climatique nous touchera sur le plan économique. Dans un climat en évolution, les températures augmenteront plus rapidement dans les régions polaires; en moyenne, le Canada subira donc un réchauffement plus marqué que la plupart des pays. Nous sommes actuellement bien adaptés aux températures froides : nos maisons sont bien isolées et dans certaines régions du pays, nous avons construit des maisons et des infrastructures sur le pergélisol. Les agriculteurs des Prairies sont habitués à la variabilité des niveaux d'humidité d'une saison de culture à l'autre, mais les recherches plus récentes laissent voir un potentiel de sécheresses plus fréquentes et plus marquées, et des années inhabituellement humides<sup>10</sup>, avec des conséquences pour les rendements futurs. Les coûts auxquels nous pourrions devoir faire face en raison du changement climatique sont ceux résultant d'une adaptation continue à des conditions changeantes. Bien que ces coûts soient plus difficiles à calculer et moins apparents, ils sont réels et importants, et il faut en comprendre toute la portée.

Le présent chapitre fournit des estimations des coûts que le Canada pourrait devoir supporter durant le siècle en cours dans un climat en évolution<sup>b</sup>. Nous démontrons l'existence d'un lien économique clair entre la hausse des émissions mondiales et les effets pour le Canada. Ce sont les coûts liés à l'*inaction* – les coûts éventuels du changement climatique sans une action concertée à l'échelle mondiale et sans mesures significatives d'adaptation au pays. Nous ne faisons pas d'évaluation des coûts et des avantages relatifs des mesures d'atténuation et de l'inaction comme l'ont fait des études internationales antérieures, comme celles de Stern ou de Garnaut<sup>11</sup>. Nous ne faisons pas non plus de comparaison entre les coûts et les avantages de l'atténuation et ceux de l'adaptation. Le changement climatique est réel et exige une action internationale concertée comprenant à la fois des mesures d'atténuation, ici et ailleurs, afin de réduire les émissions futures, et des mesures d'adaptation visant à nous permettre de vivre avec les effets, sur le climat, des émissions passées.

Certains lecteurs pourraient être tentés de faire des comparaisons entre les coûts de l'action et ceux de l'inaction à partir de travaux antérieurs menés par la TRNEE sur le coût des mesures d'atténuation ou de travaux d'autres chercheurs, et à partir du présent rapport sur le coût des effets. Toutefois, ces rapports étaient différents, étaient préparés à des fins différentes et utilisaient des modèles et des analyses différentes. Une telle comparaison ne serait pas fiable, en raison des différences techniques importantes entre les rapports (p. ex. horizon temporel, prévisions de modélisation économique). Elle ne serait pas plus significative, puisque le changement climatique est un problème mondial et que toute évaluation de la réponse économique « optimale » au changement climatique doit être élaborée à l'échelle mondiale, en tenant compte de tous les coûts liés aux effets du changement climatique et aux mesures d'atténuation au Canada et ailleurs. De même, les choix touchant l'équilibre entre les approches et le choix du moment des actions devront tenir compte de la capacité d'adaptation, de la rigidité de nos économies et de nos sociétés face au changement, et de notre tolérance à l'égard des pertes irréversibles comme l'extinction d'espèces fauniques emblématiques, des considérations qui n'ont rien d'économiques.

<sup>b</sup> Un rapport technique pour étayer le présent chapitre a été préparé par le secrétariat de la TRNEE et est disponible sur demande (Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, 2011). Il renferme plus de détails sur le modèle PAGE09, les résultats obtenus et l'analyse de sensibilité.

Nos estimations ne sont pas finales, mais même des estimations partielles des coûts du changement climatique pour le Canada peuvent aider à déterminer comment le Canada et les Canadiens devraient répondre au changement climatique. Nos estimations montrent l'ampleur potentielle du défi économique auquel le Canada doit faire face en raison du changement climatique. Elles soulignent l'importance d'investir dans des stratégies pour nous adapter aux dommages susceptibles de se produire au cours des prochaines décennies en raison des gaz à effet de serre déjà émis, et montrent les conséquences pour le Canada en ce qui concerne les coûts à long terme des émissions mondiales à venir.

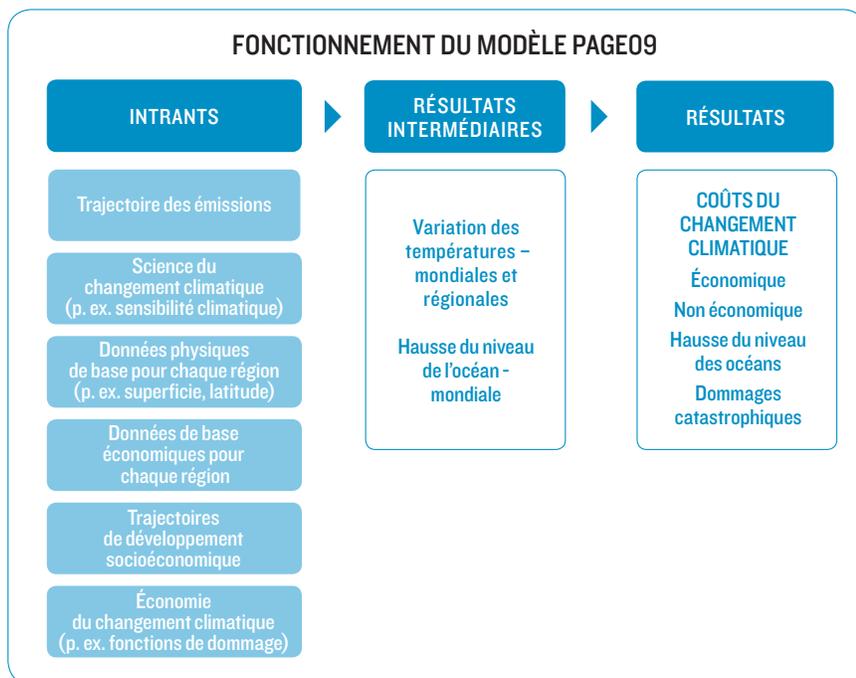
## 2.2 MODÉLISATION DES COÛTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Nous avons utilisé le modèle reconnu PAGE (Policy Analysis of the Greenhouse Effect) pour explorer les coûts liés au changement climatique au Canada. Élaboré au début des années 1990, le modèle PAGE a fait l'objet de mises à jour périodiques suivant les avancées dans la compréhension scientifique et économique du changement climatique. Notre modélisation utilise la version définie à l'été 2010, PAGE09<sup>12</sup>. Nous avons adapté PAGE09 pour inclure le Canada comme région distincte dans le modèle.

PAGE est une représentation simple d'un problème complexe. Le modèle produit une estimation des coûts du changement climatique en intégrant les prévisions mondiales en matière d'émissions mondiales, de population et de croissance économique ainsi que les données scientifiques et économiques sur le changement climatique (voir la [Figure 5](#)). Pour assurer la cohérence avec notre analyse sectorielle et mettre l'accent sur les coûts pour le Canada, nous avons isolé le Canada et en avons fait l'une des huit régions du monde dans le modèle, et y avons intégré des prévisions sur le climat mondial futur et des hypothèses de croissance du Canada correspondant à chacun de nos **SCÉNARIOS**. PAGE09 a servi à estimer l'importance du réchauffement et de la hausse du niveau des océans résultant des émissions mondiales et à établir la valeur financière de ces effets pour quatre catégories : 1) les coûts pour les secteurs économiques traditionnels; 2) les coûts « non économiques », comme ceux qui sont liés aux effets sur la santé et les écosystèmes; 3) les coûts associés à la hausse du niveau des océans; 4) les coûts associés aux dommages catastrophiques, comme une hausse de plusieurs mètres du niveau des océans résultant de la fonte rapide de la nappe glaciaire du Groenland et de l'Antarctique occidental. Du fait que PAGE09 utilise des catégories très vastes, cet outil ne permet pas de déterminer les coûts et les avantages spécifiques d'effets particuliers du changement climatique, mais plutôt d'établir les coûts au sens large que pourrait entraîner le changement climatique.

VOIR LE  
CHAPITRE 1  
POUR UN  
RAPPEL  
DE NOS  
SCÉNARIOS

FIGURE 5



**LA MODÉLISATION DES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EXIGE DE POSER PLUSIEURS HYPOTHÈSES IMPORTANTES SUR LES ASPECTS SCIENTIFIQUES ET ÉCONOMIQUES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET L'ÉTAT FUTUR DU MONDE :**

// **SENSIBILITÉ CLIMATIQUE :** Les recherches scientifiques n'ont pas encore permis de déterminer le degré précis de réchauffement planétaire correspondant à des niveaux donnés de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. La majorité des estimations de hausse de température résultant du doublement de la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère par rapport à la période préindustrielle se situent dans la plage de 2 °C à 5 °C. PAGE09 nous permet de saisir ce type d'incertitude dans notre analyse en prédisant une plage de températures possibles.

// **COÛTS MONDIAUX :** À partir d'un rapport de recherche préparé pour le Stern Review, qui évaluait les dommages à partir de plusieurs modèles d'évaluation intégrés<sup>13</sup>, PAGE09 est structuré de manière à estimer les coûts dans la plupart des régions à un peu en-dessous de la barre des 2% du PIB par année en réaction à un réchauffement de 3 °C. Cette hypothèse détermine pour l'essentiel l'étendue des effets économiques mondiaux que peut générer le modèle PAGE09. Le modèle fait varier les coûts entre les régions du monde selon la richesse, la population, les variations de température prévues et la vulnérabilité relative au changement climatique.

// **VULNÉRABILITÉ DU CANADA :** En moyenne, le Canada se réchauffera davantage que les régions du monde plus éloignées des pôles, mais l'exposition au réchauffement ne se traduit pas directement en effets ou en coûts. Pour diverses raisons, les décès liés à la chaleur seront probablement moins nombreux ici que dans les régions où les températures sont plus élevées au départ; les dommages liés à l'augmentation du niveau

des océans seront probablement plus graves dans les régions présentant des zones côtières plus basses et densément peuplées, et la production agricole dans certaines régions du Canada, comparativement à d'autres régions du monde, pourrait se porter mieux dans un monde plus chaud. Les estimations de coûts du modèle reflètent ces différences de vulnérabilité, selon un ensemble de preuves qui comprend nos propres analyses sectorielles, présentées dans les chapitres qui suivent. À mesure que les preuves augmenteront, il sera possible de raffiner notre analyse de la vulnérabilité.

**// COÛTS DES EFFETS HORS MARCHÉ :** PAGE09 intègre les effets hors marché du changement climatique, comme l'extinction des espèces et les pertes dans les services des écosystèmes. Les recherches qui établissent la valeur financière de ce type d'effets sont peu nombreuses et incomplètes. Par exemple, quelle serait la valeur économiquement crédible de la « mortalité généralisée des coraux » possible à une température mondiale de 2,5 °C supérieure aux niveaux de l'époque préindustrielle<sup>14</sup>? Puisque le bien-être – économique et autre – de l'humanité repose sur des écosystèmes sains, l'importance économique des effets du changement climatique sur les écosystèmes pourrait réduire de beaucoup la valeur du PIB mondial. En raison des circonstances, le modèle tient mal compte d'effets hors marché importants, et il se peut bien que notre présente analyse sous-évalue les coûts estimatifs. Cependant, on ne peut pas établir clairement dans quelle mesure une prise en compte plus complète des effets hors marché augmenterait les coûts<sup>15</sup>. Le chapitre 6 de notre rapport donne plus de précisions sur les aspects économiques des effets du changement climatique sur les écosystèmes au Canada.

**// COÛTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE CATASTROPHIQUE :** La compréhension scientifique des risques de changement climatique catastrophique est limitée et celle des coûts qui y sont associés l'est encore davantage. Un changement climatique aussi rapide et les effets qui en résulteraient vont bien au-delà de l'expérience collective de l'humanité. Ce n'est pas tout. On ne pourra probablement jamais prévoir complètement de tels effets, et des surprises se profilent sans doute à l'horizon. Dans notre modélisation, nous avons supposé que nous ne pourrions être aux prises avec un risque de catastrophe qu'au moment où un seuil de réchauffement aura été franchi (entre 2 °C et 4 °C de réchauffement planétaire), seuil à partir duquel les possibilités de catastrophe augmentent avec chaque degré de réchauffement additionnel. Si une catastrophe survient, on prévoit que la perte pourrait alors atteindre entre 5 % et 25 % du PIB.

**// ADAPTATION :** Afin d'illustrer les effets économiques du changement climatique lui-même, notre analyse met l'accent sur le coût de *l'inaction* et suppose donc qu'aucune mesure d'adaptation n'est prise. Même sans intervention en matière de politiques, il y aura certainement une certaine mesure d'adaptation au changement climatique futur, mais son ampleur et les coûts qui y sont associés sont trop flous pour permettre de formuler des hypothèses défendables. En ce sens, nos estimations pourraient surestimer les coûts potentiels.

L'un des points forts du modèle PAGE09 réside dans l'intégration de la capacité de réaliser des analyses d'incertitude. Le modèle présente à la fois le résultat moyen et une plage de résultats possibles pour la variation de température, la hausse du niveau des océans et les coûts (voir l'**Encadré 1**). La présentation

de cette plage de résultats possibles est essentielle. Elle souligne l'incertitude qui entoure ce type d'analyse et aide à mettre en lumière les conséquences des différences dans nos perceptions et notre degré de tolérance au risque. Un résultat dont les chances qu'il se produise sont d'une sur 20 selon les renseignements disponibles pourrait être inacceptables pour certaines personnes mais pas pour d'autres, en raison de l'importance des effets que nous pourrions subir s'il devait se produire.

## ENCADRÉ I

### SAISIR L'INCERTITUDE DANS LA MODÉLISATION DES COÛTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La détermination du coût des effets futurs du changement climatique exige l'utilisation de renseignements incomplets et incertains. Il existe deux approches possibles pour traiter cette situation inévitable.

Nous pouvons ignorer l'incertitude et utiliser uniquement les meilleures suppositions pour tous les intrants du modèle de détermination des coûts, selon une approche «*déterministe*». *Cette approche combine l'ensemble de nos meilleures suppositions en un résultat unique.* Par exemple, si nous croyons qu'une augmentation des températures mondiales de 3°C au-dessus du niveau préindustriel surviendra à la suite du doublement des niveaux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, et que chaque degré de réchauffement nous coûtera un million de dollars, dans ce cas le doublement des niveaux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère nous coûtera trois millions de dollars. Cette estimation de coût ne tiendrait que dans la mesure où nos meilleures suppositions se révélaient exactes.

À l'opposé, nous pouvons tenir compte de l'incertitude qui sous-tend nos principales suppositions dans la détermination des coûts, selon une approche «*probabiliste*». *Cette approche produit une distribution et une plage de résultats possibles.* Cela suppose de saisir nos suppositions et une plage de valeurs qui nous semblent possibles pour chaque intrant du modèle. Nous pouvons utiliser les distributions associées à chaque intrant du modèle pour générer une distribution de résultats. L'application de l'approche probabiliste au même exemple nous permet de supposer qu'une hausse de température de 3°C est la plus probable en cas de doublement de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, mais qu'elle pourrait se situer n'importe où entre 2°C et 5°C, et que le coût le plus probable pour chaque degré de réchauffement est d'un million de dollars, mais qu'il pourrait se situer n'importe où entre 500 000 \$ et deux millions de dollars. Donc, si nous voulons savoir quel est le coût correspondant à un doublement des niveaux de CO<sub>2</sub>, nous pourrions dire que ces coûts ont une valeur centrale estimative de trois millions de dollars, mais pourraient se situer n'importe où dans une fourchette d'un à dix millions de dollars.

L'approche probabiliste donne des résultats plus riches que l'approche déterministe, parce qu'elle nous offre une fourchette d'avenirs possibles plutôt qu'un seul résultat. Il n'en reste pas moins que l'exactitude de ces résultats dépend directement de l'information que nous intégrons au modèle. C'est ainsi que nous pouvons introduire un biais dans la distribution des résultats que nous générons et dans les estimations centrales en utilisant une plage de valeurs trop étroite pour un intrant donné. Au fil du temps et en menant des recherches supplémentaires, nous pourrions découvrir que le coût de chaque degré de réchauffement supplémentaire ne se situe pas entre 500 000 \$ et deux millions de dollars mais est beaucoup plus élevé (ou beaucoup moins).

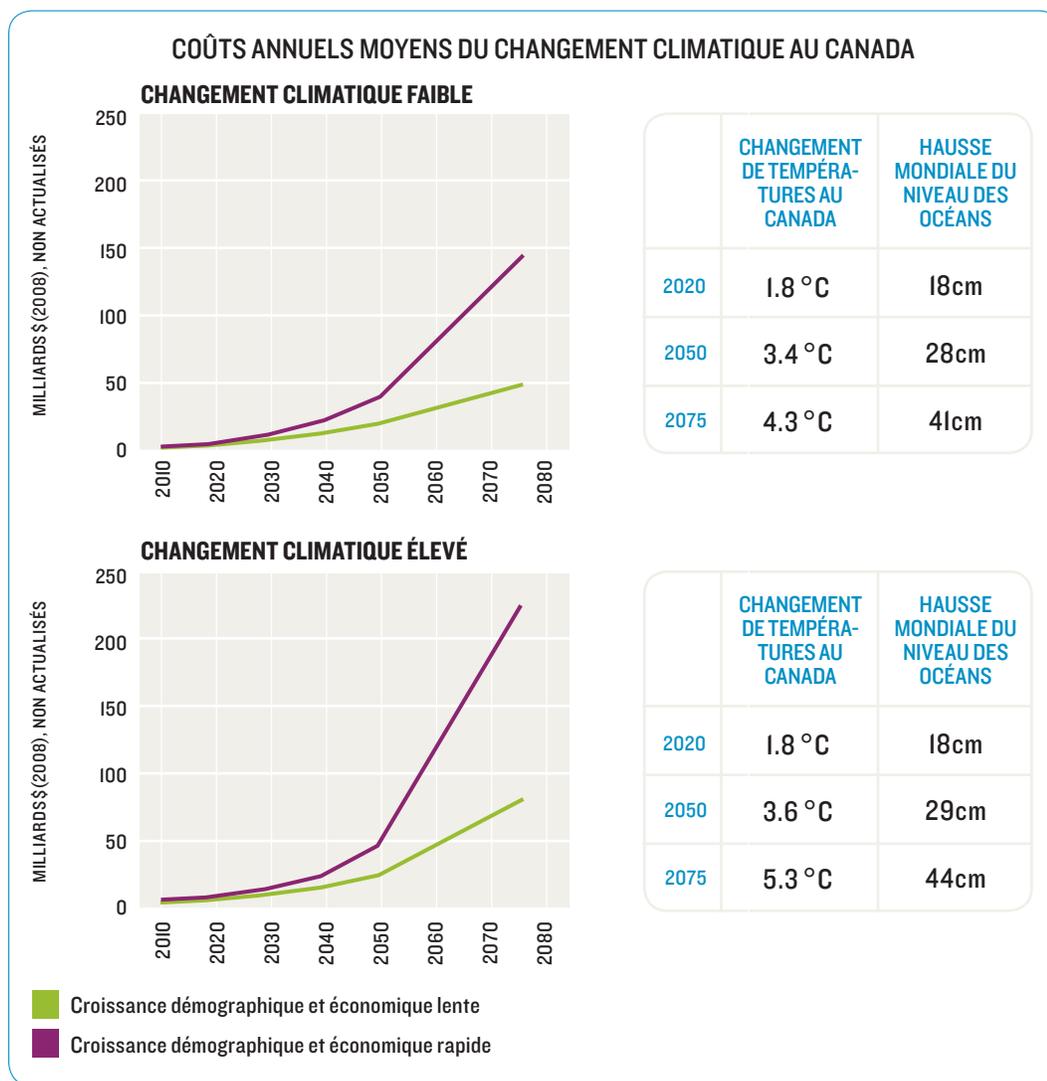
**Dans le présent chapitre, nous avons adopté l'approche probabiliste pour la modélisation.** Pour les intrants incertains, le modèle PAGE09 comprend des distributions similaires à celles présentées plus haut, avec des limites extérieures et la valeur la plus probable. À chaque lancement, le modèle effectue 10 000 passages, choisissant à chaque fois une valeur aléatoire à partir d'un point différent le long de chaque distribution incertaine. Le modèle génère un ensemble de résultats pour chacun des 10 000 passages. Lorsque tous ces résultats sont combinés, nous pouvons voir la distribution complète des résultats possibles – les résultats possibles et la probabilité de chaque résultat par rapport aux autres résultats possibles.

Dans ce contexte d'hypothèses et d'incertitudes, le modèle PAGE09 est un outil puissant qui met en lumière l'ampleur potentielle de cet enjeu pour le Canada et les Canadiens, montre les tendances au fil du temps, montre comment nos choix peuvent influencer les résultats et incorpore l'incertitude et le risque dans les prévisions de base.

### 2.3 CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR LE CANADA

Dans tous les scénarios, le changement climatique amène une accélération des coûts, qui passent d'une valeur moyenne de cinq milliards de dollars par année en 2020 à une valeur moyenne se situant entre 21 et 43 milliards de dollars par année en 2050. La [Figure 6](#) montre les coûts jusqu'en 2075 suivant chacun des scénarios. Les niveaux d'émissions dans nos scénarios de changement climatique élevé et de changement climatique faible commencent à diverger vers 2010 (voir la [Figure 2](#)), mais les effets de ces émissions futures sur la température ne deviennent très importants qu'après 2050, en raison du délai entre les émissions et le réchauffement et de l'inertie des éléments du système terrestre – le climat, les océans et la biosphère terrestre<sup>16</sup>. Les coûts augmentent avec l'ampleur du changement climatique. Sur le plan financier, un Canada plus riche ferait face à des coûts plus élevés que dans la situation inverse, puisque la valeur et le nombre des biens exposés aux dommages découlant du changement climatique seraient plus élevés. La combinaison d'un changement climatique élevé et d'une croissance rapide entraîne les coûts économiques les plus élevés.

FIGURE 6

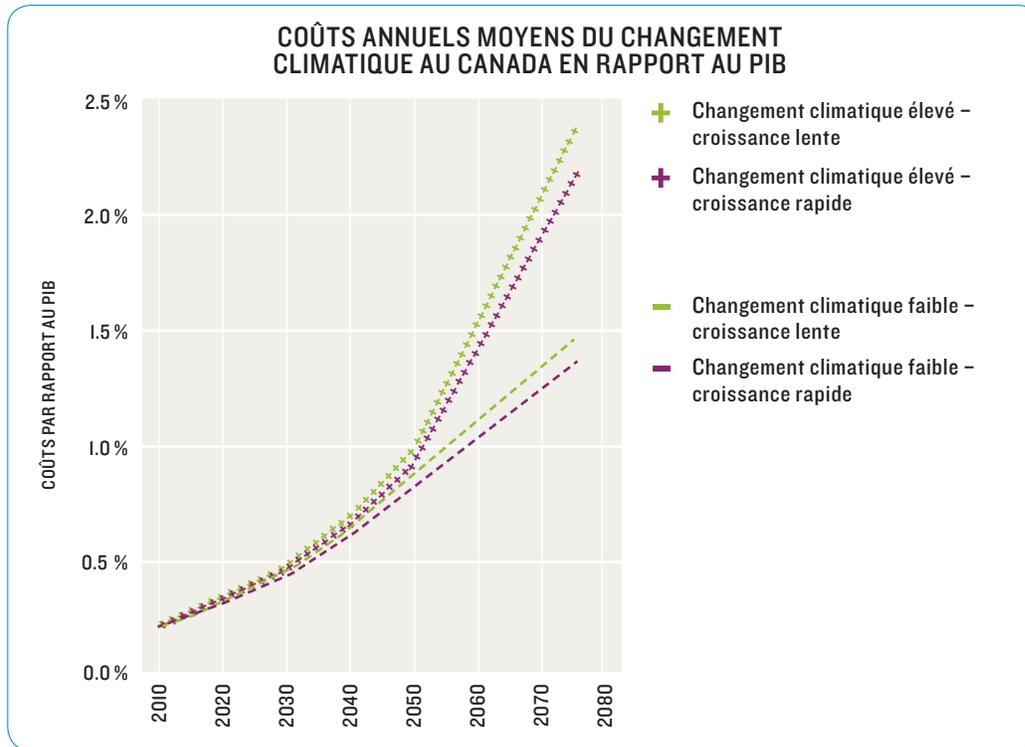


**Le changement climatique constitue un fardeau économique à long terme croissant pour le Canada.**

Les changements dans les émissions mondiales futures auront peu d'effet sur les coûts au Canada au cours des trois ou quatre prochaines décennies, mais un effet majeur dans la deuxième moitié du siècle.

La **Figure 7** montre les coûts annuels moyens du changement climatique par rapport au PIB prévu d'ici à 2075. Présenter les coûts de cette manière permet de montrer l'évolution des coûts du changement climatique par rapport à notre richesse collective et donne un point de vue différent des résultats affichés à la **Figure 6**. Nous pouvons nous attendre à voir augmenter les coûts moyens, qui pourraient s'établir à environ 0,8 % à 1,0 % du PIB d'ici 2050. Cela montre clairement que le fardeau économique sera beaucoup plus élevé pour les prochaines générations à cause des émissions plus élevées. Le modèle pose en hypothèse que les sociétés riches sont moins vulnérables que les sociétés plus pauvres, de sorte que le fardeau représenté par les coûts au Canada est plus élevé dans les scénarios de croissance lente que dans les scénarios de croissance rapide.

FIGURE 7

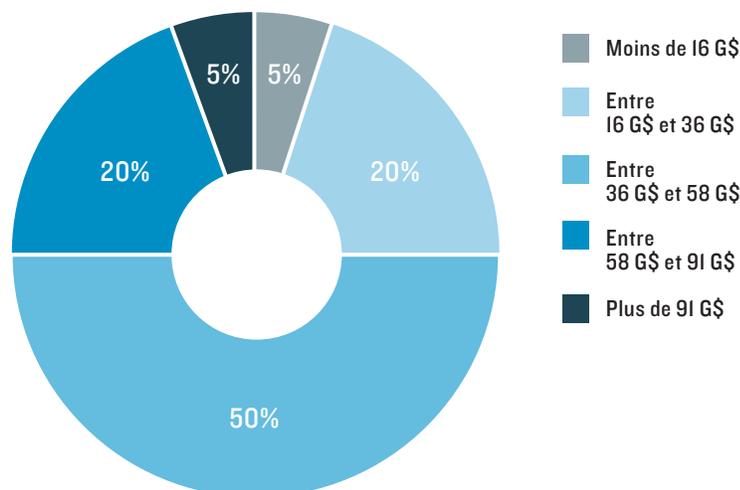


L'incertitude quant aux aspects scientifiques et économiques du changement climatique laisse penser qu'une large fourchette de résultats est possible. La [Figure 8](#) montre la fourchette de coûts possibles en 2050 dans un scénario de changement climatique élevé et de croissance rapide, estimée en fonction de 10 000 passages du modèle. Dans ce scénario, la valeur moyenne centrale pour le coût du changement climatique est de 43 milliards de dollars par année en 2050. Pourtant, un examen plus serré de la fourchette de résultats possibles indique une probabilité de 5 % que les coûts soient inférieurs à 16 milliards de dollars par année ou supérieurs à 91 milliards de dollars par année. De façon générale, le degré de certitude est plus élevé pour les périodes les plus rapprochées, puisque nous estimons que l'information incorporée aux prévisions immédiates sur les tendances en matière de niveaux d'émissions, de rendement économique et de population est plus fiable. Nous avons aussi une meilleure idée du coût des réchauffements moins importants que du coût des réchauffements plus importants. Bien que le modèle offre des résultats jusqu'en 2200, nous concentrons nos estimations sur la période allant jusqu'en 2075 et le degré de fiabilité est plus élevé pour la période plus proche.

**Les coûts pourraient être largement supérieurs à la moyenne.** Il existe une possibilité, faible mais non nulle, que les coûts dépassent 150 milliards de dollars par année en 2050. Ceci met en lumière le principe de précaution : les coûts à l'extrémité supérieure du spectre de distribution sont si élevés qu'ils méritent d'être examinés même si la possibilité qu'ils surviennent semble faible. Un degré d'incertitude semblable influe sur chacun des quatre scénarios, mais l'importance des coûts varie de l'un à l'autre (voir l'[annexe 8.2](#) pour des histogrammes de la distribution des coûts suivant chacun des quatre scénarios en 2050).

FIGURE 8

**DISTRIBUTION DES COÛTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS UN SCÉNARIO DE CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ ET DE CROISSANCE RAPIDE, 2050**  
 PROBABILITÉ EN POURCENTAGE DES DIFFÉRENTS COÛTS ANNUELS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE.



§ (2008), NON ACTUALISÉE

Un avenir avec des émissions plus faibles éliminerait la possibilité de résultats extrêmement coûteux possibles dans un avenir à fortes émissions. Le [Tableau 1](#) montre qu'en 2075, lorsque les différences entre les effets des scénarios à changement climatique élevé et faible commenceront à devenir plus prononcées, le coût annuel à l'extrémité supérieure de la fourchette de possibilités devient substantiellement plus faible dans le scénario d'avenir à changement climatique faible que dans l'avenir à changement climatique élevé. En comparant les résultats des deux scénarios à croissance rapide, dans le cas du scénario de changement climatique élevé il y aurait une probabilité de 5 % que les coûts dépassent 546 milliards de dollars et une probabilité de 1 % qu'ils dépassent 820 milliards de dollars, mais dans le cas d'un changement climatique faible, l'importance de la possibilité de risque faible et d'effets élevés est beaucoup plus basse – une probabilité de 5 % que les coûts dépassent 350 milliards de dollars et de 1 % qu'ils dépassent 525 milliards de dollars.

TABLEAU 1

**COÛTS ANNUELS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE, 2075**

	- CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE		+ CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ	
	CROISSANCE LENTE	CROISSANCE RAPIDE	CROISSANCE LENTE	CROISSANCE RAPIDE
COÛT ANNUEL MOYEN	51 G\$	149 G\$	80 G\$	221 G\$
5% DE PROBABILITÉ QUE LE COÛT ANNUEL ATTEIGNE AU MOINS	119 G\$	350 G\$	198 G\$	546 G\$
1% DE PROBABILITÉ QUE LE COÛT ANNUEL ATTEIGNE AU MOINS	180 G\$	525 G\$	300 G\$	820 G\$

§ (2008), NON ACTUALISÉE

La distribution des résultats possibles illustre la nature du risque et de l'incertitude dans la prévision des résultats du changement climatique. Notre modélisation montre non seulement les coûts attendus ou moyens mais aussi la possibilité ou le risque de coûts plus faibles ou plus élevés. Elle montre également quelle pourrait être l'importance de ces coûts différents. En examinant la distribution des résultats possibles au moyen de ce type de modélisation, nous pouvons évaluer le risque pour le Canada d'agir ou de ne pas agir face à des résultats économiques incertains. En effet, bien que tous les résultats indiquent qu'il y a pour chaque scénario une possibilité que les coûts soient quelque peu moins élevés à une extrémité de l'échelle, ils montrent également qu'il existe la même possibilité – de l'ordre de 1 %, 2 % ou même 5 % – que les coûts soient largement plus élevés à l'autre extrémité.

Ces constatations montrent que des émissions mondiales moins élevées permettraient une forte réduction des coûts du changement climatique en termes absolus et relatifs; vus d'une autre façon, ils montrent que des niveaux d'émission plus élevés entraînent des coûts économiques plus élevés. Ils montrent aussi que des émissions mondiales moins élevées réduisent le risque de coûts extrêmement élevés associés aux effets du changement climatique. Par conséquent, les efforts mondiaux, y compris les nôtres, pour contrôler et réduire les émissions peuvent être vus comme une stratégie d'assurance permettant de diminuer ces risques. Les Canadiens font des investissements réguliers pour réduire ou gérer le risque d'événements à faible probabilité, comme des accidents d'automobile ou l'incendie d'une résidence. Nous dépensons de l'argent pour des pneus d'hiver ou des détecteurs de fumée dans le but de réduire les coûts et les effets, et nous dépensons de l'argent pour contracter de l'assurance, de façon à ce que ces événements à faible probabilité, s'ils venaient à se produire malgré nos efforts pour les éviter, aient des conséquences financières moins graves. Par conséquent, nous devrions évaluer non seulement l'acceptabilité sociétale et économique des effets à plus haute probabilité du changement climatique et les coûts qui y sont associés, mais aussi examiner l'acceptabilité des effets moins probables du changement climatique, mais plus coûteux<sup>c</sup>.

---

<sup>c</sup> Voir la section 3.3 du récent rapport de la TRNEE, *Degrés de réchauffement : les enjeux de la hausse du climat pour le Canada* pour une analyse portant sur le «Passage vers des avenir climatiques incertains» (Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, 2010).

## 2.4 LE CANADA ET LE MONDE À 2 °C DE RÉCHAUFFEMENT

Les résultats de la modélisation produite à l'aide de PAGE09 peuvent être utilisés pour explorer l'ampleur des coûts auxquels nous pourrions devoir faire face du fait du changement climatique suivant différents avènements en matière de politiques. En vertu de l'Accord de Copenhague de 2009, le Canada travaille de concert avec d'autres gouvernements pour limiter la hausse des températures mondiales à 2 °C au-dessus du niveau préindustriel<sup>17</sup>. Du fait que nous sommes un pays nordique, un réchauffement de 2 °C de la température mondiale moyenne pourrait se traduire par une augmentation de 3 °C ou plus en moyenne pour le Canada. Bien que nous n'ayons pas examiné ce scénario particulier dans notre analyse, nous pouvons utiliser les résultats présentés dans le présent chapitre pour réfléchir à ce que cette cible mondiale pourrait signifier pour le Canada. Les quatre scénarios que nous avons modélisés mèneraient à une augmentation de la température mondiale moyenne de l'ordre de 1,7 °C à 1,8 °C d'ici 2050.

Même si nous réussissons à restreindre le réchauffement à la limite de 2 °C fixée par l'Accord de Copenhague, notre analyse montre que le changement climatique resterait coûteux pour le Canada : le coût moyen d'une hausse de 1,7 °C à 1,8 °C de la température mondiale moyenne est estimé entre 21 milliards de dollars et 43 milliards de dollars par année au Canada en 2050, si nous ne prenons aucune mesure pour nous adapter à ces effets et tenter de les réduire. Les coûts seraient probablement plus proches du bas de la plage si les mesures d'atténuation nationales entraînent un ralentissement de la croissance économique. Cependant, et contrairement aux coûts croissants de *l'inaction* présentés dans le présent rapport, suivant l'Accord de Copenhague, les coûts ne continueraient pas d'augmenter dans les périodes plus lointaines pendant que les émissions continuent d'augmenter, mais se stabiliseraient plutôt au niveau de 2050 (à tout le moins en termes relatifs) et pourraient peut-être même diminuer au fil du temps, à mesure que nous nous ajustons à une nouvelle réalité<sup>d</sup>.

<sup>d</sup> Cependant, en raison des délais et des mécanismes de rétroaction liés aux gaz à effet de serre qui se trouvent déjà dans l'atmosphère, les températures pourraient augmenter bien au-delà des niveaux de 2050, jusqu'à ce qu'ils atteignent leurs niveaux à long terme («équilibre»).

## 2.5 CONCLUSIONS

Le changement climatique a un prix pour le Canada, et ce prix pourrait être élevé. Nos recherches et nos analyses montrent qu'il pourrait se situer entre 21 et 43 milliards de dollars par année en 2050, ce qui équivaut à 0,8 % à 1 % du PIB, selon les émissions mondiales futures et la croissance du Canada d'ici là. Il y a aussi des risques que les coûts soient beaucoup plus élevés et ces risques méritent d'être examinés.

Ces résultats à l'échelle du Canada précisent certains des enjeux pour nous. Jusqu'ici, nous avons montré que nous nous attendons à faire face à des coûts et que nous devons nous adapter à cette réalité. Cependant, comme nous l'avons vu dans notre rapport *Degrés de réchauffement*, les effets du changement climatique se feront sentir de façons différentes dans différents segments de l'économie et dans différentes régions du pays. Compte tenu des effets locaux et régionaux du changement climatique, il est plus facile de déterminer les solutions et les réponses pour la gestion de ces coûts par une analyse des effets sur différents secteurs. Afin de mieux comprendre les effets économiques du changement climatique et les mesures d'adaptation possibles pour la prospérité, les lieux et les résidents du Canada, les trois chapitres qui suivent examineront trois secteurs importants et représentatifs qui seront tous touchés par le changement climatique : l'approvisionnement forestier, les régions côtières et la santé humaine.

# APPROVISIONNEMENT FORÊSTIER

// CHAPITRE 3.0





1 1/2 HIGH W.T.  
COP SHIES

L 63-3  
IL 60-1

418 INSPECTOR

## **3.0 // APPROVISIONNEMENT FORESTIER**

**3.1 // LE LIEN AVEC LE CLIMAT**

**3.2 // APERÇU DE NOS MÉTHODES**

**3.3 // EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE  
SUR L'APPROVISIONNEMENT FORESTIER**

**3.4 // RÉPERCUSSIONS ÉCONOMIQUES**

**3.5 // STRATÉGIES D'ADAPTATION**

**3.6 // CONCLUSIONS**

### 3.1 LE LIEN AVEC LE CLIMAT

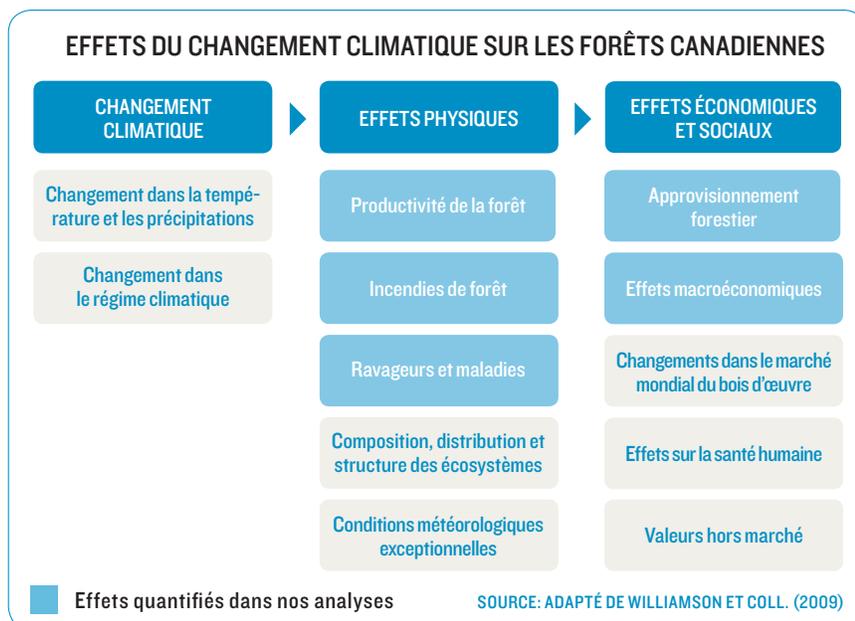
## Le changement climatique ajoute une nouvelle menace à l’approvisionnement forestier au Canada.

Le Canada compte près de 3,5 millions de kilomètres carrés de forêts, représentant 10 % du couvert forestier mondial et 30 % de la forêt boréale<sup>18</sup>. Ces forêts purifient notre eau et notre air, abritent de nombreuses espèces, servent à nos loisirs, absorbent et retiennent le carbone, et soutiennent une industrie forestière<sup>e</sup> qui représente 1,7 % de notre PIB<sup>19</sup>. Le changement climatique aura des conséquences pour l’industrie forestière du Canada et les effets en cascade se feront sentir dans d’autres secteurs. Le PIB pourrait diminuer de 0,1 % à 0,3 % d’ici le milieu du siècle.

Les forêts sont sensibles aux variations de la température et du climat. Les chercheurs canadiens, y compris ceux du Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada, étudient les effets potentiels du changement climatique sur les forêts canadienne (**Figure 9**)<sup>20</sup>. Dans un climat en évolution, on s’attend à ce que l’activité des incendies de forêts augmente, nuisant à l’approvisionnement forestier et entraînant une augmentation du coût de gestion et de contrôle des incendies. Une augmentation des perturbations causées par les ravageurs est à prévoir au cours des prochaines décennies, tandis que des événements météorologiques extrêmes plus fréquents et plus intenses, y compris les tempêtes de vent et de verglas, pourraient endommager les arbres et les opérations industrielles. Des températures plus chaudes et des niveaux de dioxyde de carbone plus élevés dans l’atmosphère pourraient accélérer la productivité des arbres, sous certaines conditions. La distribution et la composition des écosystèmes, y compris les forêts, évoluent, certaines espèces gagnant des habitats appropriés alors que d’autres en perdent. Dans le contexte d’une économie mondiale, les effets du changement climatique sur les forêts à l’extérieur du Canada pourraient avoir des effets en cascade sur notre industrie forestière.

<sup>e</sup> L’industrie forestière comprend la foresterie et l’exploitation forestière, la fabrication de pâte et de papier, et la fabrication de produits du bois. Nous utilisons «foresterie» pour désigner le secteur de la foresterie et de l’exploitation forestière, qui comprend la production de bois d’œuvre, la récolte, la reforestation et la collecte des produits forestiers (Industrie Canada, 2010a).

FIGURE 9



Le climat en évolution est un moteur de changement économique, entre autres choses. L'Encadré 2 souligne les étapes en cours pour transformer l'industrie forestière du Canada et établir des liens entre cette transformation et le changement climatique.

## ENCADRÉ 2

### TRANSFORMATION DE L'INDUSTRIE FORESTIÈRE AU CANADA

L'industrie forestière canadienne est vulnérable à la dynamique économique mondiale, y compris le coût international de la main-d'œuvre et du bois, la force du dollar américain et le nombre de mises en chantier dans le secteur domiciliaire aux États-Unis. Les exportations totales ont chuté de près de 50 % entre 2004 et 2009, notamment en raison du récent ralentissement de l'économie<sup>21</sup>. Afin de faire face à une concurrence internationale accrue et de maximiser la valeur tirée du bois d'œuvre, le secteur forestier du Canada a entrepris une transformation visant la diversification de l'utilisation des produits de la forêt par le développement de nouveaux bioproduits (p. ex. les plastiques biodégradables) et l'augmentation du degré de pénétration des produits du bois dans le marché des matériaux de construction<sup>22</sup>. Une étude récente a évalué à près de 200 milliards de dollars le marché potentiel mondial pour les bioproduits de l'industrie forestière<sup>23</sup>.

Le Conseil canadien des ministres des forêts a élaboré une vision pour la gestion durable des forêts du Canada, qui s'appuie sur la transformation du secteur forestier et le changement climatique. Ces deux thèmes vont de pair<sup>24</sup>. L'émergence de marchés du carbone et d'une politique de détermination du prix du carbone comportant des mécanismes qui permettent de compenser les émissions par des projets liés au carbone dans les forêts pourrait créer des occasions économiques pour le secteur. L'adaptation des pratiques de gestion forestière pour tenir compte des effets futurs du changement climatique pourrait contribuer à faire progresser la transformation de l'industrie et les objectifs d'atténuation des effets du changement climatique, par exemple en augmentant la capacité d'absorption du carbone de nos forêts et la capacité de l'industrie de fournir un approvisionnement fiable en biocarburants. La réorientation de la trajectoire économique du secteur vers des produits diversifiés et à forte valeur ajoutée est aussi une stratégie permettant de protéger l'industrie forestière et les collectivités qui en dépendent des effets néfastes du changement climatique.

Mais de quel ordre au juste pourraient être les effets économiques du changement climatique pour l'industrie forestière et pour l'ensemble du Canada? Le présent chapitre explore les liens entre les effets du changement climatique sur l'approvisionnement forestier et les répercussions de ces effets sur l'économie canadienne<sup>f</sup>. Comme le montre la **Figure 9**, nous mettons l'accent sur les changements dans le volume de bois d'œuvre résultant de l'évolution du régime des incendies de forêt, de la productivité des forêts et des perturbations causées par les ravageurs dans un climat en évolution pour ensuite estimer les coûts ou les avantages économiques de ces effets. Enfin, nous nous demandons si l'adaptation au changement climatique pourrait améliorer notre bien-être économique.

### 3.2 APERÇU DE NOS MÉTHODES

Voici un aperçu des méthodes employées pour orienter notre analyse. L'**annexe 8.3** donne de plus amples renseignements sur ces méthodes et leurs limites.

**EFFETS PHYSIQUES :** Notre analyse des effets physiques couvre les variations du volume de bois d'œuvre attribuables aux incendies de forêts, à la productivité des forêts et aux perturbations attribuables aux ravageurs dans un climat en évolution. Nous mettons l'accent sur ces effets pour deux raisons: 1) ils ont une incidence plus directe sur l'approvisionnement forestier<sup>g</sup> qui sera disponible dans l'avenir; 2) il existe déjà des données suffisantes sur lesquelles on peut s'appuyer. Géographiquement, notre analyse couvre les zones forestières affectées à la production de bois dans six régions: la Colombie-Britannique; l'Alberta; le Manitoba, la Saskatchewan et les territoires<sup>h</sup>; l'Ontario; le Québec; et le Canada atlantique.

VOIR LE  
CHAPITRE 1  
POUR UN  
RAPPEL  
DE NOS  
SCÉNARIOS

Nous avons fait des estimations des changements prévus dans l'approvisionnement forestier pour chaque région et chaque **SCÉNARIO** de changement climatique (changement climatique élevé et changement climatique faible). Ces estimations ont été tirées principalement de recherches menées par le Service canadien des forêts, y compris des estimations quantitatives et qualitatives des effets du changement climatique sur les incendies de forêts, la productivité des forêts et les ravageurs dans les différentes régions forestières du Canada.

**EFFETS ÉCONOMIQUES :** Les conséquences économiques des changements influant sur le bois d'œuvre vont bien au-delà de l'industrie forestière, et se répercutent notamment sur l'industrie manufacturière et l'industrie de la construction. Nous avons utilisé un modèle informatique d'équilibre général (IEG) pour explorer les coûts et les avantages pour l'économie globale du Canada des changements dans le volume de bois d'œuvre résultant du changement climatique. De façon générale, les modèles IEG permettent de prédire les tendances macroéconomiques, en s'appuyant sur des hypothèses simplifiées pour représenter les économies régionales et les interactions complexes entre elles. Les modèles IEG intègrent la demande des consommateurs, la disponibilité de la main-d'œuvre et du capital, ainsi que les marchés pour les

<sup>f</sup> Un rapport technique étayant le présent chapitre est disponible sur demande : *Costing Climate Impacts and Adaptation: A Canadian Study on the Forest Sector* (Marbek et Lantz, 2010).

<sup>g</sup> Nous avons mis l'accent sur le volume de bois d'œuvre, mais nous reconnaissons que le changement climatique a aussi une incidence sur la qualité du bois d'œuvre et le moment de la plantation et de la récolte.

<sup>h</sup> Le Yukon et les Territoires du Nord-Ouest ont beaucoup plus de forêts que le Nunavut.

intrants et les extrants de production. Nous avons appliqué des modèles IEG à chacune des régions, suivant les scénarios de croissance lente et de croissance rapide. Nous avons ensuite modifié la production du secteur forestier sur la base des changements estimatifs dans l'approvisionnement forestier et appliqué de nouveau les modèles. La comparaison des indicateurs économiques entre les différents passages du modèle, en présence et en l'absence de changement climatique, nous permet d'explorer les effets de différents futurs climatiques sur l'ensemble de l'économie.

### 3.3 EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'APPROVISIONNEMENT FORESTIER

Les effets du changement climatique sur le volume de bois d'œuvre s'intensifient au fil du temps et varient sur une base régionale, les régions de l'ouest du pays étant davantage touchées que celles de l'est du pays. Les analyses montrent que le volume de bois d'œuvre diminue dans toutes les régions à mesure que le changement climatique s'intensifie. Ces diminutions sont de 1 à 5 % dans les années 2020 tandis qu'elles représentent de 2 à 23 % dans les années 2080. Les effets sont cependant plus marqués dans l'ouest du Canada que dans l'est. Par exemple, selon les analyses, le volume de bois d'œuvre pourrait diminuer de 9 % à 14 % en Alberta, de 7 % à 11 % au Manitoba, en Saskatchewan et dans les territoires, et de 5 % à 8 % en Colombie-Britannique dans les années 2050. Au Québec, le volume de bois d'œuvre pourrait diminuer de 1 % à 2 % d'ici 2050. Nos estimations reflètent les attentes face aux tendances lourdes plutôt qu'en fonction d'événements particuliers. L'expérience récente liée au dendroctone du pin ponderosa en Colombie-Britannique, un ravageur auquel on associe des prévisions de pertes de 23 % du volume de bois d'œuvre dans la province d'ici 2015<sup>25</sup>, donne à penser que nos estimations sont conservatrices pour cette province. Le **Tableau 2** résume nos estimations de la réduction des volumes de bois d'œuvre, par rapport aux volumes actuels, attribuable aux effets du changement climatique sur les incendies de forêts, la productivité des forêts et les ravageurs selon les scénarios de changement climatique faible et élevé.

**TABLEAU 2**

#### DIMINUTION DU VOLUME DE BOIS D'ŒUVRE DUE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

ANNÉES	COLOMBIE-BRITANNIQUE	ALBERTA	MANITOBA, SASKATCHEWAN, TERRITOIRES	ONTARIO	QUÉBEC	CANADA ATLANTIQUE
2020	3 à 4 %	3 à 5 %	4 à 5 %	2 %	1 %	1 %
2050	5 à 8 %	9 à 14 %	7 à 11 %	2 à 4 %	1 à 2 %	2 à 4 %
2080	8 à 14 %	13 à 22 %	13 à 23 %	4 à 8 %	2 à 4 %	2 à 5 %

Les incendies de forêts ont la plus forte incidence sur le volume de bois d'œuvre dans la plupart des régions. L'influence de la productivité de la forêt sur le volume de bois d'œuvre est positive dans l'est du Canada et négative dans l'ouest. On doit s'attendre à ce que toutes les régions soient touchées de façon similaire par les ravageurs à l'avenir.

### 3.4 RÉPERCUSSIONS ÉCONOMIQUES

Dans les années 2050, les changements dans le volume de bois d'œuvre résultant du changement climatique pourraient réduire le PIB national d'une fraction pouvant atteindre 0,3% ou environ 17 milliards de dollars, en comparaison d'un avenir où il n'y aurait pas de changement climatique. Les coûts du changement climatique sont fonction du taux de changement dans les effets sur l'approvisionnement forestier et de l'évolution de la structure de l'économie dans son ensemble. Le **Tableau 3** présente les effets du changement climatique sur l'économie canadienne, mesurés par les changements touchant le PIB. Nous présentons les résultats pour les quatre scénarios. Dans chacun des scénarios, les changements relatifs touchant le PIB sont plus élevés dans les années 2050 que dans les années 2020 mais diminuent quelque peu dans les années 2080, la croissance du PIB étant alors plus rapide que la croissance des coûts du changement climatique.

**TABLEAU 3**

VARIATIONS ANNUELLES DU PIB PAR RAPPORT À UN NIVEAU DE RÉFÉRENCE « SANS CHANGEMENT CLIMATIQUE »				
ANNÉES	- CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE		+ CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ	
	CROISSANCE LENTE	CROISSANCE RAPIDE	CROISSANCE LENTE	CROISSANCE RAPIDE
2020	-0,10 %	-0,12 %	-0,15 %	-0,18 %
2050	-0,12 %	-0,18 %	-0,21 %	-0,33 %
2080	-0,11 %	-0,08 %	-0,19 %	-0,15 %

Le changement climatique amortit l'activité économique et la productivité, les effets sur le PIB étant plus marqués au Manitoba, en Saskatchewan et dans les territoires, ainsi qu'en Colombie-Britannique. Le **Tableau 4** illustre les effets attendus sur le PIB pour deux de nos scénarios futurs, comparativement à des données de base en l'absence de changement climatique. Le PIB de la Colombie-Britannique pourrait diminuer de 0,2% à 0,4% d'ici 2050. Dans la région la plus touchée – Manitoba, Saskatchewan et les territoires – notre modélisation montre que le PIB pourrait diminuer de 0,3% à 0,9% d'ici 2050.

TABLEAU 4

VARIATIONS ANNUELLES DU PIB PAR RAPPORT À UN NIVEAU DE RÉFÉRENCE « SANS CHANGEMENT CLIMATIQUE » PAR RÉGION, ANNÉES 2050

RÉGION	- CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE		+ CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ	
	CROISSANCE LENTE		CROISSANCE RAPIDE	
COLOMBIE-BRITANNIQUE	-0,5 G\$	-0,18 %	-3,1 G\$	-0,44 %
ALBERTA	-0,2 G\$	-0,06 %	-1,0 G\$	-0,14 %
MANITOBA, SASKATCHEWAN ET TERRITOIRES <sup>i</sup>	-0,5 G\$	-0,33 %	-3,3 G\$	-0,85 %
ONTARIO	-1,0 G\$	-0,11 %	-7,4 G\$	-0,31 %
QUÉBEC	-0,3 G\$	-0,08 %	-2,1 G\$	-0,23 %
CANADA ATLANTIQUE	-0,1 G\$	-0,07 %	-0,5 G\$	-0,21 %
<b>CANADA</b>	<b>-2,4 G\$</b>	<b>-0,12 %</b>	<b>-17,4 G\$</b>	<b>-0,33 %</b>

\$(2008), NON ACTUALISÉS

Nous ne sommes pas en mesure de prédire la sensibilité des économies régionales au changement climatique en examinant seulement l'ampleur de l'exposition aux changements physiques dans le volume de bois d'œuvre. Une comparaison entre le [Tableau 2](#) et le [Tableau 4](#) permet de montrer comment la structure des économies régionales influence la vulnérabilité des économies régionales aux effets du changement climatique. Au moins deux facteurs sont en jeu : la taille relative du secteur forestier et le degré de dépendances des autres secteurs économiques envers les produits de la foresterie. Nos estimations du [Tableau 2](#) indiquent que la diminution du volume de bois d'œuvre résultant du changement climatique pourrait être plus marquée en Alberta qu'en Colombie-Britannique. Cependant, le coût relatif de cette évolution est très différent, comme le montre le [Tableau 4](#). L'industrie forestière de la Colombie-Britannique est un élément plus important de l'économie provinciale et est plus importante pour le reste de l'économie provinciale que ce n'est le cas en Alberta, de sorte que les effets de cascade sont plus importants.

Les coûts regroupés à l'échelle régionale masquent des différences importantes à l'intérieur des régions. Les résidants des collectivités qui dépendent du secteur forestier seront particulièrement sensibles au changement climatique. Par exemple, les incendies de forêts sont une menace particulière à la santé et aux biens dans les collectivités forestières. Des effets prononcés comme ceux qui étaient attribuables au dendroctone du pin ponderosa pourraient limiter la disponibilité des produits forestiers qui alimentent la croissance économique locale<sup>26</sup>.

<sup>i</sup> Cette région regroupe cinq économies régionales distinctes présentant des caractéristiques variées, ce qui rend difficile une explication de l'importance des effets sur le PIB d'après nos estimations. Il y a deux contributeurs possibles : la taille de l'industrie forestière globale en proportion de l'ensemble de l'économie de la région et l'ampleur des interconnexions entre l'industrie forestière et les autres industries dans l'économie régionale. Dans la région globale modélisée, les industries forestières du Manitoba et de la Saskatchewan sont les plus importantes des cinq. Leur contribution respective au PIB dans chacune des économies provinciales est à peu de choses près identique à la situation qui a cours en Alberta. Par conséquent, l'explication la plus plausible a trait aux nombreux effets en cascade produits par les changements dans l'industrie forestière, ce qui peut être un artefact [c. à d. un « phénomène secondaire »] du modèle.

Les coûts cumulatifs des changements dans l’approvisionnement forestier attribuables au changement climatique au cours des 70 prochaines années varient fortement, se situant entre 25 et 176 milliards de dollars pour l’ensemble du pays, selon le scénario. Le **Tableau 5** présente les coûts cumulatifs du changement climatique de 2010 à 2080 par région et pour l’ensemble du Canada. Ainsi, pour établir les coûts cumulatifs, nous avons additionné les coûts annuels pour chaque année entre 2010 et 2080 et appliqué un facteur d’actualisation de 3%. Une observation s’impose ici. Les similitudes régionales dans les effets relatifs sur le PIB indiqués au **Tableau 4** ne se traduisent pas par des coûts similaires en termes absolus. Si les changements relatifs au PIB en Ontario seront comparables à ceux du Québec et de la Colombie-Britannique dans le scénario de changement climatique élevé et de croissance rapide (comme le montre le **Tableau 4**), en termes absolus les coûts sont plus élevés en Ontario (pouvant peut-être atteindre un total cumulatif de 75 milliards de dollars entre 2010 et 2080) en raison de la taille plus importante de l’économie de cette province. Les coûts varient fortement entre les deux scénarios présentés ci-dessous, qui reflètent des avenir climatiques et des avenir socio-économiques divergents.

**TABLEAU 5**

COÛTS CUMULATIFS DUS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE, 2010–2080		
	- CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE	+ CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ
RÉGION	CROISSANCE LENTE	CROISSANCE RAPIDE
COLOMBIE-BRITANNIQUE	5 G\$	32 G\$
ALBERTA	2 G\$	10 G\$
MANITOBA, SASKATCHEWAN ET TERRITOIRES	5 G\$	33 G\$
ONTARIO	10 G\$	75 G\$
QUÉBEC	3 G\$	21 G\$
CANADA ATLANTIQUE	1 G\$	6 G\$
<b>CANADA</b>	<b>25 G\$</b>	<b>176 G\$</b>

\$(2008), TAUX D'ACTUALISATION : 3%

### 3.5 STRATÉGIES D'ADAPTATION

Il existe plusieurs stratégies de préparation et de compensation des effets physiques et économiques du changement climatique sur les forêts<sup>27</sup>. Elles comprennent notamment des modifications aux modes d'exploitation et de gestion, comme le raccourcissement de la durée des rotations et la réduction de la dissémination des ravageurs. Ces stratégies peuvent nécessiter des changements de comportements, par exemple en passant des pratiques de gestion traditionnelles à des pratiques intégrant les principes de gestion des risques, de gestion adaptative et de résilience de l'écosystème. Ces exemples ne sont que quelques-unes des options possibles. En pratique, le choix des stratégies d'adaptation tiendra probablement compte du potentiel de synergie entre les stratégies et de la possibilité d'en tirer des avantages connexes. Par exemple, l'amélioration des stratégies de gestion des incendies de forêts pourrait aussi contribuer à l'augmentation de la séquestration du carbone par les forêts et à la réduction des émissions de GES des forêts, contribuant ainsi aux efforts d'atténuation du changement climatique. Des compromis entre l'adaptation et l'atténuation peuvent aussi se produire. Par exemple, des rotations plus courtes favorisent l'adaptation alors que des rotations plus longues favorisent la séquestration du carbone, ce qui est important dans l'atténuation du changement climatique. Si des incitatifs financiers sont mis en place pour encourager la séquestration ou diminuer de façon générale les émissions, les stratégies d'adaptation qui permettent d'atteindre ces objectifs seront aussi favorisées.

L'adaptation au changement climatique passe souvent par l'amélioration des activités existantes<sup>28</sup>. Les gouvernements provinciaux et territoriaux sont responsables de la suppression des incendies et de la gestion des ravageurs des forêts, et consacrent déjà des sommes importantes à ces activités. Les coûts fluctuent d'une année à l'autre selon la fréquence et la gravité des incendies ou des infestations. Au cours de la dernière décennie, les coûts annuels de lutte contre les incendies ont varié entre quatre et 73 millions de dollars au Québec<sup>29</sup> et entre 86 et 417 millions de dollars en Colombie-Britannique<sup>30</sup>. Au Québec, les dépenses liées à la lutte contre les ravageurs et les maladies des arbres ont totalisé six millions de dollars en 2010<sup>31</sup>.

#### AFIN D'EXPLORER LES COÛTS ET LES AVANTAGES DE L'ADAPTATION, NOUS AVONS EXAMINÉ LES EFFETS COMBINÉS DE TROIS STRATÉGIES.

// **AMÉLIORATION DE LA PRÉVENTION, DU CONTRÔLE ET DE LA SUPPRESSION DES INCENDIES DE FORÊTS** : Cette stratégie à court terme pourrait englober des brûlages dirigés, l'enlèvement de bois mort susceptible d'alimenter les incendies et l'amélioration de la lutte contre les incendies.

// **AUGMENTATION DES EFFORTS DE PRÉVENTION ET DE CONTRÔLE DES RAVAGEURS** : Cette stratégie à court terme viserait à minimiser les risques d'introduction de nouvelles espèces de ravageurs dans une forêt, une gestion de la forêt visant à décourager la productivité des ravageurs ou des épandages plus vigoureux de pesticides.

**// LA PLANTATION D'ESPÈCES D'ARBRES MIEUX ADAPTÉES AUX CONDITIONS FUTURES:** Cette stratégie à long terme tient compte des conditions climatiques futures dans le choix des espèces d'arbres utilisées dans les opérations de reboisement. Malgré les préoccupations concernant la possibilité que la migration assistée contribue à la mauvaise adaptation et puisse avoir des conséquences imprévues, nous examinerons quand même cette option en raison de l'échelle des activités de régénération des forêts au Canada. Les entreprises forestières sont déjà assujetties aux exigences provinciales/territoriales en matière de reboisement et les décisions concernant le type de semis d'arbre à planter pourraient intégrer la perspective de changement des conditions futures.

Nous avons choisi ces stratégies en raison de leur potentiel pour ce qui est de réduire de façon économique les effets du changement climatique sur le volume de bois d'œuvre, et en raison de la possibilité de les appliquer à l'échelle nationale. Dans le but d'estimer les effets financiers de leur application, nous avons lancé à nouveau les six modèles IEG régionaux en y apportant des rajustements aux changements prévus dans la production du secteur forestier, de manière à tenir compte des effets de l'adaptation. Nous avons ensuite comparé les indicateurs économiques de cette modélisation aux coûts d'adaptation.

Plusieurs incertitudes subsistent à l'égard des coûts des options potentielles d'adaptation dans le futur éloigné. Outre les coûts, les effets exacts de l'adaptation sur la réduction des effets physiques du changement climatique à l'échelle régionale sont aussi largement inconnus. Par exemple, l'expérience récente du dendroctone du pin ponderosa a montré que les décisions quant au moment et à l'ampleur de la réponse aux poussées de ravageurs peuvent avoir une incidence importante sur les résultats (voir l'**Encadré 3**). Nous ne tenons pas compte des gains économiques potentiels découlant du développement d'une expertise technique et scientifique canadienne pouvant être exportée pour fournir des solutions d'adaptation à l'étranger. Nous avons documenté nos hypothèses ayant trait au coût et à l'efficacité des mesures d'adaptation à l'**annexe 8.3**.

## ENCADRÉ 3

## RÉPONSE À L'ÉPIDÉMIE DE DENDROCTONE DU PIN PONDEROSA EN COLOMBIE-BRITANNIQUE ET EN ALBERTA

Les écosystèmes forestiers sont extrêmement complexes et bien que nous puissions prévoir certains des effets graduels du changement climatique sur les écosystèmes, d'autres peuvent survenir sans avertissement ou presque. En décelant les effets potentiellement dommageables rapidement et en prenant les mesures nécessaires, nous élargissons la palette des stratégies d'adaptation qui sont à notre disposition. Ceci nous permet de choisir d'être proactif ou réactif. Cependant, lorsque les effets du changement climatique surviennent sans prévenir, l'adaptation réactive peut être la seule option.

Ce fut le cas en Colombie-Britannique, où l'ampleur de la récente infestation de dendroctone du pin ponderosa a pris beaucoup de monde par surprise<sup>32</sup>. Au moment où l'ampleur du problème a enfin été constatée, l'infestation était déjà trop avancée pour que l'on puisse mettre en place des mesures de confinement des ravageurs dans le centre de la province<sup>33</sup>. Les planificateurs ont plutôt mis l'accent sur la récupération de la plus grande valeur économique possible des forêts touchées<sup>34</sup>. Le gouvernement de la Colombie-Britannique a augmenté les niveaux de récolte autorisés pour permettre la récolte de bois d'œuvre avant qu'ils ne perdent la totalité de leur valeur commerciale<sup>35</sup>. Le gouvernement a également investi près de 160 millions de dollars dans la régénération des forêts afin de rétablir la valeur forestière dans les zones touchées<sup>36</sup>. Malgré ces efforts, on prévoit que l'infestation de dendroctone du pin ponderosa aura des conséquences à long terme sur l'économie de la province et que 16 scieries et usines de production pourraient fermer leurs portes d'ici 2018 en raison de la baisse de l'approvisionnement forestier<sup>37</sup>.

L'Alberta a tiré les leçons de l'expérience de la Colombie-Britannique et s'est préparée à l'avance à l'infestation<sup>38</sup>. L'ampleur des effets en Colombie-Britannique a encouragé l'Alberta à investir massivement pour contenir l'infestation. Depuis 2006, l'Alberta a investi environ 210 millions de dollars et a concentré ses efforts sur l'abattage des arbres touchés, l'amélioration des méthodes de gestion des ravageurs et la récolte des arbres surmatures et vulnérables<sup>39</sup>.

**Selon nos analyses, les avantages de l'adaptation dépassent les coûts dans toutes les régions et tous les scénarios.** Les résultats de notre analyse figurent au [Tableau 6](#). La valeur actualisée des coûts de mise en œuvre est de l'ordre de deux à quatre milliards de dollars pour les trois stratégies combinées entre aujourd'hui et 2080, alors que la valeur actualisée des avantages se situe entre 20 et 138 milliards de dollars (selon un taux d'actualisation de 3 %). Même après l'adaptation, certains effets demeurent et leur coût est évalué à entre cinq et 37 milliards de dollars<sup>j</sup>. Cette stratégie d'adaptation semble avantageuse sans égard au climat futur, ce qui soulève la question suivante : si ces stratégies d'adaptation offrent des gains évidents, pourquoi en limiter l'application ? Une partie de la réponse réside dans les structures de mesures incitatives actuelles, faisant en sorte que la partie responsable du financement des mesures d'adaptation est différente de celle qui en retirerait les avantages. De plus, comme nous l'avons mentionné plus tôt, les hypothèses sur l'efficacité et le coût de l'adaptation sont cruciales pour l'estimation du rendement attendu de l'adaptation<sup>k</sup>. L'efficacité et les estimations de coûts varieront entre les sites et les stratégies d'adaptation, de sorte qu'il devient difficile de choisir un ensemble d'hypothèses nationales crédibles.

<sup>j</sup> Nous mesurons les avantages en ce qui concerne la réduction de la compensation par les consommateurs qui serait nécessaire, si ces stratégies d'adaptation étaient en place – en jargon technique, on parle de « variation compensatoire ». Nous avons calculé les autres coûts des effets sous la forme de la compensation qui devrait être versée pour ramener les gens au niveau de bien-être qui aurait été le leur sans changement après l'adaptation.

<sup>k</sup> Durant la rédaction du présent rapport, certains experts à qui nous avons demandé de le réviser ont indiqué que nos hypothèses à cet égard étaient peut-être trop optimistes lorsqu'on tient compte de l'expérience récente liée au dendroctone du pin ponderosa.

TABLEAU 6

SOMMAIRE DES STRATÉGIES D'ADAPTATION POUR LE BOIS D'ŒUVRE				
		STRATÉGIE D'ADAPTATION		
<b>STRATÉGIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amélioration de la prévention, contrôle et de la suppression des incendies de forêts;</li> <li>Amélioration du contrôle des ravageurs;</li> <li>Plantation d'espèces d'arbres appropriées au climat futur</li> </ul>			
<b>OBJECTIF</b>	Réduction des effets du changement climatique sur l'approvisionnement forestier			
<b>COÛT DE MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE</b> (VALEUR ACTUALISÉE, 2010-2080)	-		+	
	2,3 G\$		3,6 G\$	
<b>AVANTAGES DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA STRATÉGIE</b> (VALEUR ACTUALISÉE, 2010-2080)	-		+	
	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE
	19,9 G\$	77,2 G\$	34,4 G\$	137,9 G\$
<b>RAPPORT AVANTAGES-COÛTS</b>	-		+	
	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE
	9:1	34:1	10:1	38:1
<b>SOLDE DES COÛTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE APRÈS L'ADAPTATION</b> (VALEUR ACTUALISÉE, 2010-2080)	-		+	
	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE
	4,6 G\$	24,4 G\$	8,1 G\$	37,1 G\$
<b>CO-AVANTAGES POTENTIELS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amélioration de la séquestration des GES</li> <li>Avantages pour la santé de la diminution du nombre d'incendies de forêts</li> <li>Capacité accrue d'atteinte des objectifs de gestion durable des forêts</li> </ul>			
<b>DÉFIS LIÉS À LA MISE EN ŒUVRE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incertitude quant à l'efficacité</li> <li>Risque écologique de la plantation d'autres espèces d'arbres</li> </ul>			
<span style="color: #4CAF50;">■</span> Croissance démographique et économique lente		<span style="color: #000000;">—</span> Changement climatique faible		
<span style="color: #9C27B0;">■</span> Croissance démographique et économique rapide		<span style="color: #000000;">+</span> Changement climatique élevé		
\$(2008), TAUX D'ACTUALISATION : 3 %				

Des recherches plus poussées s'imposent pour évaluer la faisabilité de la mise en œuvre à grande échelle des stratégies d'adaptation explorées dans le présent rapport. Certains défis particuliers doivent être signalés. L'étendue même des forêts canadiennes fait en sorte que le coût d'une intervention globale serait prohibitif, obligeant des interventions ponctuelles et par étapes<sup>40</sup>. L'écart entre la plantation et la récolte des arbres – de 50 à 100 ans<sup>41</sup> – signifie que des rajustements devront être apportés à court terme aux stratégies de gestion dans le but de faire face au changement climatique, malgré l'incertitude qui règne sur l'ampleur du changement climatique attendu à l'avenir<sup>42</sup>. Des défis liés à la gouvernance pourraient également devoir être résolus. La plupart des forêts où se fait la récolte de bois d'œuvre sont des terres publiques de compétence provinciale ou territoriale à l'égard desquelles des permis ont été accordés à des entreprises privées. À titre de propriétaires fonciers et d'organismes de réglementation, les gouvernements provinciaux et territoriaux ont un rôle majeur à jouer dans la création de conditions favorables à l'adaptation. Les gouvernements et l'industrie devront collaborer pour choisir et mettre en œuvre les stratégies d'adaptation les plus appropriées. La *Future Forest Ecosystems Initiative* de la Colombie-Britannique recense les différents effets que le changement climatique pourrait avoir sur les valeurs forestières et les façons d'adapter le cadre de gestion forestière à ces changements de conditions, en collaboration avec des partenaires externes, notamment les associations de l'industrie, les Premières nations, le Pacific Climate Impacts Consortium et le gouvernement fédéral<sup>43</sup>.

### 3.6 CONCLUSIONS

Notre analyse montre qu'on peut s'attendre à ce que le changement climatique ait des effets négatifs sur l'approvisionnement forestier attribuables aux changements dans les incendies de forêts, les infestations de ravageurs et la productivité des arbres. Ces effets seront plus marqués dans l'ouest du pays. La réduction de l'approvisionnement forestier aura des conséquences sur l'économie dans son ensemble par l'effet de cascade dans d'autres secteurs. Globalement, on pourrait voir une baisse du PIB de l'ordre de 0,12 % à 0,33 % d'ici les années 2050 alors que les coûts cumulatifs entre 2011 et 2080 pourraient atteindre entre 25 et 176 milliards de dollars. La mise en œuvre de diverses stratégies d'adaptation pour assurer la gestion des ravageurs et des incendies et planter des espèces d'arbres mieux adaptées aux conditions climatiques futures pourraient atténuer en bonne partie les effets négatifs du changement climatique sur l'approvisionnement forestier et offrir des avantages dépassant largement les coûts de l'adaptation.

# RÉGIONS CÔTIÈRES

// CHAPITRE 4.0





## **4.0 // RÉGIONS CÔTIÈRES**

**4.1 // LE LIEN AVEC LE CLIMAT**

**4.2 // APERÇU DE NOS MÉTHODES**

**4.3 // INCIDENCE DES INONDATIONS CÔTIÈRES**

**4.4 // RÉPERCUSSIONS ÉCONOMIQUES**

**4.5 // STRATÉGIES D'ADAPTATION**

**4.6 // CONCLUSIONS**

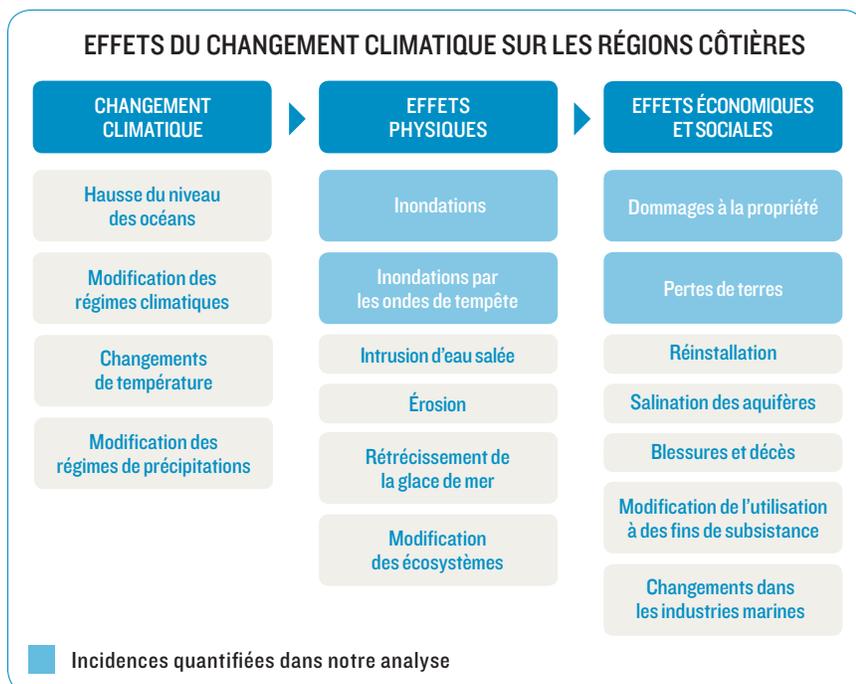
#### 4.1 LE LIEN AVEC LE CLIMAT

Les Canadiens qui vivent dans les zones côtières sont habitués aux risques associés aux changements de niveau des océans et aux ondes de tempêtes. Le changement climatique aggravera les hausses actuelles, exposant entre 3 000 et 13 000 habitations supplémentaires aux inondations d'ici le milieu du siècle.

Les régions côtières du Canada s'étendent sur 243 000 kilomètres de littoral donnant sur trois océans. Un Canadien sur six habite à moins de 20 kilomètres de l'océan<sup>44</sup>, mais pour beaucoup d'autres, les côtes sont un lieu de loisirs et de travail important. Habituées depuis longtemps à lutter contre les risques d'inondation et d'érosion, les collectivités du littoral doivent dorénavant composer avec le changement climatique, une nouvelle menace qui aggrave les risques pour les habitants, les propriétés et l'environnement des régions côtières.

Au fur et à mesure que le climat évolue, les effets combinés de l'accélération de l'érosion côtière, de la hausse du niveau des océans et de la fréquence et de l'intensité accrues des ondes de tempête risquent de provoquer la perte permanente de terres, des inondations temporaires, la salinisation de l'eau douce, des dommages à la propriété, la perturbation de certaines activités économiques essentielles, et bien d'autres conséquences (voir [Figure 10](#)). Récemment, nous en avons beaucoup appris sur les effets potentiels du changement climatique sur les côtes. En effet, selon une étude pancanadienne sur la sensibilité du Canada à la hausse du niveau des océans, le tiers de nos côtes, dont 80 % de celles de la Nouvelle-Écosse, du Nouveau-Brunswick et de l'Île-du-Prince-Édouard, affichent une sensibilité moyenne ou élevée<sup>45</sup>. Le district régional du Grand Vancouver, à cause de sa forte concentration d'habitants et de son infrastructure coûteuse, s'avère particulièrement vulnérable. Quelques études locales et régionales, portant en majeure partie sur la côte Est, ont évalué les répercussions et les coûts du changement climatique sur l'infrastructure bâtie et les habitations<sup>46</sup>. En dehors de cela, peu de chercheurs ont tenté d'estimer les coûts probables du changement climatique pour les régions côtières du Canada; c'est une lacune que la présente étude essaiera de combler en partie.

FIGURE 10



Comme le montre la **Figure 10**, la présente étude évalue l'incidence de la hausse du niveau des océans et des ondes de tempête en ce qui concerne les terres menacées d'inondation et les risques de destruction d'habitations, et estime la valeur des résidences perdues<sup>1</sup>. Par la suite, elle examine deux stratégies d'adaptation, l'aménagement dans une optique climatique et le retrait stratégique, et envisage dans quelle mesure chacune d'elles pourrait réduire les coûts. L'incidence économique de l'accélération de l'érosion, un autre effet important du changement climatique, peut-être aussi dommageable que les autres, dépasse la portée de notre analyse à cause de son caractère essentiellement local (on trouvera des détails à ce sujet dans **Encadré 4**).

<sup>1</sup> Le présent chapitre repose sur le rapport technique suivant, disponible sur demande : *Costing Climate Impacts and Adaptation: A Canadian study on coastal zones* (Stanton, Davis et Fencl, 2010).

## ENCADRÉ 4

## LE COÛT DE L'ÉROSION CÔTIÈRE

L'érosion ne cesse de reconfigurer les côtes du Canada. Sur la Côte-Nord, le long du fleuve Saint-Laurent, on prévoit une accélération du taux d'érosion sous l'effet de la hausse du niveau de la mer, de la force accrue des tempêtes et de la modification des cycles de gel et de dégel qui accompagnent le changement climatique.

Une évaluation des 1 600 kilomètres de côte qui séparent Tadoussac et Natashquan révèle que l'érosion touche environ 400 kilomètres de côtes de sable et d'argile de la Côte-Nord, dont moins de 100 kilomètres sont protégés par des murs ou autres ouvrages de défense adaptative contre l'érosion. En outre, 62 % des villes de la Côte-Nord sont construites à l'embouchure de rivières ou sur des côtes de sable et d'argile, et plus de 50 % des bâtiments de la Côte-Nord se situent à moins de 500 mètres de la côte<sup>47</sup>.

D'après une étude sur la collectivité de Sept-Îles, 80 % des côtes de la collectivité se composent de sédiments meubles, un type de matériau vulnérable et hautement sujet à l'érosion par des forces physiques telles que le vent et les vagues. Par endroits, l'érosion gruge jusqu'à huit mètres de côte par année<sup>48</sup>. Un tel taux présente déjà des risques pour les propriétaires. Sur les huit kilomètres de côte qui s'étendent entre les plages Monaghan et Routhier, par exemple, on estime à 13,5 millions de dollars la valeur des habitations menacées par l'érosion, et à 3,6 millions celle des terres menacées<sup>49</sup>. D'ici 2050, on prévoit que les côtes basses et sablonneuses de la collectivité auront reculé en moyenne de 54 mètres (et jusqu'à 139 mètres par endroits) sous l'effet de l'érosion<sup>50</sup>. Selon le scénario climatique le « plus probable », on estime à 25 millions la valeur des actifs immobiliers (principalement des maisons et des routes) menacés à Sept-Îles d'ici 2050<sup>51</sup>.

Des évaluations approfondies ont été entreprises dans le but de jauger plus précisément la sensibilité des côtes et la vulnérabilité de la collectivité. Le gouvernement du Québec a déjà investi plus de 40 millions de dollars pour dévier des routes et construire des ouvrages de protection<sup>52</sup>. L'intégration des prévisions d'érosion attribuable au changement climatique dans les processus de planification et l'aménagement des terres de la localité ferait beaucoup pour soutenir le développement durable dans la région<sup>53</sup>. Un comité d'intervenants locaux de Sept-Îles privilégie entre autres la modification des règlements pour limiter la construction dans les zones vulnérables. En outre, ce comité recommande d'éviter autant que possible la construction d'ouvrages de retenue artificiels et estime que, dans certains cas, il peut s'avérer nécessaire de déplacer des habitations<sup>54</sup>.



## 4.2 APERÇU DE NOS MÉTHODES

Voici un aperçu des méthodes employées pour orienter notre analyse. L'[Annexe 8.4](#) donne de plus amples renseignements sur ces méthodes et leurs limites.

**EFFETS PHYSIQUES:** Notre analyse porte sur deux types d'inondation : les inondations permanentes attribuables à la hausse du niveau des océans et les inondations temporaires qui découlent des ondes de tempête. Même en l'absence de changement climatique, ces deux types d'inondation présentent des risques pour les Canadiens. Le long des côtes canadiennes, le niveau de la mer est dynamique et dépend des caractéristiques physiques de chaque région. On pense par exemple aux hausses et aux baisses constantes des terres, attribuables à certains processus géologiques. Par ailleurs, certaines collectivités subissent déjà des inondations par suite des ondes de tempête.

Le changement climatique aggrave le risque d'inondation existant. En se réchauffant, les océans prennent de l'expansion et font monter les niveaux d'eau partout dans le monde. La fonte des calottes glaciaires, des glaciers de montagne et des blocs de glace qui se détachent des glaciers continentaux (p. ex. l'Antarctique et le Groenland) contribue aussi à la hausse du niveau de la mer. La perspective d'une augmentation de la fréquence et de la force des tempêtes laisse entrevoir de nouveaux risques d'inondation, particulièrement si les tempêtes ont lieu à marée haute.

Notre analyse estime les répercussions de la hausse du niveau des océans et des ondes de tempête, en présence et en l'absence de changement climatique, d'une part pour l'ensemble du Canada et, d'autre part, pour chaque province et territoire donnant sur l'océan. En nous limitant aux méthodes applicables à l'ensemble du pays, nous avons eu recours à la modélisation basée sur les systèmes d'information géographique (SIG) pour dresser le profil topographique des terres côtières du Canada, afin de prévoir la superficie d'inondation des terres suivant différentes hausses du niveau de l'eau. Au lieu de présumer l'inondation de toutes les terres plus basses qu'un niveau donné, la modélisation basée sur les SIG tient pour acquis que seules les terres adjacentes à l'océan ou à une autre zone inondée seraient inondées. Nous avons divisé les côtes du Canada en 20 segments et, pour chacun d'entre eux, estimé la variation du niveau de la mer ainsi que la fréquence et la force des ondes de tempête, abstraction faite du changement climatique; les mêmes estimations ont été faites en tenant compte du changement climatique. Les renseignements obtenus à propos du niveau des océans et de la force des ondes de tempête servent ensuite à estimer la superficie des terres menacées d'inondation dans l'avenir, en l'absence de changement climatique (scénario de base) et suivant deux **SCÉNARIOS** de changement climatique.

VOIR LE  
CHAPITRE I  
POUR UN  
RAPPEL  
DE NOS  
SCÉNARIOS

À partir des données du recensement de 2006, nous avons ensuite estimé le nombre d'habitations mises en péril par la hausse du niveau des océans et la force des ondes de tempête, dans les scénarios de base et de changement climatique, pour chacune des quatre périodes futures envisagées. Au lieu d'estimer les pertes absolues de superficie de terres et d'habitations, l'analyse caractérise ces superficies

et habitations comme étant soumises au risque d'inondation, risque qui comprend à la fois une part d'inondations qui devrait résulter de la hausse du niveau des océans et une part pondérée attribuable aux ondes de tempête.

**EFFETS ÉCONOMIQUES :** En ce qui a trait aux conséquences économiques du changement climatique, notre analyse se limite à celles qui résultent de la destruction des résidences sous l'effet des inondations. Reprenant la méthode employée pour estimer le nombre d'habitations soumises au risque d'inondation, nous avons eu recours aux données du recensement de 2006 pour estimer la valeur moyenne des résidences dans les régions inondées. Pour les années à venir, ces valeurs ont été corrigées en fonction de nos scénarios de croissance démographique et économique. Le coût des habitations inondées par suite de la hausse du niveau des océans n'est comptabilisé qu'une seule fois : il s'agit de la valeur totale des résidences progressivement perdues à la mer. Par contre, les frais associés à la destruction par les ondes de tempête représentent chaque année la valeur totale des résidences inondées, comme si ces maisons étaient reconstruites après chaque inondation. Le coût estimatif des dommages causés par les ondes de tempête est pondéré en fonction du risque de voir se produire un tel phénomène, et l'analyse tient pour acquis que la reconstruction complète d'une maison endommagée par une onde de tempête ne peut avoir lieu plus d'une fois par année. En réalité, le degré de destruction et la perte de valeur des résidences dépendent de la hauteur de l'onde de tempête. Une onde modérée, par exemple, peut causer des dommages équivalant à moins de la moitié de la valeur de la maison<sup>m</sup>. Dans ce contexte, il est possible que les dommages calculés surestiment les coûts du changement climatique.

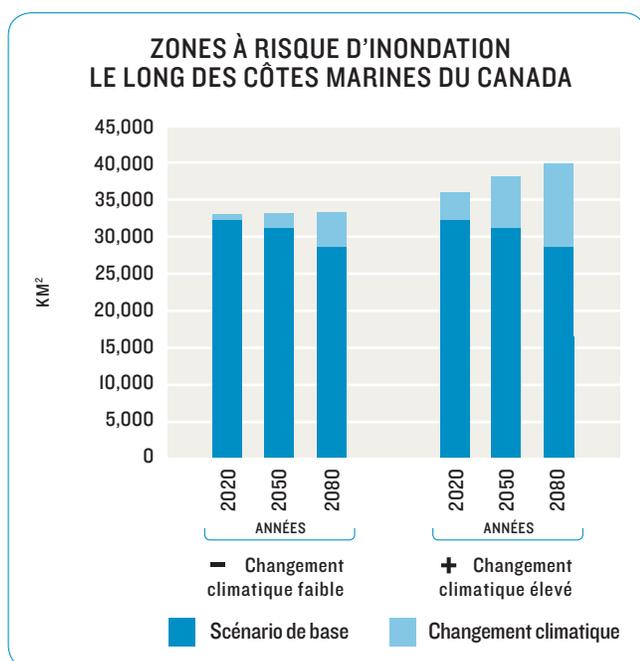
### 4.3 INCIDENCE DES INONDATIONS CÔTIÈRES

**Durant les années 2050, de 33 000 à 38 000 kilomètres carrés (km<sup>2</sup>) de terres seront menacés chaque année par les inondations. Sur 2 000 à 7 000 km<sup>2</sup> de cette superficie, les inondations seront attribuables au changement climatique.** La **Figure 11** montre la superficie de terres menacées en l'absence de changement climatique (conditions de base) et en présence de changement climatique, chaque année de la décennie indiquée. Ce graphique met en lumière les pertes de terres potentielles attribuables aux inondations océaniques, avec ou sans changement climatique. Deux raisons expliquent la diminution des risques de base au fil du temps : 1) dans certaines régions, la hauteur des terres augmente par rapport au niveau de la mer, ce qui réduit le risque d'inondation; 2) là où une côte en pente douce se transforme rapidement en pente abrupte à l'intérieur des terres, les premières hausses du niveau de la mer ont une incidence beaucoup plus forte sur la superficie de terres inondées que les hausses subséquentes (lorsque l'océan se bute à une falaise, par exemple).

<sup>m</sup> Le modèle HAZUS, conçu par la Federal Emergency Management Agency des États-Unis, estime les pertes économiques qui résultent des catastrophes naturelles. D'après ce modèle, par exemple, une maison à demi-niveaux dotée d'un sous-sol perdrait plus ou moins 35 % de sa valeur après une inondation ayant laissé un mètre d'eau au sol (Scawthorn et coll., 2006).

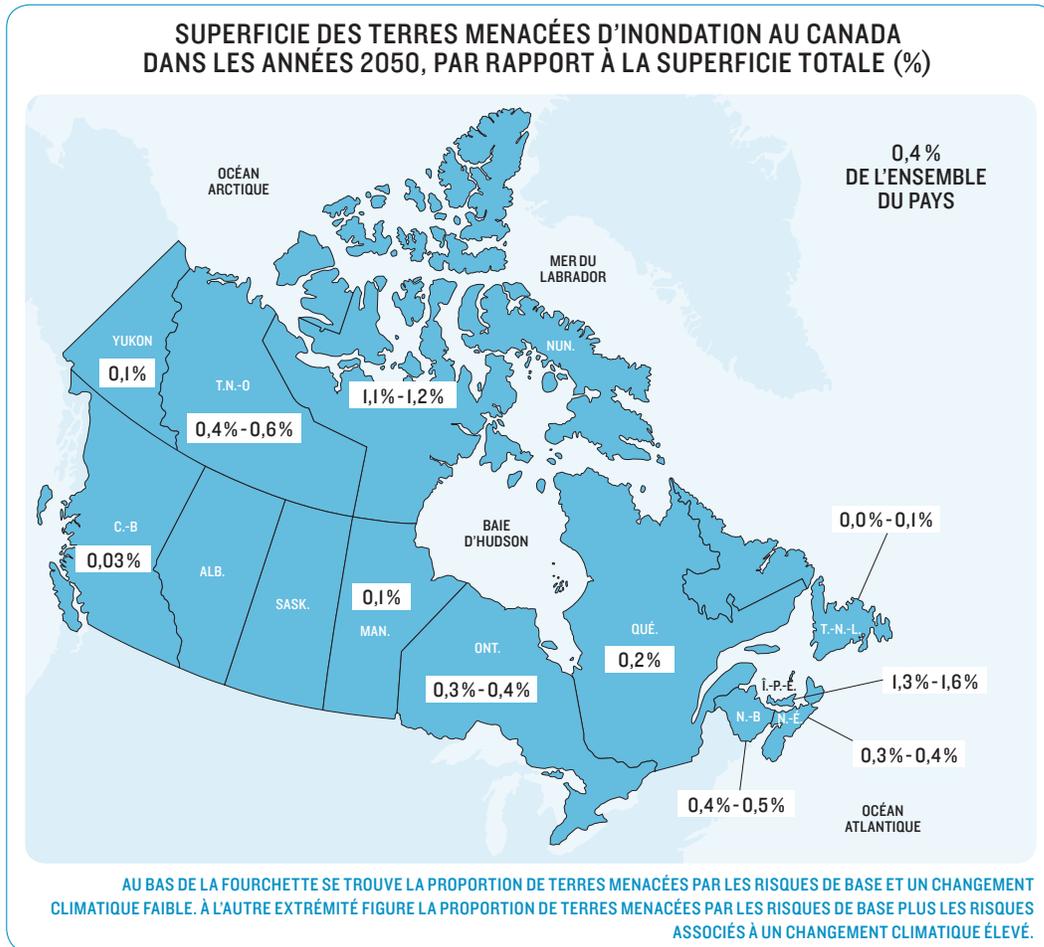
Le changement climatique ajoute un élément de risque aux conditions de base. Durant les années 2050, de 6 % à 18 % des terres soumises au risque d'inondation océanique le sont par suite du changement climatique, mais cette proportion devient de 14 % à 29 % dans les années 2080. Pour mettre ces résultats en contexte, signalons que, pour les années 2050, le scénario de changement climatique élevé prévoit des risques d'inondations attribuables au changement climatique sur une superficie pancanadienne environ 25 % supérieure à celle de l'Île-du-Prince-Édouard, ou plus ou moins égale à celle de la grande région métropolitaine de Toronto.

FIGURE 11



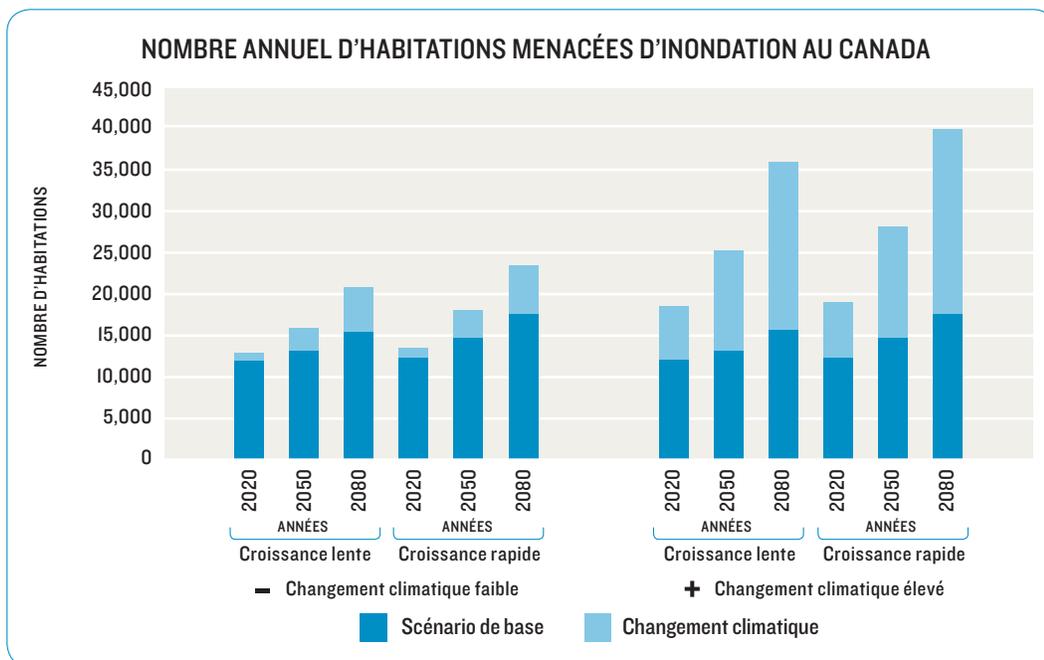
**Une incidence inégale d'une région à l'autre.** La [Figure 12](#) montre la proportion de terres menacées d'inondation dans les années 2050 par rapport à la superficie totale de chaque province et territoire, en cas de changement climatique allant de faible à élevé. La plus forte proportion de terres à risque d'inondation se trouve à l'Île-du-Prince-Édouard. On voit également que les Territoires du Nord-Ouest, le Nunavut, le Nouveau-Brunswick, l'Ontario et la Nouvelle-Écosse affichent un fort pourcentage de terres menacées, comparativement aux autres provinces et territoires. Les résultats de notre analyse montrent par ailleurs que la Colombie-Britannique possède la plus faible proportion de terres menacées d'inondation, un résultat attribuable à la topographie des côtes de cette province.

FIGURE 12



Durant les années 2050, de 16 000 à 28 000 résidences seront menacées chaque année par des inondations permanentes dues à la hausse du niveau des océans et des inondations temporaires dues aux ondes de tempête. Contrairement à la superficie estimative des terres exposées aux inondations, illustrée ci dessus, le nombre d'habitations exposées au risque dépend à la fois du changement climatique et de la croissance démographique et économique. La [Figure 13](#) ventile l'estimation des habitations menacées dans chacun de nos quatre scénarios. Elle montre notamment qu'au fil du temps, une part de plus en plus élevée du risque d'inondation est attribuable au changement climatique. Comme les ondes de tempête peuvent détruire la même maison à plusieurs reprises, les coûts s'additionnent au fil du temps.

FIGURE 13



**La majeure partie des habitations menacées se trouvent en Colombie-Britannique: de 8 900 à 18 700 dans les années 2050.** Nous avons vu que la superficie des terres menacées par les inondations océaniques est relativement faible en Colombie-Britannique, comparativement aux autres provinces et territoires. Cependant, ces terres sont beaucoup plus densément peuplées que les régions côtières des autres régions. Le [Tableau 7](#) montre le nombre d'habitations menacées d'inondation dans les années 2050, selon le scénario de changement climatique faible et de croissance lente, et selon le scénario de changement climatique élevé et de croissance rapide.

Une mise en garde s'impose dans l'interprétation des résultats obtenus en Colombie-Britannique. D'abord, nous n'avons pas tenu compte du rôle des digues ou d'autres ouvrages de défense côtière dans la protection des terres et des habitations contre les risques d'inondation. Dans la grande région de Vancouver, plusieurs kilomètres de digues protègent la côte et une grande partie des terres et des habitations menacées d'inondation dans le scénario de base. Toutefois, comme ces digues n'ont pas été conçues en prévision du changement climatique, les risques supplémentaires attribuables au changement climatique demeurent préoccupants. Ensuite, comme nous n'avons pas tenu compte des digues, il est probable que notre modélisation sous-estime le nombre d'habitations menacées par les inondations dans le scénario de référence; selon des spécialistes de la Colombie-Britannique, cette sous-estimation pourrait être d'un ordre de grandeur. Si on en juge d'après les cartes des plaines inondables du Grand Vancouver, des dizaines de milliers de résidences seraient menacées par les inondations en l'absence du vaste réseau de digues. Pour les raisons suivantes, il est possible que notre analyse sous-estime l'exposition au risque : 1) selon notre approche prudente de la modélisation, les terres doivent toucher une zone inondée pour être considérées comme inondables; 2) nous avons employé des données à résolution limitée pour déterminer l'altitude des terres côtières. Malgré la simplification des méthodes nécessaire pour permettre une évaluation nationale, nous arrivons tout de même à des conclusions qui soulignent l'importance d'une évaluation plus détaillée de la situation du Grand Vancouver.

TABLEAU 7

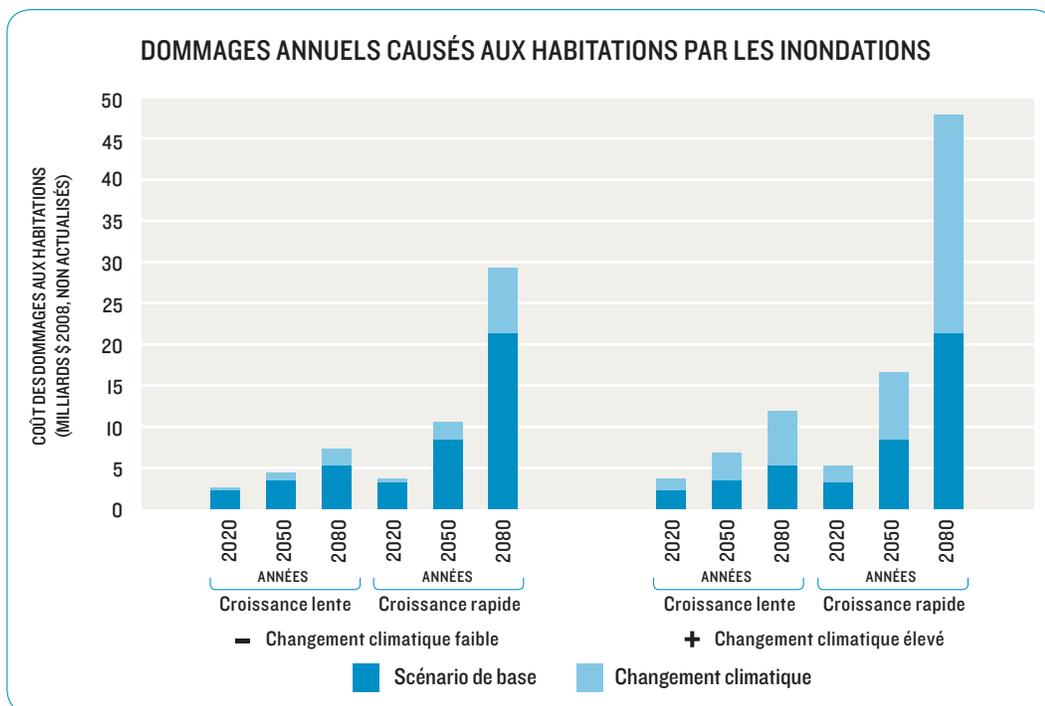
NOMBRE D'HABITATIONS MENACÉES D'INONDATION CHAQUE ANNÉE, PAR RÉGION, DANS LES ANNÉES 2050				
RÉGION	CROISSANCE LENTE		CROISSANCE RAPIDE	
	EXPOSITION DE BASE	EXPOSITION SUPPLÉMENTAIRE DUE À UN CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE	EXPOSITION DE BASE	EXPOSITION SUPPLÉMENTAIRE DUE À UN CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ
YUKON	0	0	0	0
TERRITOIRES DU NORD-OUEST	2	0	2	0
NUNAVUT	300	81	336	306
COLOMBIE-BRITANNIQUE	6 337	2 581	7 086	11 619
MANITOBA	2	0	2	5
ONTARIO	0	0	0	0
QUÉBEC	2 439	106	2 727	536
NOUVEAU-BRUNSWICK	2 587	53	2 893	502
NOUVELLE-ÉCOSSE	849	48	949	289
ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD	325	18	363	109
TERRE-NEUVE-ET-LABRADOR	373	18	417	108
<b>CANADA</b>	<b>13 214</b>	<b>2 817</b>	<b>14 776</b>	<b>13,132</b>

Les peuples autochtones subissent des risques d'inondation démesurés. On prévoit que les Canadiens autochtones représenteront 10% de la population à risque d'inondation d'ici les années 2050, une proportion beaucoup plus élevée que ne le laisserait supposer leur part de la population canadienne. En effet, la quasi-totalité de la population exposée aux inondations au Nunavut et aux Territoires du Nord-Ouest est autochtone; c'est également le cas de plus du tiers de la population menacée du Manitoba et de presque 20% au Québec. Les stratégies les plus appropriées pour gérer ces risques d'inondation varient d'un endroit à l'autre. Dans le nord et l'est du Nouveau-Brunswick, le Conseil des Micmacs du district de la Rive Nord évalue l'incidence de la hausse du niveau des océans sur ses collectivités, dans le but de protéger les services essentiels, tandis qu'au Nunavut, le Partenariat sur le changement climatique du Nunavut, établi en collaboration entre le gouvernement du Nunavut, Ressources naturelles Canada et l'Institut canadien des urbanistes, évalue les risques que peut engendrer la hausse du niveau des océans dans les collectivités côtières et utilise les renseignements obtenus pour orienter les directives de planification des mesures d'adaptation<sup>55</sup>.

## 4.4 RÉPERCUSSIONS ÉCONOMIQUES

L'inondation des habitations découlant des risques de base et du changement climatique pourrait comporter des coûts annuels de l'ordre de 4 à 17 milliards de dollars dans les années 2050. La Figure 14 illustre l'évolution de ces coûts au fil du temps dans chacun de nos quatre scénarios. Nous avons vu à la Figure 11 que de 6% à 18% du risque d'inondation des terres serait attribuable au changement climatique dans les années 2050. Par contre, la proportion est toute autre si l'on considère les coûts. En effet, le changement climatique serait responsable de 20% à 49% des dommages causés aux habitations. On peut en conclure que jusqu'ici, le développement a sans doute tenu compte dans une certaine mesure de l'exposition de base aux inondations, mais certainement pas de l'exposition supplémentaire découlant du changement climatique.

FIGURE 14



**En valeur absolue, la majeure partie de ces coûts sont associés aux dommages causés aux résidences de la Colombie-Britannique.** Le [Tableau 8](#) montre les coûts annuels que chaque province et territoire devrait assumer à ce chapitre dans les années 2050, compte tenu des risques de base et des risques supplémentaires attribuables au changement climatique, selon deux scénarios. Les résultats mettent en évidence l'ampleur possible des risques préexistants et le potentiel d'aggravation de ces risques en raison du changement climatique. Depuis quelques années, la Colombie-Britannique a été largement épargnée par les dommages dus aux inondations. À ce titre, une grande partie des coûts de base indiqués pour la Colombie-Britannique représentent les coûts actuellement évités grâce à la protection offerte par les digues et les restrictions imposées au développement<sup>n</sup>. Ces restrictions aideront également à limiter l'exposition des habitations aux inondations attribuables au changement climatique. À l'avenir, ce type de stratégie d'adaptation aidera à limiter les coûts associés aux inondations.

Nous avons présumé que les inondations océaniques pousseraient les propriétaires à abandonner leur demeure de façon permanente, mais que les maisons endommagées par les ondes de tempête seraient reconstruites à chaque fois. Or, cette hypothèse donne lieu à des résultats étonnants sur le plan économique. D'après nos résultats, par exemple, le changement climatique pourrait faire baisser l'ensemble des coûts associés aux inondations en Nouvelle-Écosse. Selon le scénario de référence, chaque maison est reconstruite à plusieurs reprises, après chaque onde de tempête destructrice. Par contre, dans nos différents scénarios de changement climatique, les habitations touchées par la hausse du niveau des océans sont abandonnées en permanence. Dans ce cas, le propriétaire n'assume qu'une seule fois le coût de l'inondation, ce qui fait ressortir à quel point il est coûteux de reconstruire dans des endroits réputés vulnérables. L'explication peut venir du fait que les côtes de la Nouvelle-Écosse sont extrêmement sensibles à la hausse du niveau de l'océan<sup>56</sup> et que, par suite d'une hausse du niveau de l'eau, plusieurs maisons feraient face à l'abandon permanent. Il pourrait alors être moins coûteux de déménager loin des lieux vulnérables que de reconstruire sans cesse dans des secteurs dispendieux ou densément peuplés, après le passage des ondes de tempête. Signalons cependant que nos résultats dépendent en partie de quelques-unes des principales hypothèses de départ : sans tenir compte des digues, ni des restrictions de zonage ou des changements de comportement engendrés par les inondations (p. ex. l'accroissement des mesures de protection), nous avons présumé que les habitations touchées par une onde de tempête perdaient toute leur valeur.

---

<sup>n</sup> Dans ses directives régissant le développement dans les zones inondables, le gouvernement de la Colombie-Britannique recommande d'ériger les bâtiments côtiers à au moins 1,5 mètre au-dessus de la laisse de haute mer le long du détroit de Georgia (Ministry of Water Land and Air Protection, 2004).

TABLEAU 8

## DOMMAGES ANNUELS CAUSÉS AUX HABITATIONS PAR LES INONDATIONS, PAR RÉGION, DANS LES ANNÉES 2050

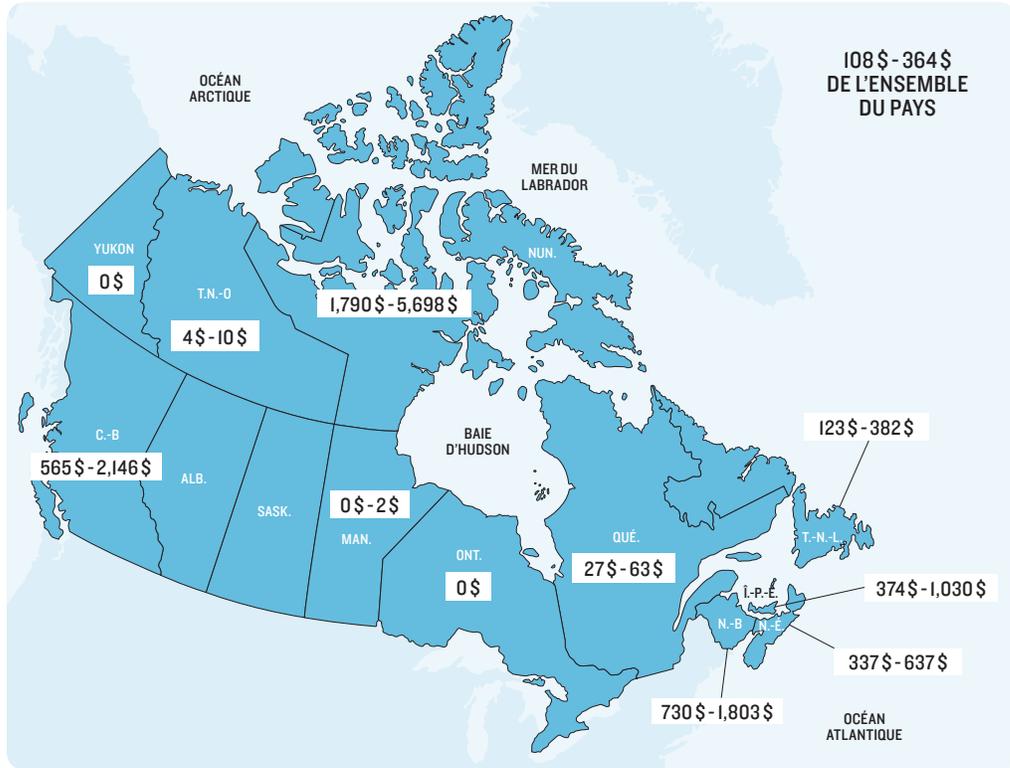
RÉGION	CROISSANCE LENTE		CROISSANCE RAPIDE	
	EXPOSITION DE BASE	EXPOSITION SUPPLÉMENTAIRE DUE À UN CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE	EXPOSITION DE BASE	EXPOSITION SUPPLÉMENTAIRE DUE À UN CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ
YUKON	0	0	0	0
TERRITOIRES DU NORD-OUEST	0	0	1	0
NUNAVUT	79 M\$	21 M\$	191 M\$	166 M\$
COLOMBIE-BRITANNIQUE	2 215 M\$	838 M\$	5 332 M\$	7 647 M\$
MANITOBA	0	0	1 M\$	2 M\$
ONTARIO	0	0	0	0
QUÉBEC	271 M\$	5 M\$	649 M\$	54 M\$
NOUVEAU-BRUNSWICK	538 M\$	11 M\$	1 292 M\$	227 M\$
NOUVELLE-ÉCOSSE	308 M\$	-12 M\$	738 M\$	-112 M\$
ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD	60 M\$	4 M\$	145 M\$	54 M\$
TERRE-NEUVE-ET-LABRADOR	52 M\$	7 M\$	124 M\$	79 M\$
<b>CANADA</b>	<b>3 525 M\$</b>	<b>873 M\$</b>	<b>8 472 M\$</b>	<b>8 116 M\$</b>

\$(2008), NON ACTUALISÉS

Le Nunavut, la Colombie-Britannique, le Nouveau-Brunswick et l'Île-du-Prince-Édouard affichent les coûts par habitant les plus élevés. La [Figure 15](#) montre les coûts par habitant prévus pour les années 2050. Certaines régions pourraient se voir obligées d'assumer une facture substantielle et, même à l'intérieur des provinces et des territoires qui semblent s'en sortir relativement bien, les coûts pourraient néanmoins se révéler très élevés dans certaines localités. Les programmes d'aide aux sinistrés et les assurances servent à redistribuer ce fardeau à l'intérieur de chaque province et territoire, mais aussi entre les régions du Canada (voir l'[Encadré 5](#)).

FIGURE 15

COÛT PAR HABITANT DES DOMMAGES AUX HABITATIONS, PAR RÉGION, ANNÉES 2050



AU BAS DE LA FOURCHETTE SE TROUVENT LES COÛTS PAR HABITANT DÉCOULANT DES RISQUES DE BASE ET D'UN CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE. À L'AUTRE EXTRÉMITÉ FIGURENT LES COÛTS PAR HABITANT DÉCOULANT DES RISQUES DE BASE PLUS LES RISQUES ASSOCIÉS À UN CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ. \$(2008), NON ACTUALISÉS

## ENCADRÉ 5

## LE RÔLE DE L'ASSURANCE DANS LA PROMOTION DE L'AMÉNAGEMENT EN FONCTION DES RISQUES D'INONDATION

Au Canada, les polices d'assurance habitation offrent une couverture très limitée au chapitre des inondations. En général, elles protègent les propriétaires contre les risques de refoulement, mais excluent les risques d'inondation due aux ondes de tempête ou à la crue des cours d'eau<sup>57</sup>. Pour combler cette lacune des produits d'assurance, les gouvernements offrent un soutien financier aux propriétaires touchés par des dommages non assurables par suite d'une catastrophe. Aux termes des Accords d'aide financière en cas de catastrophe (AAFCC), le gouvernement fédéral accorde des fonds aux gouvernements provinciaux et territoriaux, chargés de gérer et de distribuer ces subventions dans le cadre de leurs propres programmes<sup>58</sup>. Ces programmes couvrent d'abord et avant tout les dommages consécutifs aux inondations, principal type de dommages associés aux catastrophes et exclus des polices d'assurance au Canada<sup>59</sup>. De 1970 à 1998, le gouvernement fédéral a attribué environ 700 millions de dollars aux programmes provinciaux et territoriaux d'aide aux victimes d'inondation<sup>60</sup>.

Les programmes gouvernementaux d'aide aux sinistrés comportent toutefois certains inconvénients par rapport à l'assurance privée, notamment en ce qu'ils créent souvent une rupture entre l'exposition réelle des ménages aux risques et leur perception de ces risques. Dans le contexte des risques d'inondation, tout indique que ce genre de rupture incite les gens à s'établir dans des secteurs sujets aux inondations, en s'appuyant sur le fait que le gouvernement assumera une partie des frais en cas d'inondation<sup>61</sup>. Se sachant couverts par une garantie d'aide aux sinistrés, les gens sont aussi moins portés à prendre des précautions pour se protéger des risques d'inondation. Selon une étude récente menée par l'Institut de prévention des sinistres catastrophiques et Swiss Re, l'assurance inondation devrait faire partie des régimes d'assurance habitation, assortie de primes et de franchises à la mesure des risques d'inondation qu'encourt chaque propriétaire<sup>62</sup>. Ce genre d'assurance pourrait inciter les propriétaires à réduire leurs risques d'inondation en construisant des demeures plus résistantes aux inondations ou en s'établissant ailleurs que dans les secteurs les plus sujets aux inondations. Le rapport signale que les coûts d'assurance seraient démesurés si la couverture s'étendait aux résidences à très haut risque d'inondation; pour ces cas particuliers, les mécanismes gouvernementaux pourraient demeurer nécessaires.

Dans les années 2050, l'ensemble de ces coûts pourrait représenter annuellement de 0,2 % à 0,3 % du PIB du Canada; au 21<sup>e</sup> siècle, les coûts cumulatifs pourraient atteindre de 109 à 379 milliards de dollars, compte tenu d'un taux d'actualisation de 3 %. Le [Tableau 9](#) illustre la proportion des dommages par rapport au PIB au fil du temps. L'incidence relative de ces dommages, toujours plus élevée dans les scénarios de changement climatique de grande envergure que dans les scénarios moins catastrophiques, augmente au fil du temps.

TABLEAU 9

## DOMMAGES CAUSÉS AUX HABITATIONS PAR RAPPORT AU PIB ANNUEL, EN FONCTION DES RISQUES DE BASE ET DES RISQUES ASSOCIÉS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

ANNÉES	- CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE		+ CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ	
	CROISSANCE LENTE	CROISSANCE RAPIDE	CROISSANCE LENTE	CROISSANCE RAPIDE
2020	0,1 %	0,1 %	0,2 %	0,2 %
2050	0,2 %	0,2 %	0,3 %	0,3 %
2080	0,2 %	0,2 %	0,3 %	0,3 %

o Ce total, non rajusté en dollars de 2008, tient compte de la valeur du dollar au moment de l'attribution de l'aide aux sinistrés.

Le **Tableau 10** indique la valeur estimative cumulative des dommages prévus jusqu'en 2100 selon chacun des quatre scénarios. Ici encore, les scénarios de changement climatique de grande envergure donnent des coûts beaucoup plus élevés (de plus ou moins 50 %) que les autres.

**TABLEAU 10**

VALEUR CUMULATIVE DES DOMMAGES CAUSÉS AUX HABITATIONS, EN FONCTION DES RISQUES DE BASE ET DES RISQUES ASSOCIÉS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE, 2011-2100			
- CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE		+ CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ	
CROISSANCE LENTE	CROISSANCE RAPIDE	CROISSANCE LENTE	CROISSANCE RAPIDE
109 G\$	244 G\$	164 G\$	379 G\$

\$(2008), TAUX D'ACTUALISATION DE 3%

#### 4.5 STRATÉGIES D'ADAPTATION

On connaît bien les stratégies nécessaires pour s'adapter à la hausse du niveau des océans et aux risques associés aux ondes de tempête. Elles se divisent en trois grandes catégories: le retrait, l'aménagement adaptatif et la protection. Par «retrait», on entend l'éloignement des résidences par rapport aux secteurs vulnérables; l'«aménagement adaptatif» consiste, par exemple, à revoir la conception des résidences et à modifier les pratiques d'utilisation des terres de manière à mieux résister aux inondations et à l'intrusion d'eau salée; quant aux mesures de «protection», elles comprennent les ouvrages de retenue naturels et artificiels qui réduisent les risques d'inondation.

Nous nous sommes fixé comme but d'évaluer l'efficacité de deux stratégies d'adaptation applicables à l'échelle nationale, par rapport à leur coût. Les stratégies choisies devaient pouvoir donner des résultats sans frais ou à faible coût, se prêter à une mise en œuvre adaptée aux circonstances, comporter peu de risques de mauvaise adaptation et s'inscrire dans notre cadre de modélisation pour analyse. En pratique, les décisions d'adaptation traduisent les besoins et les contextes locaux et, de toute évidence, nécessitent des données à plus haute résolution que celles utilisées aux présentes.

**L'AMÉNAGEMENT DANS UNE OPTIQUE CLIMATIQUE:** La première stratégie interdit toute future construction dans les secteurs présumés inondables d'ici 2100, selon un scénario de changement climatique élevé. Il s'agit d'une stratégie proactive qui limite le nombre d'habitations sujettes aux inondations au niveau actuel et prévoit la reconstruction des habitations existantes après le passage d'une onde de tempête. Toute croissance domiciliaire reste interdite dans les secteurs visés. Les avantages économiques correspondent aux coûts qu'aurait entraînés l'inondation de nouvelles demeures, autrement dit aux coûts évités. Bien que notre

analyse n'attribue aucuns frais à cette stratégie, nous reconnaissons en fait que l'inclusion du manque à gagner au chapitre de l'impôt foncier et de la valeur du développement non réalisé permettrait une analyse plus exhaustive de cette stratégie.

**LE RETRAIT STRATÉGIQUE:** La deuxième stratégie consiste à abandonner graduellement les secteurs nouvellement inondés. En fait, nous présumons que les inondations ont lieu et que les propriétaires ont comme réaction adaptative de déménager dans un secteur sûr. Comme cette mesure d'adaptation consiste à reconstruire une demeure qui, autrement, serait reconstruite au même endroit, elle n'entraîne aucuns frais supplémentaires. La seule différence réside dans le choix de l'emplacement de la nouvelle demeure. Les avantages économiques de cette stratégie correspondent aux économies réalisées en évitant de reconstruire la même maison à plusieurs reprises dans un secteur inondable. On pourrait également lui donner un caractère proactif en effectuant le retrait avant l'inondation lorsque les risques dépassent un certain seuil. Dans ce cas, beaucoup de biens pourraient être déplacés avant que la catastrophe ne frappe. Évidemment, cette stratégie nécessite également le déplacement d'infrastructure, comme les routes et les services publics, ce qui en augmente les coûts. Nous reconnaissons en outre qu'il peut s'avérer difficile d'acquérir les terres requises pour la construction, mais notre analyse fait abstraction de cet obstacle. Bien que potentiellement importants, les coûts indirects associés aux perturbations possibles au sein de la collectivité et de la main-d'œuvre ne peuvent être comptabilisés dans le cadre de notre modélisation.

En pratique, les deux stratégies peuvent poser des difficultés, susciter la controverse et soulever des inquiétudes quant à la perte de valeur des maisons existantes, au manque à gagner au chapitre des impôts fonciers et aux perturbations majeures qu'elles entraînent dans les collectivités. Des mesures d'adaptation s'imposent pour éviter l'éventuel déménagement de collectivités à la dernière minute, en considérant les coûts économiques et les chocs sociaux que cela entraînerait. Face aux risques d'inondation grandissants, la réaction appropriée devra tenir compte de la situation particulière de chaque endroit.

**Les deux stratégies d'adaptation permettent d'atténuer les coûts du changement climatique, mais le retrait stratégique procure des avantages supérieurs d'un ordre de grandeur, à ceux de l'aménagement dans une optique climatique.** Pour expliquer ce résultat, il faut comprendre que, selon la stratégie d'aménagement dans une optique climatique, les propriétaires reconstruisent sans cesse les résidences inondées par les ondes de tempête, ce qui se traduit par des frais qui s'additionnent tout au long du siècle. De son côté, la politique de retrait stratégique exige l'abandon des demeures et l'investissement de la valeur de reconstruction dans des maisons situées dans des secteurs à faible risque. Sans nier la valeur intrinsèque de l'adaptation dans la réduction des risques de base, nous soulignons ci-dessous les avantages de l'adaptation aux effets du changement climatique. Le **Tableau 11** résume les résultats de notre analyse des stratégies d'adaptation.

TABLEAU II

RÉSUMÉ DES DEUX STRATÉGIES D'ADAPTATION CÔTIÈRE								
	STRATÉGIE D'ADAPTATION N° 1				STRATÉGIE D'ADAPTATION N° 2			
<b>STRATÉGIE</b>	Aménagement dans une optique climatique : Prévenir tout nouveau développement dans les secteurs menacés d'inondation dans l'avenir				Retrait stratégique : Reconstruire les maisons dans des secteurs non menacés d'inondation			
<b>OBJECTIF</b>	Réduire le coût des inondations				Éviter de reconstruire plusieurs fois la même maison			
<b>COÛTS DE MISE EN ŒUVRE</b>	Aucun (présumé)				Aucun (présumé)			
<b>AVANTAGES DE LA STRATÉGIE</b> (VALEUR ACTUALISÉE, 2010-2080)	-		+		-		+	
	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE
	4,3 G\$	15,3 G\$	16,6 G\$	55,1 G\$	16,7 G\$	44,7 G\$	70,7 G\$	173,0 G\$
<b>RAPPORT AVANTAGES-COÛTS</b>	Sans objet				Sans objet			
<b>COÛTS RÉSIDUELS ASSOCIÉS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE APRÈS L'ADAPTATION</b> (VALEUR ACTUALISÉE, 2010-2080)	-		+		-		+	
	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE
	13,2 G\$	32,2 G\$	56,8 G\$	127,0 G\$	0,9 G\$	2,7 G\$	2,7 G\$	9,1 G\$
<b>CO-AVANTAGES POTENTIELS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Blessures et pertes de vie évitées</li> <li>Interruptions évitées dans les collectivités et les ménages</li> <li>Réduction des dommages dus aux risques d'inondation de base</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Blessures et pertes de vie évitées</li> <li>Réduction des dommages dus aux risques d'inondation de base</li> </ul>			
<b>DIFFICULTÉS DE MISE EN ŒUVRE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Difficultés à prévoir dans les secteurs densément peuplés où l'immobilier est déjà coûteux</li> <li>Pertes financières pour les propriétaires actuels</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Perturbations dans les collectivités</li> <li>Réduction de la valeur des habitations</li> <li>Coût d'installation des services publics dans les complexes domiciliaires</li> <li>Possibilités de relocalisation limitées dans les secteurs densément peuplés</li> </ul>			

■ Croissance démographique et économique lente pour le Canada      **—** Changement climatique faible  
■ Croissance démographique et économique rapide pour le Canada      **+** Changement climatique élevé      \$(2008), TAUX D'ACTUALISATION DE 3%

Mises en œuvre concurremment, ces deux stratégies d'adaptation peuvent réduire les coûts cumulatifs des effets du changement climatique à un plancher de 1 à 6 milliards de dollars d'ici 2100. En combinant l'aménagement dans une optique climatique et le retrait stratégique, on arrive à réduire la valeur des dommages cumulatifs à seulement 3 % à 4 % de leur coût sans adaptation au changement climatique. Si on élargissait l'estimation des dommages pour y inclure les dommages à l'infrastructure et aux propriétés commerciales, industrielles et publiques, la valeur tant des dommages associés au changement climatique que des économies réalisées par les mesures d'adaptation serait beaucoup plus élevée. Ces stratégies comportent en outre des avantages accessoires, notamment celui de réduire les risques pour la sécurité des personnes et les dommages causés par les inondations autres que celles provoquées par le changement climatique.

Certaines provinces ont commencé à évaluer et à mettre en œuvre ces sortes de stratégie d'adaptation. En réaction à l'érosion, exacerbée par la fréquence accrue des ondes de tempête et le retrait de la glace de mer associés au changement climatique, l'Île-du-Prince-Édouard envisage actuellement d'augmenter le retrait qu'elle impose aux nouveaux développements côtiers<sup>63</sup>. Le Nouveau-Brunswick s'est doté d'une Politique de protection des zones qui comporte des restrictions de zonage spéciales pour les terres côtières. La politique limite le développement dans les zones côtières et les zones tampons adjacentes, dans le but de préserver les fonctions écosystémiques et les structures de retenue naturelles, de réduire l'exposition aux risques et de limiter les dépenses publiques consacrées à la reconstruction et à la lutte contre l'érosion<sup>64</sup>. De leur côté, le gouvernement du Québec et le Conseil de la municipalité régionale de comté Haute-Côte-Nord, désireux de protéger les habitants et les biens immobiliers, ont mis en place des règlements régissant la construction et l'utilisation des terres soumises à l'érosion<sup>65</sup>.

Nous reconnaissons que la stratégie d'adaptation la plus populaire chez les propriétaires côtiers consiste souvent à construire des murets de protection et autres ouvrages de retenue artificiels ou naturels. Notre analyse nationale ne peut considérer ces ouvrages comme des stratégies d'adaptation raisonnables, étant donné que les conditions locales ont une incidence majeure sur le coût, tout comme le choix des secteurs à protéger ou à laisser à l'état naturel. Les ouvrages de retenue peuvent s'avérer problématiques, étant donné qu'ils comportent des frais d'installation et d'exploitation élevés, nécessitent un entretien constant et, surtout, interfèrent avec les écosystèmes côtiers qui servent de zone tampon naturelle. Cependant, le renforcement des digues et l'installation d'autres ouvrages de retenue artificiels ou naturels peuvent être considérés comme des stratégies d'adaptation intéressantes dans certains secteurs densément peuplés où l'on souhaite perturber le moins possible les propriétaires et les occupants des habitations (voir l'[Encadré 6](#)).

## ENCADRÉ 6

## INONDATIONS ET DIGUES DANS LE GRAND VANCOUVER

Le district régional du Grand Vancouver se voit menacé par deux sources de risques d'inondations : la hausse du niveau du Pacifique et la crue du fleuve Fraser. Une grande partie des municipalités de Delta, de Richmond, de Sea Island et de Surrey se trouve dans une plaine inondable (voir l'illustration à la page suivante), y compris l'Aéroport international de Vancouver et certains secteurs à haute densité démographique. Sous l'effet du changement climatique, la hausse du niveau de l'océan et les ondes de tempête aggraveront le risque d'inondations océaniques.

Les phénomènes observés depuis 65 ans illustrent la vulnérabilité du Grand Vancouver aux inondations, dans les conditions climatiques actuelles. En 1948, le débordement du fleuve Fraser, combiné à l'insuffisance du réseau de digues, a fait 10 victimes et causé la destruction de 2 000 habitations et des dommages évalués à 184 millions de dollars<sup>66</sup>. En février 2006, une combinaison de marée haute et de vents violents a endommagé les digues de la baie Boundary, à Delta : les dommages résultants ont touché près de 200 foyers<sup>67</sup>.

Dans un climat changeant, les décisions en matière d'adaptation aux risques associés à la hausse du niveau de l'océan et aux ondes de tempête dans le Grand Vancouver devront tenir compte de la valeur du parc immobilier exposé aux risques, du niveau d'investissement nécessaire pour renforcer et entretenir les ouvrages de retenue artificiels et du caractère opportun de continuer à fonder la principale stratégie d'adaptation sur ces ouvrages de retenue. Il n'existe aucune évaluation exhaustive du parc immobilier à risque du district régional du Grand Vancouver, ni de sa valeur. Tandis que certaines administrations locales ont entrepris une évaluation préliminaire des coûts, notre étude estime la valeur des habitations menacées dans l'ensemble de la province, et une étude de l'OCDE estime le parc immobilier menacé à Vancouver dans le cadre d'une étude qui classe les villes portuaires du monde en fonction de leur exposition aux risques<sup>68</sup>.

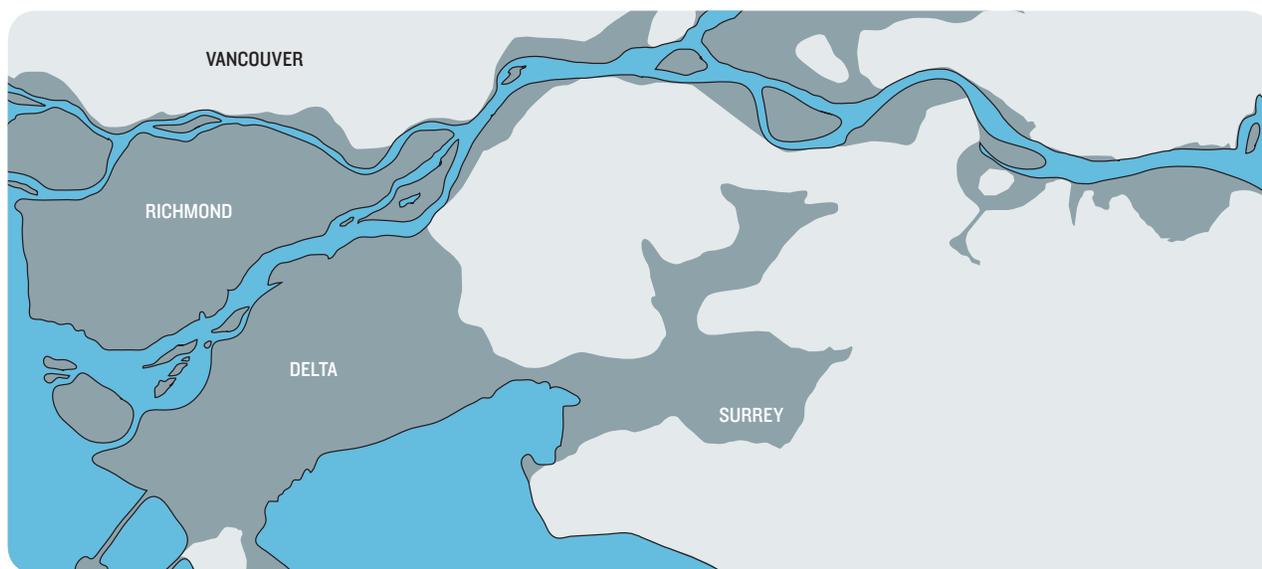
Actuellement, un réseau de digues d'une longueur de 127 kilomètres protège la majeure partie du Grand Vancouver, mais sa conception ne tient pas compte de la hausse possible du niveau de l'océan<sup>69</sup>. Le gouvernement provincial, responsable d'établir les lignes directrices pour la construction des digues, a entrepris de modifier les lignes directrices actuelles en fonction du changement climatique. Les caractéristiques particulières de chaque tronçon de digue rendent difficile de calculer le coût du futur renforcement des digues. Selon un rapport commandé par le conseil municipal de Richmond, l'amélioration de la résistance des 49 kilomètres de digues qui protègent Richmond des effets du changement climatique pourrait coûter dans les centaines de millions de dollars<sup>70</sup>, abstraction faite des frais d'acquisition de terres éventuellement requises. Or, l'achat de terres adéquates pour les ouvrages de retenue pourrait figurer parmi les dépenses les plus onéreuses. D'après une évaluation tirée des données de l'Army Corps of Engineers des États-Unis, le coût d'ériger des ouvrages de protection côtière bétonnés varie de 1 400 à 4 800 \$ le mètre linéaire<sup>71</sup>. En Californie, il en coûte environ 3 100 \$ pour rehausser un mètre linéaire de digue, 8 700 \$ pour construire un mètre linéaire de nouvelle digue et 30 800 \$ pour construire un mètre linéaire de muret de protection<sup>p.72</sup>.

p La nouvelle digue ayant une hauteur de 3 à 6 mètres et une pente externe de 3:1.

## ENCADRÉ 6

## INONDATIONS ET DIGUES DANS LE GRAND VANCOUVER (SUITE)

Dans les secteurs à forte densité de population et de biens immobiliers, la gestion des risques d'inondation consiste le plus souvent à renforcer les ouvrages de protection côtière. Étant donné la valeur des propriétés et les contraintes d'espace, le retrait serait une stratégie très coûteuse dans le district régional du Grand Vancouver. La ville de Delta a cerné trois stratégies pour gérer les inondations : évaluer les différentes possibilités de renforcement des digues et apporter quelques améliorations aux ouvrages existants, avec un budget de départ de 300 000 \$; financer la recherche en vue de comprendre les risques d'inondation et leurs conséquences, au coût prévu de 110 000 \$; et limiter le développement sur les terres inférieures à un certain niveau inondable<sup>73</sup>. De concert avec le Collaborative for Advanced Landscape Planning de l'Université de la Colombie-Britannique, l'administration municipale souhaite en outre soulever des débats au sein de la collectivité, à propos des conséquences du changement climatique pour Delta et envisager des réactions adaptatives possibles<sup>74</sup>.



■ Plaine inondable

ADAPTÉ DE BRITISH COLUMBIA MINISTRY OF ENVIRONMENT, 2007

## 4.6 CONCLUSIONS

Notre analyse révèle que la hausse du niveau des océans et les ondes de tempête comportent des risques pour les Canadiens de certaines collectivités côtières et que, dans bien des cas, le changement climatique viendra aggraver ces risques. On estime entre 16 000 et 28 000 le nombre d'habitations canadiennes qui seront menacées d'inondation dans les années 2050. Ces risques pourraient causer des dommages de l'ordre de 4 à 17 milliards de dollars par année, soit de 0,2 % à 0,3 % du PIB. L'exposition aux risques vise en particulier le district régional du Grand Vancouver. Selon notre analyse, on peut fortement réduire ces coûts par des stratégies d'adaptation qui consistent à cesser tout développement dans les secteurs menacés d'inondation et à reconstruire les habitations endommagées dans des secteurs non menacés. Pour éclairer les décisions d'aménagement, comme celles qui s'imposeront dans le Grand Vancouver, l'analyse devra en outre tenir compte du rôle des digues, des règlements qui régissent actuellement le développement et des compromis nécessaires dans la mise en œuvre d'une gamme de stratégies d'adaptation. Comme l'indique notre analyse, il est fort possible que de plus en plus de résidents et de biens immobiliers soient exposés aux risques d'inondation à l'avenir. Afin de réagir proactivement à ces risques grandissants, compte tenu de la situation de chaque localité, il convient d'ouvrir le débat sur les niveaux de risque jugés acceptables et le besoin de déplacer certaines habitations.

# SANTÉ HUMAINE

// CHAPITRE 5.0





## **5.0 // SANTÉ HUMAINE**

**5.1 // LE LIEN AVEC LE CLIMAT**

**5.2 // APERÇU DE NOS MÉTHODES**

**5.3 // INCIDENCE DU CHANGEMENT  
CLIMATIQUE SUR LA SANTÉ**

**5.4 // RÉPERCUSSIONS ÉCONOMIQUES**

**5.5 // STRATÉGIES D'ADAPTATION**

**5.6 // CONCLUSIONS**

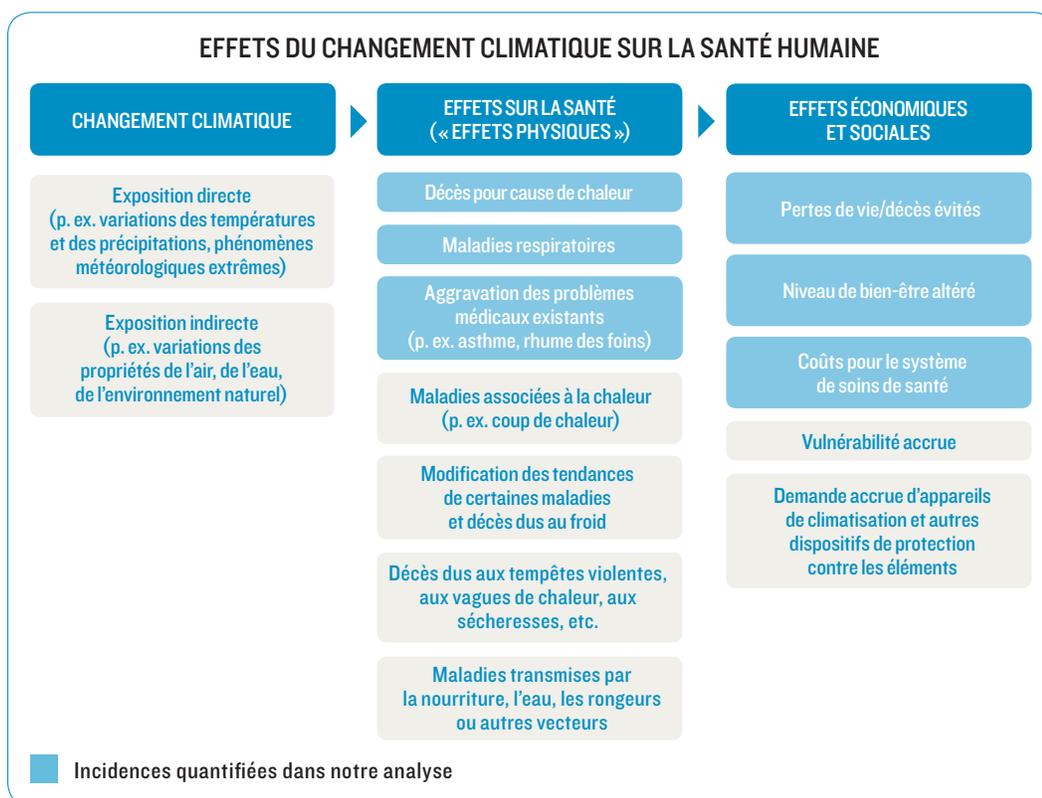
## 5.1 LE LIEN AVEC LE CLIMAT

Les étés plus chauds et la détérioration de la qualité de l'air résultant du changement climatique auront des répercussions sur la santé des Canadiens. D'ici le milieu du siècle, ces effets seront responsables d'environ 1 % des décès au Canada.

La météo et le climat ont une incidence directe et indirecte sur notre santé. Les maladies, les blessures et les décès observés durant et après des événements comme la tempête de verglas de 1998 dans l'Est du Canada, la vague de chaleur de 2003 en Europe et les récentes inondations au Pakistan nous rappellent tous cette réalité.

Le changement climatique peut emprunter de nombreuses avenues pour se répercuter sur notre état de santé (voir la **Figure 16**)<sup>75</sup>. Les températures élevées, par exemple, accroissent les risques de subir un coup de chaleur et, combinées à une modification d'autres indicateurs météorologiques, comme l'humidité atmosphérique, altèrent également la qualité de l'air, ce qui aggrave les maladies existantes, qu'elles soient cardiovasculaires (p. ex. les affections cardiaques) ou respiratoires (p. ex. l'asthme). Par endroits, tout indique que les vagues de chaleur, les pluies diluviennes et les tempêtes violentes deviendront de plus en plus fréquentes, ce qui risque fort d'accroître le nombre de blessures, de décès et d'évacuations (voir l'**Encadré 7**). Un recul du nombre de jours de froid extrême pourrait par contre réduire l'incidence des maladies et des décès en hiver. Dans certaines populations, on s'attend en outre à voir s'aggraver les risques d'exposition aux maladies infectieuses ou transmises par l'eau ou les aliments.

FIGURE 16



Les préoccupations grandissantes au sujet des effets du changement climatique sur la santé ont stimulé les investissements destinés à améliorer notre compréhension des risques qui menacent notre santé et des mesures nécessaires pour commencer à les gérer<sup>76</sup>. Malgré l'élargissement de la base de connaissances, la TRNEE croit essentiel de saisir davantage les répercussions économiques des effets du changement climatique sur la santé et l'ampleur des investissements nécessaires pour atténuer les résultats négatifs en matière de santé. Nous attachons une valeur énorme à notre santé; la promotion et l'amélioration de la santé des Canadiens reviennent sans cesse au cœur du débat politique national et accaparent des investissements publics considérables<sup>q</sup>. Le changement climatique a le potentiel de diminuer la qualité de vie de certains canadiens et leur capacité à participer à la vie de la société en tant que membres productifs. Ses répercussions économiques s'étendent par ailleurs au système de soins de santé.

Le présent chapitre s'ajoute à un ensemble de preuves, que nous prévoyons de plus en plus étoffées, établissant un lien entre l'incidence du changement climatique sur la santé et les vastes répercussions sur notre économie et notre société. Comme le montre la **Figure 16**, notre étude examine en particulier deux effets possibles du changement climatique sur la santé, en évaluant ce qui suit : 1) l'incidence du réchauffement estival et de la détérioration de la qualité de l'air sur la santé dans quatre villes canadiennes; 2) les conséquences économiques de ces effets sur le bien-être des Canadiens et le système de soins de santé<sup>r</sup>. En prenant Toronto comme exemple, nous analysons ensuite les coûts et les avantages de deux stratégies qui visent à réduire l'incidence sur la santé de la chaleur accrue et de la détérioration de la qualité de l'air qui résultent du changement climatique.

q En 2008, les dépenses consacrées aux soins de santé représentaient environ 10 % du produit intérieur brut (PIB) du Canada (OCDE, 2010).

r Le présent chapitre repose sur le rapport technique suivant, disponible sur demande : *Costing Climate Impacts and Adaptation: A Canadian Study on Human Health* (Marbek, Kinney et Anthoff, 2011).

## ENCADRÉ 7

## LA TEMPÊTE DE VERGLAS DE 1998 DANS L'EST DU CANADA : BILAN DES EFFETS SUR LA SANTÉ

Les phénomènes météorologiques et climatiques exceptionnels que nous avons vécus récemment témoignent de l'ampleur des conséquences possibles, tant sur le plan du nombre de Canadiens touchés que des répercussions économiques, comme l'illustre l'exemple de la tempête de verglas survenue en 1998 dans l'est du Canada. Durant près d'une semaine, une abondante pluie verglaçante s'est abattue sur certaines régions de l'Ontario, du Québec et du Nouveau-Brunswick, poussant plus de 250 collectivités de l'Ontario et du Québec à se déclarer zone sinistrée et entraînant des pertes de courant qui ont touché plus de 4,5 millions de personnes<sup>77</sup>, dont certaines durant un mois<sup>78</sup>.

En perturbant l'accès aux services essentiels, la panne de courant généralisée déclenchée par la tempête de verglas a menacé la santé humaine de plusieurs façons. En fait, la tempête de verglas a causé 28 décès, la plupart attribuables à l'exposition au monoxyde de carbone et quelques-uns à l'hypothermie<sup>79</sup>. Dépourvues de courant électrique, certaines personnes se sont empoisonnées au monoxyde de carbone en ayant recours à la flamme nue, à des barbecues au gaz ou à des chauffeuses à l'intérieur. À ce bilan s'ajoutent environ 945 personnes blessées<sup>80</sup> et plus de 100 ayant nécessité des secours d'urgence pour empoisonnement au monoxyde de carbone après avoir utilisé une génératrice<sup>81</sup>. À Montréal, les pannes de courant ont touché certaines usines de pompage, mettant en péril la qualité de l'eau et l'approvisionnement en eau<sup>82</sup>. De nombreux accidents de voiture ont résulté des conditions routières glacées, par ailleurs aggravées par les branches et les fils électriques qui jonchaient le sol<sup>83</sup>. Les services médicaux ont souffert des mauvaises conditions routières qui nuisaient au transport ambulancier, tandis que les hôpitaux devaient se contenter de génératrices pour obtenir le courant électrique nécessaire<sup>84</sup>.

Ce genre de phénomène extrême peut aussi entraîner des répercussions à long terme sur la santé. Une étude a en effet révélé qu'au sein de la population suivie, les enfants dont la mère était enceinte durant la tempête de verglas avaient des aptitudes cognitives et langagières inférieures à celles des autres enfants, et ce à l'âge de 2 ans, de 5 ans et demi et même de 8 ans et demi<sup>85</sup>. Selon l'étude, cet écart dans les aptitudes cognitives et langagières serait attribuable au niveau de stress élevé de la mère enceinte durant la tempête de verglas.

Nous avons tiré de nombreuses leçons de la tempête de verglas. Hydro-Québec a amélioré son réseau électrique pour atténuer les conséquences d'une telle situation, si elle venait à se reproduire<sup>86</sup>. De son côté, le gouvernement du Québec a adopté une nouvelle loi sur la sécurité civile en 2001, dans le but d'améliorer la préparation aux situations d'urgence, de prévoir une capacité de surtension permettant de maintenir les services essentiels, de garantir la disponibilité de ressources humaines suffisantes et de préciser clairement les responsabilités des divers acteurs<sup>87</sup>.

## 5.2 APERÇU DE NOS MÉTHODES

VOIR LE  
CHAPITRE 1  
POUR UN  
RAPPEL  
DE NOS  
SCÉNARIOS

Voici un aperçu des méthodes employées pour orienter notre analyse. L'[annexe 8.5](#) donne de plus amples renseignements sur ces méthodes et leurs limites.

**EFFETS PHYSIQUES :** Nous avons estimé les futurs coûts<sup>s</sup> du changement climatique séparément, selon chacun de nos quatre **SCÉNARIOS** d'avenir, pour deux types d'effets de santé : les variations des risques de décès causés par la chaleur estivale accrue et les variations des risques de maladie et de décès attribuables à la détérioration de la qualité de l'air. Les trois facteurs suivants ont orienté ce choix d'effets de santé : 1) le degré de fiabilité scientifique des liens établis a) entre la chaleur et les décès et b) entre la chaleur et la pollution atmosphérique, d'une part, et les décès et les maladies, d'autre part; 2) la vulnérabilité de la population canadienne à ces effets; 3) les données et les études disponibles pour orienter notre analyse. Nos recherches ont porté sur les coûts dans quatre des plus grandes villes canadiennes qui, ensemble,

<sup>s</sup> Autrement dit, notre analyse ne cherche pas explicitement à répertorier les cas de décès et de maladies attribuables au changement climatique survenus jusqu'ici.

regroupent près de 40% de la population du pays : Vancouver, Calgary, Toronto et Montréal<sup>t,88</sup>. L'analyse devait tenir compte de la situation locale, étant donné les différences notées d'un endroit à l'autre en ce qui concerne les facteurs environnementaux qui ont une incidence sur la santé (comme les températures et la qualité de l'air de base), l'état de santé actuel et les services de santé publique et autres qui sont offerts à la population pour prévenir ou atténuer les dommages. Les deux effets sur la santé choisis aux fins de l'analyse sont préoccupants partout au Canada, mais particulièrement dans les grandes villes, à cause de l'effet d'îlot thermique urbain et des problèmes de qualité de l'air préexistants<sup>u</sup>. Cependant, ces effets sur la santé posent également des risques dans les régions rurales mal desservies en services de soutien<sup>89</sup>.

// **LA CHALEUR**: D'après les preuves existantes, nous avons quantifié l'effet de la hausse des températures sur les décès reliés à la chaleur et, comme les températures élevées surviennent surtout en été au Canada, nous avons axé notre analyse sur cette saison. À l'aide des prévisions de température pour le 21<sup>e</sup> siècle et d'études sur la santé qui établissent un lien entre le taux de décès et la température, nous avons estimé le nombre de décès supplémentaires, attribuables à la chaleur, que pourrait susciter le changement climatique.

Bien que nous tenions compte du niveau d'acclimatation et d'adaptation dont il est fait état dans les études publiées auxquelles nous faisons référence, nous n'allons pas jusqu'à poser des hypothèses sur l'acclimatation ou les changements de comportement futurs des Canadiens face au réchauffement. Selon des recherches menées récemment en Europe, l'acclimatation et les changements de comportement pourraient diviser par cinq les effets de la chaleur sur la santé<sup>90</sup>. Nous ignorons si cette réduction s'appliquerait également aux villes du Canada. Par ailleurs, notre évaluation n'examine pas les avantages possibles de la réduction du froid hivernal. En effet, des études nord-américaines ont révélé que les différences de température d'un endroit à l'autre n'ont pas autant d'effet sur le taux de décès en hiver qu'en été<sup>91</sup>.

// **LA QUALITÉ DE L'AIR**: Toujours à partir des données existantes, nous avons utilisé les variations des moyennes annuelles de température pour prévoir l'augmentation correspondante de la concentration d'ozone dans chaque ville au fil du siècle. Ensuite, à l'aide de l'Outil pour évaluer les avantages d'une meilleure qualité de l'air (OEAQA) de Santé Canada, nous avons généré des estimations statistiques de l'incidence accrue de décès et de maladies en fonction de l'augmentation prévue des risques individuels attribuables aux variations de la concentration d'ozone<sup>v</sup>. La présente analyse ne tient pas compte des futures améliorations de la qualité de l'air qui pourraient découler de politiques gouvernementales, de changements technologiques ou d'autres facteurs. Conscients des synergies possibles entre les effets de la chaleur et de la qualité de l'air sur la santé, nous n'avons cependant pas trouvé suffisamment de données en ce sens pour orienter une approche quantitative de leur intégration à notre analyse.

Les particules atmosphériques ont également des effets sur la santé, comme en témoignent de récentes études, selon lesquelles l'incidence du changement climatique sur les particules fines pourrait s'avérer

t En 2009, selon Statistique Canada, la population (en millions) et la part de la population nationale (%) de chacune de ces villes étaient les suivantes : (2,3; et 7%) pour Vancouver, (1,2; et 4%) pour Calgary, (5,6; et 17%) pour Toronto et (3,8; et 11%) pour Montréal.

u Selon Environnement Canada, entre 2003 et 2005, 40% des Canadiens vivaient dans des collectivités dont la concentration d'ozone dépassait la norme pancanadienne (Environnement Canada, 2007).

v L'estimation des effets se fonde sur les risques accrus de maladies et de décès dans l'ensemble de la population. Nous y faisons référence pour effectuer une estimation statistique de l'augmentation probable de l'incidence générale de maladies et de décès.

plus dommageable pour la santé que l'incidence du changement climatique sur l'ozone<sup>92</sup>. Cependant, les recherches publiées jusqu'à maintenant traitent davantage de l'incidence du changement climatique sur l'ozone<sup>93</sup> et nous n'avons pas recueilli suffisamment de preuves scientifiques pour établir une relation entre les variations des conditions climatiques et celles de la concentration de particules fines<sup>w</sup>.

// **LES RÉPERCUSSIONS ÉCONOMIQUES** : Pour comprendre les répercussions du changement climatique sur la santé, il est plus facile de parler de variations du taux de décès et de l'incidence des maladies supplémentaires que l'on peut prévoir en général. Toutefois, les effets économiques peuvent s'avérer utiles pour illustrer et évaluer les répercussions du changement climatique sur la santé. Le changement climatique comporte des coûts sociaux qui, sans se retrouver dans les livres comptables nationaux, demeurent importants au moment d'attribuer les fonds publics. À défaut de représenter ces coûts du point de vue économique, on risque de les voir exclus des décisions : ce qui ne fait pas l'objet d'évaluation acquiert souvent une valeur nulle par défaut. Au départ de tout débat sur les conséquences économiques du changement climatique sur notre santé, il faut reconnaître que la vie humaine n'a pas de prix. Au lieu d'essayer d'attacher une valeur à la vie d'une personne, nous recourons à un paramètre reconnu, un indicateur de bien-être appelé « valeur d'une vie statistique » (VVS). Généralement parlant, on obtient la VVS en calculant le montant qu'une population est disposée à déboursier pour réduire un peu le risque de décès, autrement dit sa volonté de payer pour éviter un décès en son sein. Les gouvernements emploient fréquemment la VVS pour quantifier les avantages d'une nouvelle réglementation destinée à réduire les risques de décès au sein d'une population. Ils peuvent ensuite comparer ces avantages aux coûts de la réglementation au moyen d'une analyse coûts-avantages. Suivant la recommandation du Secrétariat du Conseil du Trésor<sup>94</sup>, notre analyse repose sur une VVS de 6,8 millions de dollars<sup>x</sup>.

Notre estimation des coûts supplémentaires que le changement climatique inflige au système de soins de santé porte essentiellement sur les cas supplémentaires de maladies associées à la qualité de l'air. L'estimation des coûts qui découlent de ces maladies tient compte des dépenses publiques consacrées à l'hospitalisation, aux consultations en salle d'urgence, aux médicaments et aux consultations dans les cabinets médicaux. Les données de l'Institut canadien d'information sur la santé et d'autres sources nous ont servi à estimer les coûts.

### 5.3 INCIDENCE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA SANTÉ

**Dans les années 2020, dans les 4 villes à l'étude, on prévoit que le changement climatique provoquera une augmentation des décès attribuables à la chaleur et à la pollution atmosphérique de l'ordre de 3 à 6 décès par 100 000 habitants par année; ces effets devraient s'amplifier au cours des décennies subséquentes.** La **Figure 17** montre l'effet combiné du changement climatique sur la chaleur et la qualité

w D'après les résultats préliminaires des études, la hausse des températures pourrait réduire la concentration de particules fines, mais de nouvelles recherches s'imposent pour examiner l'incidence d'autres facteurs, comme les précipitations et les émissions, sous l'effet du réchauffement climatique (Lamy et coll., 2008).

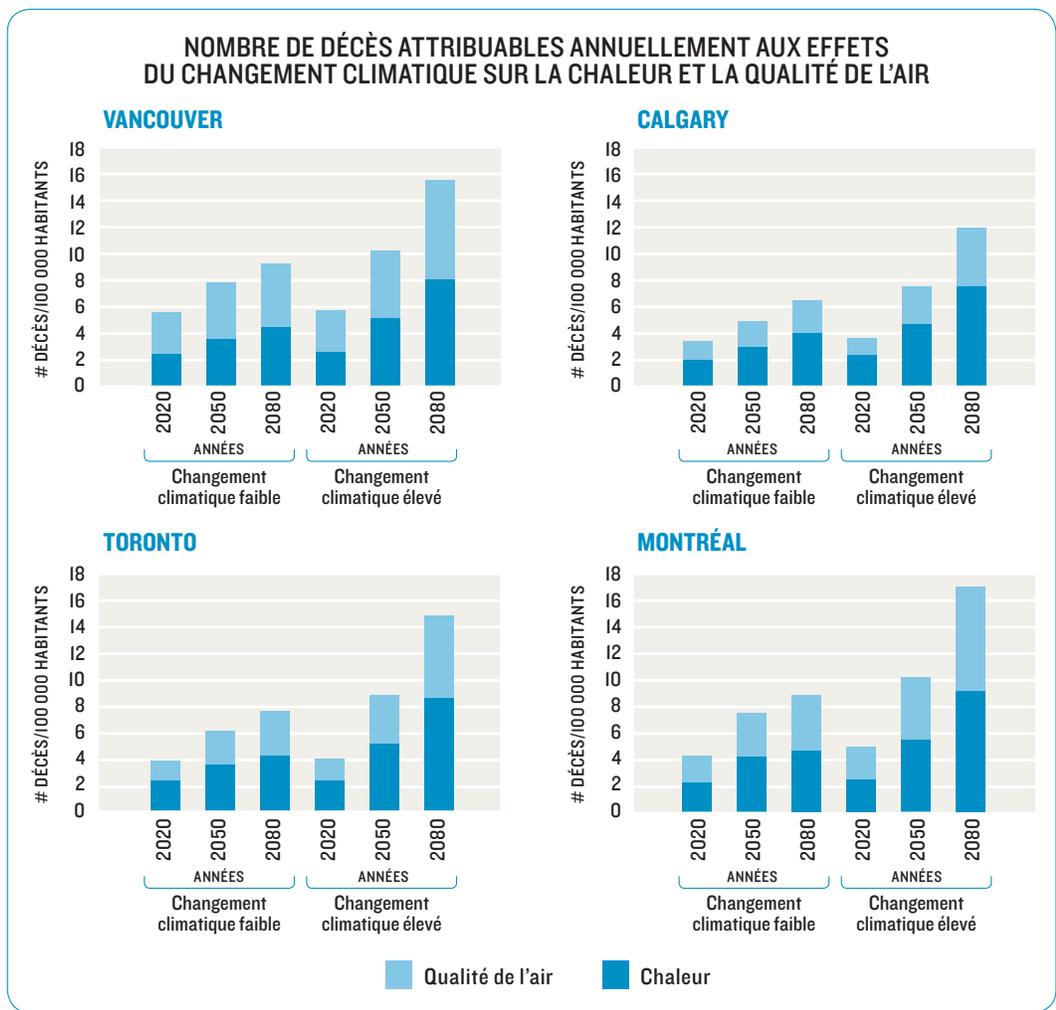
x Rajustée de 6,1 millions de dollars de 2004, compte tenu de l'inflation et de la croissance du revenu réel. Aucun rajustement de la VVS n'est effectué pour les années subséquentes en fonction de la croissance du revenu et de la hausse correspondante du montant que les citoyens devraient normalement être disposés à déboursier. Une grande part des futures augmentations de la volonté de payer pour réduire les risques de mortalité auraient une valeur nominale. D'autre part, comme nous faisons référence à la période actuelle pour l'évaluation des stratégies d'adaptation, il convient de laisser un niveau constant à la VVS.

de l'air, exprimé sous forme de nombre moyen de cas par année et par 100 000 habitants. Selon notre analyse, le changement climatique pourrait provoquer de 5 à 10 décès supplémentaires par 100 000 habitants dans les années 2050 et de 7 à 17 dans les années 2080.

À Toronto par exemple, notre analyse révèle que, dans un scénario de changement climatique faible, le nombre de décès supplémentaires par 100 000 habitants pourrait doubler, mais que le scénario de changement climatique élevé le ferait plus que tripler entre les années 2020 et 2080. Dans les années 2080, Toronto pourrait subir de 570 à 1 238 décès supplémentaires par année, par suite des répercussions grandissantes du changement climatique, mais aussi de la croissance démographique de la ville.

Proportionnellement, les quatre villes affichent des résultats semblables, les quelques variations étant attribuables à l'ampleur de la hausse de température que devrait engendrer le changement climatique.

FIGURE 17



y La présentation des résultats sous forme de taux (par 100 000 habitants) élimine l'influence des autres hypothèses de croissance démographique employées dans l'analyse. C'est pourquoi nous nous limitons aux résultats des deux scénarios de changement climatique au lieu de présenter les quatre scénarios d'avenir. Le nombre absolu de décès et de maladies varie en fonction de la croissance démographique future.

Selon notre analyse, d'ici les années 2080, le nombre de décès associés à la hausse des températures et à la dégradation de la qualité de l'air attribuables au changement climatique pourrait représenter de 1 % à 2 % du nombre total de décès dans les villes à l'étude. Le [Tableau 12](#) montre le pourcentage des décès attribuables à l'incidence future du changement climatique sur la température et la qualité de l'air, par rapport aux taux de décès prévus actuellement, en l'absence de changement climatique<sup>z</sup>. Dans les villes à l'étude, on estime que le nombre de décès augmentera de 0,5 % à 0,7 % dans les années 2020, et de 0,9 % à 1,3 % dans les années 2050, et ce en plus des décès normalement prévus en l'absence de changement climatique. À titre comparatif, signalons qu'en 2007, les affections rénales ont causé 1,6 % des décès au Canada, tandis que la grippe et la pneumonie étaient responsables de 2,3 % des décès<sup>95</sup>. Ces répercussions ne se feront pas sentir uniformément durant l'année, mais seront beaucoup plus prononcées en été, lorsque surviennent les décès dus à la chaleur.

TABLEAU 12

DÉCÈS ATTRIBUABLES À LA CHALEUR ET À LA DÉTÉRIORATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR RÉSULTANT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE, PAR RAPPORT AU NOMBRE TOTAL DE DÉCÈS								
ANNÉES	VANCOUVER		CALGARY		TORONTO		MONTRÉAL	
	CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE	CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ						
2020	0,7 %	0,7 %	0,6 %	0,6 %	0,5 %	0,6 %	0,5 %	0,6 %
2050	0,9 %	1,2 %	0,9 %	1,3 %	0,9 %	1,2 %	0,9 %	1,2 %
2080	1,1 %	1,9 %	1,1 %	2,0 %	1,1 %	2,1 %	1,1 %	2,1 %

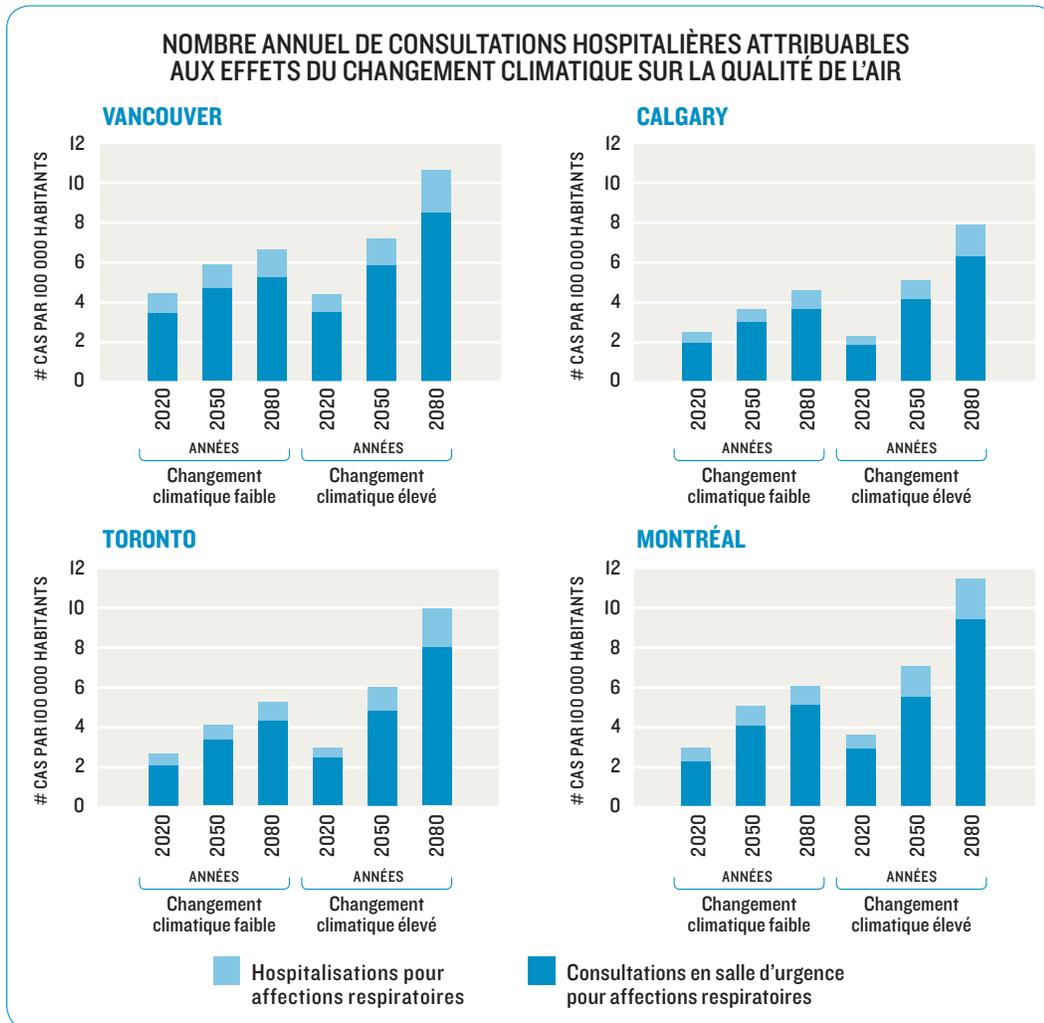
D'ici 2050, la détérioration de la qualité de l'air causée par le changement climatique ajoutera de 4 à 7 consultations par 100 000 habitants au fardeau annuel des hôpitaux. Comme le montre la [Figure 18](#), on prévoit une augmentation du nombre d'hospitalisations et de consultations dans les salles d'urgence au fil du temps. À Vancouver, par exemple, 6 consultations par 100 000 habitants devraient s'ajouter d'ici les années 2050, la plupart dans les salles d'urgence. En associant les hypothèses de croissance démographique aux taux de la [Figure 18](#), notre analyse révèle que, dans les années 2050, un fardeau annuel de 124 à 169 consultations en salle d'urgence et de 31 à 42 hospitalisations pour problèmes respiratoires pourrait s'ajouter dans les hôpitaux de Vancouver.

Les villes où l'on prévoit les plus fortes hausses de température devraient également subir les effets les plus marqués. Dans l'exemple de Vancouver, le scénario de changement climatique faible prévoit une hausse de 2,7 °C de la température annuelle moyenne dans les années 2050, ce qui se traduit par 6 consultations médicales supplémentaires par 100 000 habitants, tandis qu'à Calgary, une augmentation de 1,9 °C de la température annuelle moyenne entraînerait environ 4 consultations supplémentaires par 100 000 habitants dans les hôpitaux de la ville.

<sup>z</sup> Nous présumons que le taux de décès demeure à son niveau actuel au fil du temps. Toutefois, les prévisions de la société Informetrica Ltd. pour l'ensemble du Canada indiquent que le pourcentage de décès dans la population augmentera jusqu'aux alentours de 2050, avant de se stabiliser (Informetrica Limited, 2010).

La qualité de l'air peut s'avérer particulièrement critique pour la santé des personnes atteintes d'affections respiratoires telles que l'asthme, des personnes qui travaillent à l'extérieur, des personnes âgées et des nourrissons. Les répercussions futures du changement climatique devraient sans doute toucher davantage ces groupes que la population en général, mais notre analyse fait abstraction de ces différences démographiques.

FIGURE 18



La détérioration de la qualité de l'air multipliera en outre le nombre de jours où les personnes affectées souffriront de problèmes respiratoires, plus ou moins par trois dans un scénario de changement climatique élevé et par deux dans un scénario de changement climatique faible, entre les années 2020 et 2080. Cet effet aura des conséquences allant de la diminution de la qualité de vie à l'absentéisme au travail, en passant par l'augmentation des coûts du système de soins de santé. Le **Tableau 13** montre les conséquences possibles sur trois indicateurs de maladie durant les années 2050. À Calgary, par exemple, un scénario de changement climatique faible pourrait ajouter 1 134 jours de symptômes par 100 000 habitants au sein de la population asthmatique.

Parmi les quatre villes étudiées, comme dans le cas des consultations hospitalières, ce sont les villes les plus sujettes aux variations de température (p. ex. Vancouver) qui souffriront le plus de ces conséquences. Encore une fois, certains groupes, par exemple les victimes d'asthme, subiront une part démesurée des répercussions.

TABLEAU I3

**NOMBRE ANNUEL DE CAS DE MALADIE PAR 100 000 HABITANTS CAUSÉS PAR LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR DANS LES ANNÉES 2050**

	VANCOUVER		CALGARY		TORONTO		MONTRÉAL	
	CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE	CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ						
NOMBRE DE JOURS DE SYMPTÔMES RESPIRATOIRES, COMME LA TOUX OU LES MALAISES PULMONAIRES	11 161	13 538	7 677	10 671	7 876	11 451	8 784	12 485
NOMBRE DE JOURS DE SYMPTÔMES D'ASTHME, COMME LA RESPIRATION SIFFLANTE OU L'ESOUFFLEMENT	1 652	2 006	1 134	1 579	1 164	1 695	1 298	1 849
NOMBRE DE JOURS DE LIMITATION DES ACTIVITÉS EN RAISON DE LA PIÈTRE QUALITÉ DE L'AIR	1 029	1 249	707	984	726	1 056	810	1 152

#### 5.4 RÉPERCUSSIONS ÉCONOMIQUES

Dans chaque ville, le coût annuel des risques de décès prématuré attribuables au changement climatique, calculé d'après la VVS, est de l'ordre de plusieurs milliards de dollars et ne cesse d'augmenter. Le **Tableau 14** montre l'évolution des coûts annuels au fil du temps dans chaque ville, en fonction de deux scénarios : le plus coûteux et le moins coûteux. Les résultats pour Montréal, par exemple, montrent que dans les années 2050, les risques de décès prématuré entraîneront des coûts annuels supérieurs à 2 milliards de dollars en cas de changement climatique faible et de croissance démographique lente, et supérieurs à 3 milliards de dollars dans un scénario de changement climatique élevé et de croissance démographique rapide.

Ces coûts dépendent des effets du changement climatique sur la santé, lesquels dépendent de la population et de l'ampleur du changement climatique. La différence grandissante entre les coûts associés aux deux scénarios « extrêmes » traduit l'écart grandissant, au fil du temps, entre les prévisions démographiques et les effets prévus sur la santé : durant les années 2080, les coûts associés au scénario de changement climatique faible et de croissance lente représentent environ la moitié de ceux liés au scénario de changement climatique élevé et de croissance rapide. Les coûts varient d'une ville à l'autre, les plus grandes devant assumer un fardeau plus élevé, surtout en raison de l'exposition d'une population plus nombreuse aux effets du changement climatique.

TABLEAU 14

**COÛTS ANNUELS DES RISQUES DE DÉCÈS PRÉMATURÉ ATTRIBUABLES AUX EFFETS  
DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA CHALEUR ET LA QUALITÉ DE L'AIR**

		VANCOUVER		CALGARY		TORONTO		MONTRÉAL	
		-	+	-	+	-	+	-	+
		LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE
ANNÉES 2020	PAR PERSONNE	381 \$	391 \$	231 \$	251 \$	257 \$	274 \$	285 \$	327 \$
	TOTAL POUR LA VILLE	0,9 G\$	1,0 G\$	0,3 G\$	0,3 G\$	1,5 G\$	1,6 G\$	1,1 G\$	1,3 G\$
ANNÉES 2050	PAR PERSONNE	530 \$	692 \$	342 \$	517 \$	412 \$	594 \$	503 \$	685 \$
	TOTAL POUR LA VILLE	1,3 G\$	2,0 G\$	0,4 G\$	0,7 G\$	2,6 G\$	4,2 G\$	2,2 G\$	3,4 G\$
ANNÉES 2080	PAR PERSONNE	625 \$	1 049 \$	446 \$	820 \$	510 \$	995 \$	594 \$	1 152 \$
	TOTAL POUR LA VILLE	1,9 G\$	3,5 G\$	0,7 G\$	1,3 G\$	3,9 G\$	8,4 G\$	3,1 G\$	6,8 G\$

■ Croissance démographique et économique lente

— Changement climatique faible

■ Croissance démographique et économique rapide

+ Changement climatique élevé

\$(2008), NON ACTUALISÉS

En valeur actuelle, les coûts cumulatifs que devra assumer chaque ville d'ici la fin du siècle seront de l'ordre de dizaines de milliards de dollars. Le [Tableau 15](#) montre, pour chaque ville, la fourchette de ces coûts cumulatifs, calculés compte tenu d'un taux d'actualisation de 3%. Les coûts les moins élevés (de 11 à 17 milliards de dollars, suivant le scénario) reviennent à Calgary, surtout parce qu'il s'agit de la ville la moins peuplée des quatre villes examinées.

TABLEAU 15

**COÛTS CUMULATIFS DES RISQUES DE DÉCÈS PRÉMATURÉ  
ATTRIBUABLES AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE  
SUR LA CHALEUR ET LA QUALITÉ DE L'AIR, 2010-2100**

VILLE	COÛTS
TORONTO	65 À 96 MILLIARDS \$
MONTRÉAL	52 À 77 MILLIARDS \$
VANCOUVER	36 À 48 MILLIARDS \$
CALGARY	11 À 17 MILLIARDS \$

\$(2008), TAUX D'ACTUALISATION DE 3%

Une autre façon de saisir l'ampleur du coût des soins de santé associés au changement climatique est d'examiner les conséquences possibles pour le système canadien de soins de santé. En 2008, les dépenses en soins de santé, assumées à 70 % par les pouvoirs publics, représentaient environ 10 % du produit intérieur brut (PIB) du Canada<sup>96</sup>. La hausse du nombre d'hospitalisations et du taux de maladies respiratoires associée à la dégradation de la qualité de l'air qui accompagne le changement climatique comporte des coûts qui viendront s'ajouter au budget des soins de santé. Comme les soins de santé accaparent déjà une part importante des budgets gouvernementaux, il est important d'estimer l'ampleur éventuelle de ce fardeau économique supplémentaire si l'on veut investir maintenant en vue d'économiser des frais de traitement des maladies à l'avenir. À l'instar des soins préventifs qui visent à réduire l'incidence des maladies, l'étude des conséquences économiques de l'adaptation au changement climatique peut faire ressortir les éventuelles mesures d'adaptation proactives susceptibles de limiter les frais à l'avenir.

**Le fardeau économique que représentent les maladies causées par le changement climatique pour le système public de soins de santé se chiffre en millions de dollars par année pour chaque ville et augmente sans cesse. Dans un scénario de changement climatique de grande envergure, ce fardeau économique passe en moyenne de 40 cents par personne et par année durant la décennie 2020 à plus de 5 dollars par personne et par année durant la décennie 2080.** Le **Tableau 16** montre les frais de soins de santé supplémentaires engendrés par la multiplication des hospitalisations, des consultations en salle d'urgence et des jours où des personnes souffrent de symptômes respiratoires aigus, de symptômes d'asthme ou de limitations de l'activité physique attribuables à la dégradation de la qualité de l'air causée par le changement climatique. Selon notre analyse, par exemple, les cas de maladie qui s'ajouteront au fardeau du système de santé à Toronto dans les années 2050 pourraient coûter 3 millions de dollars par année dans le scénario le plus bénin et plus de 11 millions de dollars selon le pire scénario. Autrement dit, dans les années 2050, les maladies respiratoires dues au changement climatique pourraient ajouter de 50 cents à 1,60 dollar par personne et par année au budget des soins de santé du gouvernement. Pour situer ces chiffres dans leur contexte, mentionnons que le coût annuel imposé au système de soins de santé à Toronto dans les années 2050 serait comparable aux salaires annuels combinés de 6 à 9 médecins, ou de 32 à 52 infirmières<sup>aa</sup>.

Quelle que soit la ville ou la période, environ 70 % des frais supplémentaires imposés au système de soins de santé découlent de la fréquence des symptômes respiratoires aigus, lesquels se manifestent par la toux, l'écoulement nasal, les malaises pulmonaires ou autres. Les jours où les victimes d'asthme souffrent de symptômes représentent plus de 10 % de ces frais, tout comme les hospitalisations pour problèmes respiratoires. Ces coûts supplémentaires résultent des dépenses consacrées aux médicaments et aux consultations médicales qui seraient évitées en l'absence de changement climatique. Effectivement, les médicaments représentent plus ou moins 60 % des dépenses publiques, suivis des consultations médicales et des hospitalisations. Comme dans le cas des effets des décès prématurés sur le bien-être, les différences entre les coûts totaux imposés à chaque ville traduisent le nombre de personnes exposées aux incidences du changement climatique.

aa Coût clinique d'un équivalent temps plein au poste de médecin omnipraticien, tel qu'estimé par l'Institut canadien d'information sur la santé (Institut canadien d'information sur la santé, 2010c). Ces frais sont augmentés au fil du temps, au même taux que le PIB.

TABLEAU 16

		COÛTS ANNUELS DES SOINS DE SANTÉ ASSOCIÉS AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR							
		VANCOUVER		CALGARY		TORONTO		MONTRÉAL	
		-	+	-	+	-	+	-	+
		LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE
ANNÉES 2020	PAR PERSONNE	0,4\$	0,6\$	0,3\$	0,4\$	0,2\$	0,6\$	0,2\$	0,4\$
	TOTAL POUR LA VILLE	1 M\$	1 M\$	0 M\$	0 M\$	1 M\$	2 M\$	1 M\$	2 M\$
ANNÉES 2050	PAR PERSONNE	0,7\$	1,9\$	0,5\$	1,6\$	0,5\$	1,6\$	0,5\$	1,7\$
	TOTAL POUR LA VILLE	2 M\$	6 M\$	1 M\$	2 M\$	3 M\$	11 M\$	2 M\$	8 M\$
ANNÉES 2080	PAR PERSONNE	1,0\$	5,9\$	0,8\$	5,1\$	0,8\$	5,3\$	0,8\$	5,8\$
	TOTAL POUR LA VILLE	3 M\$	20 M\$	1 M\$	8 M\$	6 M\$	45 M\$	4 M\$	34 M\$

■ Croissance démographique et économique lente      **-** Changement climatique faible  
■ Croissance démographique et économique rapide      **+** Changement climatique élevé

\$(2008), NON ACTUALISÉS

Dans les quatre villes, les coûts supplémentaires (en valeur actuelle) que devra assumer le système de soins de santé en raison de l'accroissement des cas de maladie d'ici la fin du siècle atteindront des centaines de millions de dollars. Le [Tableau 17](#) présente la fourchette des coûts cumulatifs supplémentaires que le changement climatique imposera au système public de soins de santé, compte tenu d'un taux d'actualisation de 3%. Dans chacune des villes, la valeur inférieure correspond au scénario de changement climatique faible et de croissance lente, tandis que la valeur supérieure correspond au scénario de changement climatique élevé et de croissance rapide.

TABLEAU 17

COÛTS CUMULATIFS DES SOINS DE SANTÉ ASSOCIÉS AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR, 2010-2100	
VILLE	COÛTS
TORONTO	72 À 285 MILLIONS \$
MONTRÉAL	54 À 213 MILLIONS \$
VANCOUVER	46 À 140 MILLIONS \$
CALGARY	16 À 54 MILLIONS \$

\$(2008), TAUX D'ACTUALISATION DE 3%

L'augmentation du coût des soins de santé publics ne constitue qu'un aspect des coûts sociaux qui résultent du changement climatique. La perte de productivité, la douleur et la souffrance comportent également leur part de coûts sociaux, non comptabilisés aux fins du présent rapport.

## 5.5 STRATÉGIES D'ADAPTATION

Plusieurs stratégies peuvent contribuer à réduire les effets néfastes du changement climatique sur notre santé<sup>97</sup>. Parmi les mesures d'adaptation aux effets du changement climatique sur la chaleur et la qualité de l'air, mentionnons la sensibilisation du public (p. ex. en incitant les gens à réduire le niveau d'activité physique lorsque la température ou la pollution atmosphérique atteignent des niveaux particulièrement élevés), la réduction de l'effet d'îlot thermique urbain, la mise en place de systèmes d'avertissement, l'ouverture de lieux d'accueil climatisés durant les vagues de chaleur, et le traitement des maladies dès qu'elles se manifestent. Comme la climatisation demeure l'une des façons les plus efficaces de lutter contre les problèmes de santé causés par la chaleur, les organismes de santé publique en font la promotion comme stratégie d'adaptation auprès des populations vulnérables. Toutefois, en produisant l'électricité supplémentaire nécessaire pour répondre à la demande de climatisation, on risque (selon la source d'électricité) de nuire à la qualité de l'air et de produire des émissions de gaz à effet de serre, entraînant du coup de nouveaux risques pour la santé. Souvent, les stratégies comportent toute une gamme de mesures, comme l'illustre l'exemple présenté dans l'[Encadré 8](#).

### ENCADRÉ 8

#### RÉDUIRE LA VULNÉRABILITÉ À LA CHALEUR DANS LES CENTRES URBAINS

Face aux problèmes de la chaleur urbaine, des initiatives innovantes voient le jour au Canada. S'inspirant d'expériences vécues en Europe et aux États-Unis lors de vagues de chaleur au cours des 15 dernières années, des villes canadiennes commencent à mettre en place des systèmes qui leur permettent de surveiller les conditions de grande chaleur menaçantes pour la santé et d'intervenir. Toronto et Montréal ont mis en œuvre des systèmes d'avertissement et d'intervention en cas de chaleur, tandis que Santé Canada vient de lancer un projet pilote dans quatre autres collectivités, afin d'établir et d'évaluer ces systèmes avant d'élaborer des directives à l'intention des autres collectivités<sup>98</sup>.

Lorsque les conditions météorologiques atteignent un certain seuil, les systèmes d'avertissement et d'intervention en cas de chaleur déclenchent des avertissements publics et un certain nombre de mesures de suivi. Plusieurs facteurs peuvent déclencher l'alerte, mais la plupart se fondent soit sur l'humidex et les températures minimum et maximum, comme à Montréal<sup>99</sup>, soit sur l'analyse des profils météorologiques locaux et des tendances des décès, comme à Toronto<sup>100</sup>. Lorsque le système déclenche une alerte de chaleur ou de chaleur extrême à Toronto, un plan d'intervention commande la mise en œuvre de plusieurs mesures, y compris la diffusion de veilles-média pour informer le public des risques pour la santé<sup>101</sup>, la livraison de bouteilles d'eau aux personnes vulnérables, la prolongation des heures d'ouverture des installations de loisirs, et l'ouverture de lieux d'accueil communautaires climatisés<sup>102</sup>. Le Bureau de santé publique de Toronto coordonne le système de la ville, auquel participe tout un éventail d'organismes partenaires, comme la Croix-Rouge canadienne, les centres de santé communautaires et les bibliothèques publiques<sup>103</sup>.

Des signes probants témoignent déjà de la pertinence d'investir dans les systèmes d'avertissement et d'intervention en cas de chaleur. De 1995 à 1998, le système mis en place à Philadelphie a coûté 210 000 dollars américains en frais d'exploitation, mais il a sans doute permis de sauver 117 vies, en 3 ans à peine<sup>104</sup>. Multiplié par la valeur d'une vie statistique, telle que décrite dans l'analyse principale, ce nombre se traduit par une économie d'environ 800 millions de dollars et des avantages qui excèdent les coûts du programme par un ratio de presque 4 000 pour 1. Au Canada, les coûts sont sans doute du même ordre : en 2010, le Bureau de santé publique de Toronto disposait d'un budget de 458 000 dollars pour son système d'avertissement et d'intervention en cas de chaleur, mais d'autres services municipaux ont aussi assumé des frais à ce chapitre<sup>105</sup>.

Le choix et la mise en œuvre de l'une ou l'autre des stratégies reposent sur toute une gamme de critères. Du point de vue de l'économie, nos critères ont trait avant tout à l'efficacité par rapport au coût. En prenant l'exemple de Toronto, nous estimons les coûts et les avantages possibles de deux stratégies visant à réduire l'exposition à la chaleur et la détérioration de la qualité de l'air sous l'effet du changement climatique : le remplacement des toits traditionnels par des toits verts, en vue d'abaisser les températures, et le recours à des technologies de lutte contre la pollution afin de limiter la formation d'ozone. En plus de réduire l'exposition des citoyens aux risques pour leur santé, ces deux stratégies pourraient éventuellement procurer d'autres avantages à la collectivité, comme l'amélioration de la gestion des eaux d'orage dans le cas des toits verts et la réduction des effets environnementaux dans le cas de la lutte contre la pollution.

**DES TOITS VERTS POUR RÉDUIRE L'EFFET D'ÎLOT THERMIQUE URBAIN :** À cause de l'effet d'îlot thermique, les villes peuvent afficher des températures de plusieurs degrés supérieures à celles des régions rurales avoisinantes. Cet effet provient de l'absorption de chaleur par les bâtiments et les revêtements de chaussée, ainsi que de la concentration dans les villes de multiples procédés qui rejettent de la chaleur (p. ex. les automobiles). Les stratégies visant à favoriser l'évapotranspiration, à diminuer les transferts de chaleur à travers les murs et les toits, ou encore à rendre les villes plus réfléchissantes pour limiter la chaleur solaire captée, par exemple en peignant les surfaces de couleur claire et en plantant des végétaux, peuvent réduire la température atmosphérique<sup>106</sup>.

Notre analyse examine le coût de l'installation de toits verts à grande échelle et les avantages (soit les économies au chapitre du bien-être) tirés de la réduction des décès, comme exemple d'une approche globale de la lutte contre les effets néfastes de la hausse des températures sur la santé. Nous évaluons les coûts et les avantages d'installer suffisamment de toits verts à Toronto pour réduire les températures estivales de 1 °C. Nous estimons les coûts supplémentaires<sup>bb</sup> engendrés par l'installation de toits verts entre 2035 et 2050 (période où les toits conventionnels auront atteint la fin de leur cycle de vie) et l'entretien de ces toits jusqu'en 2059, puis comparons ces coûts aux économies sociales tirées de la réduction des décès attribuable à une baisse des températures de 1 °C entre 2050 et 2059. Pour comparer les séries de coûts et d'avantages au fil du temps et les présenter en valeur actuelle, nous employons un taux d'actualisation de 3 % (pour plus de précisions, voir l'[annexe 8.5](#)).

Le [Tableau 18](#) résume les résultats de notre analyse économique. De 2035 à 2059, le coût pour installer et entretenir des toits verts atteindrait 7,3 milliards de dollars. La réduction des risques de décès dus à la chaleur peut compenser près du tiers de cette somme, puisqu'on estime entre 2,1 et 2,4 milliards de dollars la valeur actuelle des avantages de cette stratégie pour la santé. Si l'on tient compte uniquement de la réduction des décès dus à la chaleur, les avantages de cette stratégie demeurent inférieurs aux frais qu'elle engendre, comme en témoigne le rapport avantages-coûts d'environ 0,3. La rentabilité de la stratégie s'améliore si l'on considère la valeur des avantages accessoires de l'installation de toits verts à grande échelle, comme la diminution des cas de maladie reliés à la chaleur, des effets nuisibles à la productivité des travailleurs et du nombre de décès associés à la pollution atmosphérique, les économies d'énergie,

<sup>bb</sup> Ajoutés au coût d'installation de toits conventionnels.

l'amélioration de la gestion des eaux d'orage, et l'élargissement de l'habitat des insectes pollinisateurs. Selon une étude récente qui compare le flux général des coûts et des avantages d'un toit vert à celui d'un toit traditionnel, compte tenu des avantages sur le plan des eaux d'orage, de l'énergie et de la qualité de l'air, les toits verts s'avèrent moins coûteux que les toits traditionnels à long terme<sup>107</sup>. Plusieurs villes, dont Toronto, examinent aussi d'autres stratégies de végétalisation urbaine, comme la plantation d'arbres et l'agrandissement des espaces verts, également susceptibles de rafraîchir l'atmosphère urbain. La végétalisation pourrait s'avérer particulièrement efficace dans les quartiers à faibles revenus où les espaces verts sont rares. En effet, des études ont associé le manque d'espaces verts au taux de décès plus élevé que la moyenne au sein des populations à faibles revenus<sup>108</sup>.

**DES MESURES DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION POUR RÉDUIRE LES ÉMISSIONS PRODUCTRICES D'OZONE ET AMÉLIORER LA QUALITÉ DE L'AIR :** Dans les zones urbaines, la concentration d'automobiles, d'industries et de résidences contribue à la pollution atmosphérique locale et à la formation d'ozone. Certains polluants atmosphériques, comme les oxydes nitreux (NO<sub>x</sub>) et les composés organiques volatils (COV), sont qualifiés de précurseurs d'ozone parce qu'ils favorisent la formation d'ozone dans la troposphère. En ce sens, les stratégies qui visent à limiter les émissions de polluants atmosphériques précurseurs d'ozone aideraient à compenser l'incidence du changement climatique sur la qualité de l'air.

Notre analyse examine les coûts et les avantages d'investir suffisamment dans la lutte contre la pollution pour compenser entièrement l'augmentation de concentration d'ozone prévue par suite de la hausse des températures sous l'effet du changement climatique. Nous comparons, en valeur actuelle, le coût de la lutte contre la pollution aux économies sociales réalisées par la réduction des risques de décès de 2050 à 2059 (pour plus de précisions, voir l'[annexe 8.5](#)). Sans entrer dans les détails de la stratégie, nous avons établi les coûts de la lutte contre la pollution d'après les estimations effectuées par l'Environmental Protection Agency des États-Unis en fonction des technologies de lutte connues et de certaines innovations envisageables dans l'avenir, compte tenu d'un large éventail de sources d'émissions, aussi bien fixes que mobiles<sup>109</sup>.

Le [Tableau 18](#) résume les principales conclusions tirées de cette analyse. De 2050 à 2059, le coût total des mesures de lutte contre la pollution, actualisé au taux de 3 %, varie de 0,7 à 3,1 milliards de dollars. Or, la valeur actuelle des avantages sociaux des décès évités durant cette décennie varie de 3 à 4,8 milliards de dollars. Quel que soit le scénario envisagé, la valeur actuelle des avantages dépasse les coûts, selon un rapport avantages-coûts variant entre 1,4 et 4,5. En outre, cette stratégie d'adaptation comporte potentiellement des avantages accessoires importants pour l'environnement et la santé, puisqu'elle permet de réduire d'autres formes de pollution atmosphérique. Le coût précis des mesures de lutte contre les émissions, variable d'une ville à l'autre, mérite toutefois un examen approfondi. D'après les données de coût utilisées aux fins de la présente analyse, l'investissement dans la lutte contre la pollution à l'échelle locale semble hautement valable comme stratégie d'adaptation au changement climatique.

TABLEAU B8

## RÉSUMÉ DES DEUX STRATÉGIES D'ADAPTATION EN MATIÈRE DE SANTÉ

	STRATÉGIE D'ADAPTATION N° 1				STRATÉGIE D'ADAPTATION N° 2			
<b>STRATÉGIE</b>	Réduire l'effet d'îlot thermique urbain de 1 °C par l'installation généralisée de toits verts (évaluation entre 2035 et 2059)				Améliorer la qualité de l'air Recourir à des technologies de réduction de la pollution atmosphérique pour compenser l'augmentation de la concentration d'ozone provoquée par le changement climatique (évaluation entre 2050 et 2059)			
<b>OBJECTIF</b>	Réduire l'exposition à la chaleur, afin de sauver de 116 à 129 vies par année à Toronto, entre 2050 et 2059				Réduire la concentration d'ozone, afin de sauver de 163 à 265 vies par année à Toronto, entre 2050 et 2059			
<b>COÛTS DE MISE EN ŒUVRE (VALEUR ACTUELLE)</b>	-		+		-		+	
	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE				
	7,3 G\$				0,7 G\$		3,1 G\$	
<b>AVANTAGES DE LA STRATÉGIE (VALEUR ACTUELLE)</b>	LENTE		RAPIDE		-		+	
	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE
	2,1 G\$	2,4 G\$	3,0 G\$	3,3 G\$	4,3 G\$	4,8 G\$		
<b>RAPPORT A VANTAGES-COÛTS</b>	LENTE		RAPIDE		-		+	
	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE
	0,29:1	0,32:1	4,0:1	4,5:1	1,4:1	1,6:1		
<b>COÛTS RÉSIDUELS ASSOCIÉS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE APRÈS L'ADAPTATION (VALEUR ACTUELLE)</b>	-		+		Aucune incidence résiduelle : selon nos hypothèses, la stratégie compense entièrement les effets du changement climatique sur la santé			
	LENTE	RAPIDE	LENTE	RAPIDE				
	2,0 G\$	2,2 G\$	3,8 G\$	4,2 G\$				
<b>CO-AVANTAGES POTENTIELS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestion des eaux d'orage</li> <li>Restauration des habitats</li> <li>Économies d'énergie</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Réduction des effets environnementaux</li> <li>Réduction de la consommation de combustible</li> <li>Réduction des autres émissions de polluants atmosphériques</li> </ul>			
<b>DIFFICULTÉS DE MISE EN ŒUVRE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coordination requise entre les services d'aménagement urbain et de santé publique</li> <li>Solution limitée à certains types de bâtiments</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Coordination requise entre les responsables de la réglementation de la qualité de l'air et les services de santé publique</li> <li>Opposition des organismes contraints de réduire leurs émissions</li> </ul>			

■ Croissance démographique et économique lente

- Changement climatique faible

■ Croissance démographique et économique rapide

+ Changement climatique élevé

\$(2008), TAUX D'ACTUALISATION À 3.%

## 5.6 CONCLUSIONS

D'après notre analyse, la hausse des températures estivales et la concentration d'ozone accrue qui résulteront du changement climatique pourraient accentuer les risques de maladies et de décès à Montréal, à Toronto, à Calgary et à Vancouver. Dans ces quatre villes, on peut prévoir de cinq à dix décès et de quatre à sept consultations hospitalières supplémentaires par 100 000 habitants dans les années 2050. Ces changements auront un effet néfaste sur notre bien-être. Au moyen du concept de « valeur d'une vie statistique », nous avons déterminé que, durant la décennie 2050, les habitants de ces quatre villes seraient disposés à déboursier de 300 \$ à 700 \$ chacun pour éviter cette augmentation des risques de décès. La hausse de l'incidence de maladies respiratoires aura des répercussions sur le système de soins de santé, sous forme de coûts supplémentaires de l'ordre de plusieurs millions de dollars par année dans les années 2050. L'adaptation au changement climatique pourrait atténuer certains effets néfastes. L'installation de toits verts contribuerait à réduire les températures urbaines, mais, strictement du point de vue du changement climatique, cette solution ne semble pas rentable. Par contre, la réduction de la pollution atmosphérique pourrait contrer les conséquences négatives du changement climatique sur la concentration d'ozone d'une façon efficace par rapport au coût.

# ÉCOSYSTÈMES

// CHAPITRE 6.0





## **6.0 // ÉCOSYSTÈMES**

**6.1 // LE LIEN AVEC LE CLIMAT**

**6.2 // RÉPERCUSSIONS ÉCONOMIQUES**

**6.3 // STRATÉGIES D'ADAPTATION**

**6.4 // LES LIMITES DE L'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE**

**6.5 // CONCLUSIONS**

## 6.1 LE LIEN AVEC LE CLIMAT

Tout notre mieux-être, économique et autre, dépend d'écosystèmes en santé et fonctionnels. Le stress causé aux écosystèmes par le changement climatique se répercutera dans l'économie canadienne de certaines façons inattendues.

Le Canada compte sur un écosystème varié, quinze écozones terrestres et cinq marines<sup>110</sup>. Nous comprenons de mieux en mieux la valeur économique et les liens des écosystèmes en fonction des services qu'ils rendent à notre environnement et à notre économie. Le changement climatique nuit à la qualité et à la santé des écosystèmes du Canada, dont certains sont déjà touchés par la pollution, la surexploitation, la fragmentation de l'habitat et l'introduction d'espèces envahissantes<sup>111</sup>. En plus d'évaluer les possibles changements écologiques afférents au changement climatique, les collectivités et les gouvernements de partout sur la planète envisagent la conservation et la restauration des écosystèmes comme option qui offre des avantages accessoires d'adaptation climatique et d'atténuation des effets du changement climatique<sup>112</sup>.

Dans *Degrés de réchauffement : les enjeux de la hausse du climat pour le Canada*, la TRNEE soulignait en quoi le changement climatique nuit à la qualité et à la santé des écosystèmes du Canada. Notre rapport soulignait les répercussions des changements de la température et de la chimie des océans sur la vie marine et sur la durabilité des chaînes alimentaires marines, la migration nordique des espèces appartenant à la forêt boréale, les changements à la périodicité des cycles saisonniers, telles que la floraison des plantes, et les menaces envers les épaulards découlant de la raréfaction des sources traditionnelles de nourriture.

Les écosystèmes rendent une gamme de services qui sont importants pour notre santé, notre économie et notre prospérité générale (voir l'**Encadré 9**). Cependant, une grande partie de leur valeur demeure invisible, d'un point de vue économique<sup>113</sup>. Une analyse de l'économie du changement climatique qui ne tient pas compte des conséquences sur le mieux-être qu'ont les changements touchant les services des écosystèmes sous-estime le coût de l'inaction. Il nous manque une partie importante de l'histoire des effets du changement climatique. On court ainsi le risque de minimiser ou d'exagérer les coûts et les avantages des possibilités d'adaptation et de restriction des conséquences du changement climatique.

## ENCADRÉ 9

## SERVICES DES ÉCOSYSTÈMES

Les services des écosystèmes sont le lien entre la nature, les humains et l'économie. Les scientifiques reconnaissent quatre catégories de services : culture, habitat, réglementation et approvisionnement<sup>114</sup>.

// Les écosystèmes sont importants pour les loisirs, le tourisme et à des fins spirituelles, et ils sont des sources d'inspiration pour la culture, l'art et le design (« services culturels »). Notre système de parcs nationaux, par exemple, accueille en moyenne plus de 10 millions de visiteurs par année<sup>115</sup>.

// Les écosystèmes fournissent des espaces de vie pour les plantes et les animaux, et assurent la diversité génétique (« habitat »).

// Les écosystèmes dirigent les processus naturels et assurent les contrôles naturels (« réglementation »). Nos vastes forêts, qui représentent environ 10 % du couvert forestier mondial, et les sols absorbent et emmagasinent le dioxyde de carbone, jouant ainsi un rôle important dans le contrôle du climat planétaire. Nos forêts influencent également la configuration des pluies et purifient l'air. Les 1,2 million de kilomètres carrés de milieux humides couvrant environ 14 % du territoire du Canada aident à absorber les vagues à forte concentration d'énergie et à contrôler l'érosion littorale<sup>116</sup>.

// Les écosystèmes fournissent de l'eau douce, des aliments, des fibres et des ressources médicinales pour notre consommation directe ou comme ressource à des fins industrielles (« services d'approvisionnement »).

Notre capacité de continuer de profiter de ces services dépend de processus ou d'attributs physiques, chimiques et biologiques sous-jacents. Ces processus ou attributs, tels que le cycle des substances nutritives et la photosynthèse, assurent la subsistance de la vie telle que nous la connaissons<sup>117</sup>.

Quoiqu'essentielle, l'intégration des conséquences sur l'écosystème dans l'économie du changement climatique est difficile à plus d'un égard. Les déficiences de notre compréhension générale de la dynamique d'écosystèmes complexes et les difficultés à appliquer les méthodes d'évaluation économique à la tâche<sup>118</sup> sont mises en évidence par le manque d'études nationales, y compris l'analyse détaillée des changements des services de l'écosystème dans l'évaluation des coûts du changement climatique. Par exemple, les évaluations les plus complètes du changement climatique en Australie et en Suède rendues publiques à ce jour traitent des répercussions sur les écosystèmes de façon qualitative<sup>119</sup>. Une étude commandée par le gouvernement britannique pour estimer les coûts des répercussions et de l'adaptation a quantifié les changements de la distribution des espèces et des habitats en situation de changements climatiques, mais n'a pas établi la valeur financière de ces répercussions à cause des carences des données d'évaluation<sup>120</sup>.

Le présent chapitre aborde quelques-uns des effets d'entraînement du changement climatique sur les écosystèmes du Canada. Il souligne l'importance croissante de combler les carences de nos connaissances en écologie et en économie. En fonction de la disponibilité des renseignements, nous avons décidé d'examiner des exemples des conséquences économiques du changement climatique sur les parcs nationaux et sur les habitats des poissons dans les territoires forestiers du Canada comme illustrations

des liens les plus tangibles entre les écosystèmes et l'économie, deux très petits exemples parmi une multitude de répercussions possibles. À l'aide de ces exemples, nous étudions les possibles conséquences du changement climatique sur deux types de services des écosystèmes : les services liés à la culture et à l'habitat. Nous nous concentrons principalement sur les valeurs que nous associons à la pratique des loisirs, mais nous présentons également quelques exemples de « valeurs non liées à l'usage ». Nous nous appuyons sur la documentation publiée, et que nous examinons surtout sous un angle qualitatif.

En ce qui concerne l'évaluation des gains et pertes possibles des services des écosystèmes et les solutions, l'angle économique n'est pas forcément celui qui convient à la tâche. Le chapitre se termine en prenant note de la détermination de la valeur économique.

## 6.2 RÉPERCUSSIONS ÉCONOMIQUES

### LES PARCS NATIONAUX DU CANADA

Les parcs nationaux du Canada créent de la valeur à plusieurs égards : en tant que symboles emblématiques de l'identité canadienne, en tant que lieux culturels et spirituels, tout comme en protégeant la diversité génétique des végétaux et des animaux, et en assurant des services importants, tels que la purification de l'eau, la pollinisation et la stabilisation des sols, et d'autres encore. De plus, les parcs permettent la pratique de divers loisirs dans la nature, tels que la marche, l'ornithologie et le ski, pour ne nommer que ceux-là. En 2008, nos sept parcs des montagnes, Banff, Jasper, Yoho, Kootenay, le parc national des Lacs-Waterton, le parc national du Mont-Revelstoke et le parc national des Glaciers, ont accueilli 6,9 millions de visiteurs, soit 58 % de l'achalandage des parcs nationaux<sup>121</sup>. En comparaison, les visites dans des parcs moins faciles d'accès, tels que les sept parcs des Territoires du Nord-Ouest et du Nunavut, étaient bien moins nombreuses. Ces visites étaient néanmoins importantes pour l'économie locale et très prisées, à en juger par la volonté des visiteurs de déboursier pour s'y rendre.

Plusieurs études démontrent la relation entre le climat et les occasions de loisirs; moins d'études évaluent les répercussions du changement climatique sur les loisirs en nature dans le système des parcs nationaux du Canada<sup>122</sup>. Nous savons qu'en premier lieu, les conditions météorologiques et le climat saisonnier influent sur les décisions de se rendre dans les parcs, ainsi que sur la qualité de l'expérience en plein air et la satisfaction qu'on en tire, de même que sur la durée des loisirs saisonniers, comme le ski. Nous savons également que les conditions climatiques exercent une forte influence sur les principaux éléments physiques et écologiques qui permettent de s'adonner aux loisirs dans la nature, comme la biodiversité et les modèles d'écoulement des rivières<sup>123</sup>.

Ainsi, à quoi pourraient ressembler les habitudes d'achalandage des parcs nationaux en situation de changement climatique? Qu'en est-il des dépenses engagées par les organismes chargés des parcs et par les visiteurs, et qu'en est-il des emplois, des revenus pour les entreprises locales, des recettes fiscales qui découlent de ces dépenses? Nous nous appuyons sur les études publiées et sur notre propre analyse pour clarifier ces questions.

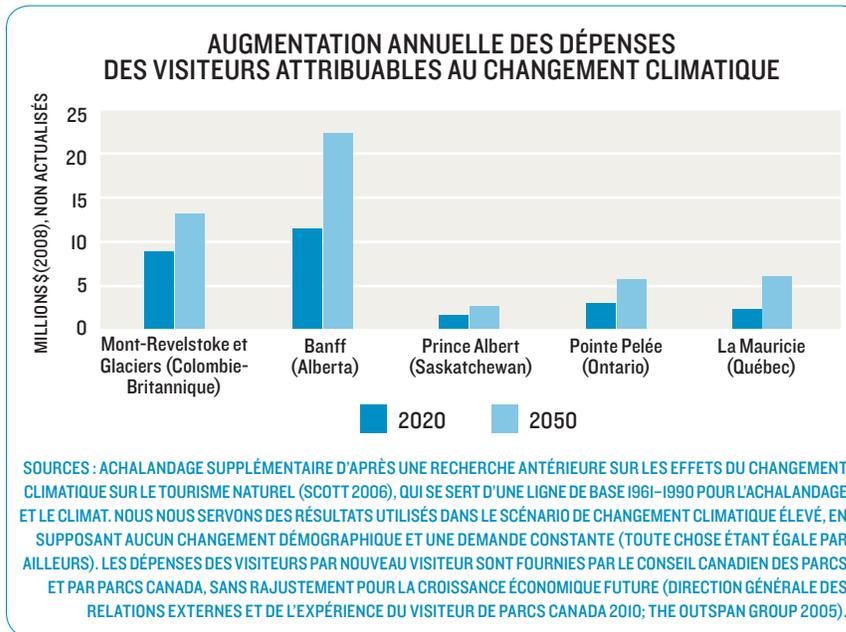
**HABITUDES D'ACHALANDAGE EN SITUATION DE CHANGEMENT CLIMATIQUE:** Nous pouvons nous attendre à ce que le réchauffement entraîne une hausse de la popularité des parcs nationaux du Canada au fil du changement climatique. Aujourd'hui, près de 70 % de l'achalandage de nos parcs nationaux est concentrée entre le 1<sup>er</sup> mai et le 30 septembre<sup>124</sup>. Entre autres facteurs, cet élément «saisonnier» des loisirs en nature est lié à une plus forte participation aux activités de la saison chaude qu'à celles de la saison froide<sup>125</sup>, et aux habitudes de vacances d'été de la plupart des Canadiens. Nous savons cependant peu de choses à propos du lien en données chiffrées entre les changements à venir aux indicateurs climatiques, tels que la température quotidienne, et l'achalandage des parcs nationaux du Canada.

En s'appuyant sur les relations observées entre l'achalandage mensuel des parcs et les maximums quotidiens au mercure, une étude prédit les répercussions du changement climatique sur les taux d'achalandage de quinze parcs nationaux du Canada<sup>cc</sup> à l'aide de trois prévisions climatiques et d'une ligne de base 1961-1990<sup>126</sup>. L'étude indique que le changement climatique pourrait entraîner une hausse d'achalandage dans ces quinze parcs nationaux en moyenne de 6 % à 8 % d'ici les années 2020, de 9 % à 29 % d'ici les années 2050, et de 10 % à 41 % d'ici les années 2080. Dans le scénario de changement climatique élevé, la moitié des parcs à l'étude observeraient une multiplication par deux de leur achalandage d'ici les années 2080. Le plus fort de l'augmentation prévue se produit au printemps et à l'automne. L'étude souligne également l'importance du changement démographique dans la prévision de l'achalandage, montrant que, dans les années 2020, les changements démographiques contribuent à la croissance du taux d'achalandage de deux à trois fois plus que le changement climatique.

**DÉPENSES DES VISITEURS:** Les dépenses reliées au réseau canadien de parcs nationaux contribuent à la santé de notre économie nationale. Chaque année, les dépenses des visiteurs dans les parcs nationaux et dans les environs, et les dépenses relatives à la gestion des parcs contribuent au produit intérieur brut à hauteur d'environ 1,5 milliard de dollars, y compris un peu plus d'un milliard de dollars relativement aux emplois, et permettent au gouvernement fédéral d'en tirer des recettes de plus de 85 millions de dollars<sup>127</sup>. Logiquement, la hausse de l'achalandage des parcs nationaux prévue à la suite d'une hausse de la température dans une situation de changement climatique pourrait se traduire en avantages économiques. Nous avons estimé dans quelle mesure le changement climatique pourrait gonfler les dépenses des visiteurs dans les années 2020 et 2050, en prenant l'exemple de cinq parcs (voir la **Figure 19**). Sur une base annuelle, les dépenses des visiteurs dans ces cinq parcs seulement pourraient être de 26 millions de dollars plus élevées dans les années 2020 et 48 millions de dollars plus élevées dans les années 2050 qu'en l'absence de changement climatique.

cc Les quinze parcs sont Pacific Rim, Lacs Waterton, Prince Albert, Mont-Revelstoke/Glacier, Kootenay, Yoho, Banff, Jasper, Point Pelee, Pukaskwa, La Mauricie, Île-du-Prince-Édouard, Kouchibouguac, les Hautes-Terres-du-Cap-Breton, et Terra Nova.

FIGURE 19



Les gains potentiels qui pourraient découler d'une saison chaude plus longue ne sont qu'un facteur de l'évaluation des répercussions du changement climatique sur les revenus relatifs à l'utilisation des parcs. Plusieurs autres facteurs sont à étudier. Les exploitants de sports d'hiver pourraient voir leur chiffre d'affaires décliner; par ailleurs les installations de ski alpin devraient pouvoir, dans une certaine mesure, compenser la diminution du couvert neigeux par la fabrication de neige artificielle, tandis les activités de ski de fond pourraient être plus vulnérables<sup>128</sup>. Les exploitants de loisirs dont l'activité se pratique à l'année pourraient observer une mutation du panier de biens et services demandés, mais pas de diminution de la demande en général. Dans certains parcs, les sports aquatiques et les fournisseurs de services de navigation et de services afférents pourraient souffrir des conditions plus sèches et de la diminution des niveaux d'eau<sup>129</sup>. L'ouverture de voies de navigation dans l'Arctique aux navires de croisière modifie déjà les habitudes des visiteurs dans les parcs du Nord, avec les avantages et les inconvénients qui en découlent pour les collectivités environnantes (p. ex., Inlet Pond près du parc national Sirmilik). Enfin, une hausse de l'achalandage des parcs signifie également une hausse des frais d'exploitation des gestionnaires de parcs, y compris les frais attribuables à la mise en œuvre de mesures pour préserver l'intégrité écologique des parcs et la sécurité de leurs visiteurs<sup>dd</sup>.

**AU-DELÀ DES FONDS AFFECTÉS AUX LOISIRS EN NATURE :** Les services des écosystèmes, y compris ceux qui sont associés à nos parcs nationaux, nous sont plus importants, sur le plan personnel, que ce qui peut être exprimé sous forme de transactions commerciales. Une série d'attributs façonnent notre appréciation de la nature, y compris la satisfaction personnelle, la qualité de l'expérience, l'attachement à un lieu, et le prestige. Les répercussions écologiques et physiques du changement climatique, comme la disparition des glaciers, ont influé sur la biodiversité, et les forêts touchées par les incendies ou les insectes peuvent influencer ces attributs difficiles à cerner et, par ricochet, notre mieux-être.

dd Une température anormalement chaude et humide pour la saison sur l'île de Baffin a forcé l'évacuation de 21 visiteurs du parc national Auyuittuq à l'été 2008 (The Vancouver Province, 2008).

Nous ne disposons pas d'informations suffisantes pour quantifier de façon utile les changements à la valeur nette que nous attribuons à la nature et qui découlent du changement climatique. Les études canadiennes sont rares, archaïques et ne portent pas expressément sur les changements du mieux-être découlant des répercussions du changement climatique. Mais nous pouvons nous prononcer sur l'importance que nous accordons à la nature, au-delà de nos dépenses en loisirs, et sur la façon dont ces valeurs peuvent changer :

// Comptant plus de 1 000 kilomètres de sentiers de l'arrière-pays nichés dans les Rocheuses canadiennes, le parc national Jasper a fait l'objet d'une étude sur la valeur des sentiers dominés par des forêts centenaires par rapport à ceux des forêts plus jeunes du même type<sup>130</sup>. L'étude a déterminé que les gains en mieux-être acquis par l'ajout de segments de sentiers le long de forêts centenaires par rapport à l'ajout de segments de sentiers le long de forêts à maturité, mais plus jeunes, étaient beaucoup plus importants.

// Le parc national Wood Buffalo, chevauchant l'Alberta et les Territoires du Nord-Ouest, offre, dans ses milieux humides d'importance mondiale, le seul territoire connu pour la reproduction de la grue blanche, une espèce en voie de disparition<sup>131</sup>. Une étude américaine estime à 66 \$ par année la somme que le ménage moyen accepterait de payer pour éviter la disparition de la grue blanche<sup>132</sup>.

// Un sondage de 1 300 Canadiens concluait que 61 % des personnes sondées paieraient plus cher pour entretenir et compléter le système de parcs nationaux. En moyenne, les répondants accepteraient de payer 56 \$ de plus par ménage et 47 % d'entre eux ont indiqué qu'ils accepteraient de déboursier cette somme chaque année<sup>133</sup>.

Les répercussions du changement climatique sur ces valeurs économiques davantage intangibles sont, tout compte fait, imprécises. Tout d'abord, nos préférences et références sont différentes. Les changements peuvent contribuer à des pertes irrémédiables d'espèces et de milieux qui comptent énormément pour les gens. Tandis que ce risque augmente, notre mieux-être général pourrait en pâtir, et aucune action ne saurait compenser pour l'extinction des espèces ayant une importance culturelle, comme les ours polaires, le saumon et les épaulards, et la disparition de milieux particuliers, tels que les écosystèmes de toundra et de coraux.

Dans les cas moins désastreux, les gens pourront peut-être conserver leur niveau de mieux-être en déménageant ou en adoptant des activités qui conviennent mieux au changement climatique; nos préférences pourraient s'adapter en fonction des choix offerts. Le changement climatique pourrait en fait renforcer la perception des gens selon laquelle les parcs sont des destinations de choix. Par exemple, les parcs pourraient être les lieux que les gens fréquentent pour observer les derniers vestiges des glaciers. Les changements écologiques graduels, comme les changements touchant les milieux de toundra particuliers du parc national Gros Morne (Terre-Neuve-et-Labrador) et la migration de certains types d'écosystèmes vers des altitudes plus élevées dans les parcs montagneux, pourraient bien dans l'ensemble échapper à l'attention de la plupart des visiteurs. Les répercussions des grands changements écologiques, tels qu'un incendie important qui brûle une vaste portion d'un parc, sur l'achalandage à long terme, est difficile à prédire et dépend en partie de la variété d'attractions du parc. Certaines études indiquent un regain à court terme de l'intérêt des randonneurs à la suite d'un incendie de forêt important, mais une diminution par la suite<sup>134</sup>.

## LA PÊCHE SPORTIVE DU TOULADI

Les paysages du Canada, parsemés de lacs et de cours d'eau, hébergent plusieurs ensembles de végétaux et d'animaux, et comportent de nombreux avantages récréatifs appréciés. En 2005, les dépenses en pêche récréative au Canada s'élevaient à quelque 7,9 milliards de dollars, dont le tiers en Ontario<sup>135</sup>. Les niveaux de biodiversité, notamment dans les habitats d'eau douce, sont en déclin ici comme ailleurs dans le monde<sup>136</sup>. L'évaluation de 2010 des tendances des écosystèmes du Canada concluait que 18% des poissons habitant ou parcourant les eaux douces sont menacés ou en voie de disparition, marquant ainsi une tendance haussière du nombre d'espèces de poisson menacées de disparition depuis les années 1980<sup>137</sup>.

Le changement climatique représente une des nombreuses pressions subies par les poissons d'eau douce, influant sur les habitats et sur la biodiversité de différentes façons<sup>138</sup>. Il pourrait entraîner des pressions causées par la température et l'humidité ainsi que des changements du niveau d'oxygène, entraînant la migration d'espèces de poisson vers des habitats plus adéquats (sous réserve de l'accès aux systèmes fluviaux nord-sud), et entraînant la disparition locale de certaines espèces. Le changement en ce qui touche la répartition de certaines espèces a des effets d'entraînement sur d'autres, comme c'est le cas pour les prédateurs et leurs proies. Des températures plus chaudes peuvent également accroître la répartition et la viabilité de parasites et d'agents pathogènes, augmentant la vulnérabilité des poissons aux maladies.

Comment les risques sur la biodiversité découlant du changement climatique pourraient entraîner des pertes ou des gains sur notre mieux-être? En utilisant l'exemple de la pêche au touladi en Ontario, nous étudions les changements possibles de la distribution des espèces de poisson à cause du changement climatique et les répercussions sur la pêche récréative et sur les dépenses des pêcheurs. Nous nous intéressons à la dynamique du touladi et de l'achigan à petite bouche, deux poissons fort prisés pour la pêche sportive<sup>139</sup>, mais qui devraient réagir très différemment au changement climatique. Mais en premier lieu, voici quelques caractéristiques importantes du touladi et de l'achigan à petite bouche<sup>140</sup>:

// Le touladi est omniprésent dans les lacs du Canada, peuplant surtout les lacs profonds, mais également les lacs peu profonds et les rivières du nord du pays. Il affiche une forte affinité pour l'eau froide et préfère les températures de 8 à 12 °C, même si certains individus peuvent être présents hors de « l'aire de répartition normale ». Leur diète est constituée de différentes créatures, dont des crustacés, des insectes, plusieurs espèces de poisson, et même des petits mammifères.

// L'achigan à petite bouche est surtout présent à l'est du Manitoba, quoique de petites populations se retrouvent également dans les provinces de l'Ouest. Il se retrouve dans des eaux bien plus tempérées que le touladi, préférant des températures estivales de 20 à 22 °C, mais résiste parfois à des températures de 28 °C. L'achigan adulte se nourrit d'insectes, d'écrevisses et de petites espèces de poisson.

**RÉPERCUSSIONS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES POISSONS:** Le réchauffement du climat est susceptible d'entraîner une contraction de l'aire de répartition et une réduction de l'abondance du touladi, qui est susceptible de devoir déployer plus d'énergie pour survivre en eau plus chaude. D'après des relations

statistiques entre les températures atmosphériques prévues et les caractéristiques lacustres, une étude prévoit une réduction générale de l'habitat convenable pour le touladi en Ontario, de 30 % à 40 % d'ici la fin de ce siècle dans un scénario de fort changement climatique<sup>141</sup>. Ces conclusions s'accordent, d'un point de vue qualitatif, avec d'autres recherches<sup>142</sup>. Par contre, des études sur les répercussions du changement climatique sur l'achigan à petite bouche indiquent une augmentation de l'habitat convenable plus au nord. Une étude associant les prévisions de la température des lacs en été et les préférences de température de l'achigan à petite bouche révèle que la plupart des lacs du Canada pourraient présenter une température convenable à ce poisson d'ici 2100<sup>143</sup>.

En résumé, les études indiquent que la distribution et la qualité de l'habitat du touladi pourraient diminuer, contrairement au cas de l'achigan à petite bouche, mais qu'en est-il des interactions entre ces espèces de poisson et les autres? Les deux espèces ont des habitudes alimentaires en commun, mais l'achigan à petite bouche est capable de s'imposer sur le touladi lorsque vient le temps de se sustenter. Les résultats d'une récente étude ontarienne indiquent que l'augmentation au nord des habitats convenables pour l'achigan à petite bouche pourrait faire augmenter le nombre de lacs dont la population de touladi est vulnérable, de 118 actuellement à 1 612 d'ici 2050<sup>144</sup>. Cet exemple simple donne un aperçu de l'enchevêtrement d'effets écologiques en cascade découlant des changements en ce qui concerne l'habitat. Les scientifiques peuvent en prédire certains, mais d'autres demeurent inconnus.

**HABITUDES DE PÊCHE ET COÛTS:** La pêche récréative contribue à la santé de l'économie de l'Ontario, représentant, en 2005, quelque 2,6 milliards de dollars en dépenses de transport, d'alimentation et d'hébergement, en droits de pêche, en dépenses sur les embarcations et en équipement de camping, pour ne nommer que celles-là<sup>145</sup>. Le touladi ne représente qu'environ 1 % des prises et 2 % des poissons gardés en Ontario<sup>146</sup>. Même si la contribution économique de la pêche au touladi demeure indéterminée, les adeptes de celle-ci sont des pêcheurs assidus<sup>147</sup>.

En ce qui a trait aux perspectives, une étude, portant sur les préférences des pêcheurs et sur les répercussions économiques de la baisse de la disponibilité du touladi à Thunder Bay en raison du changement climatique, estimait à 2 % la baisse de l'achalandage quotidien des pêcheurs advenant la disparition de la pêche au touladi dans la région<sup>148</sup>. Les pertes économiques afférentes s'élevaient à un peu moins de 100 000 \$ par année, provenant des dépenses associées aux voyages de pêche d'un jour, et environ 80 000 \$ des dépenses associées aux voyages de pêche de plusieurs jours. En extrapolant, il pourrait s'agir d'une perte de 9 millions de dollars en revenus par année en Ontario à cause de la perte des occasions de pêche au touladi.

Ces estimations ne sont fournies qu'à titre indicatif. Des facteurs tels que les changements à la distribution réelle des occasions de pêche, les préférences relatives entre les pêcheurs ontariens et externes, et la volonté des pêcheurs de se tourner vers d'autres espèces si leur espèce de prédilection n'est pas disponible, doivent être pris en compte dans l'analyse. La gestion de la pêche s'ajustera également en réaction ou en prévision des changements de distribution du poisson, y compris par l'adoption de mesures pour conserver les espèces d'eau froide, pour profiter des augmentations des espèces d'eau tiède, et des mesures pour restreindre les activités économiques susceptibles d'entraîner un réchauffement des cours d'eau<sup>149</sup>.

### 6.3 STRATÉGIES D'ADAPTATION

Les stratégies qui font la promotion d'écosystèmes en santé et productifs peuvent aider à stabiliser le flux de services que nous en tirons en situation de changement climatique. Trois grandes stratégies ressortent<sup>150</sup>. Une de ces stratégies prévoit des mécanismes de marché pour créer des incitatifs pour les foyers, les entreprises et les collectivités afin de restaurer, conserver et bonifier les services assurés par les écosystèmes. À l'échelon international et au Canada, les gouvernements, entre autres, évaluent des options pour le développement de marchés du carbone avec des schémas qui évaluent le carbone absorbé par les forêts et les sols. Une deuxième stratégie insiste sur l'expansion des aires de conservation, y compris des parcs et des aires protégées. Les écosystèmes dans les systèmes de parcs, tels que le nôtre, sont gérés pour en assurer l'intégrité écologique, et non pas pour les résultats de développement économique. À ce titre, il s'agit de véhicules importants pour améliorer la résilience de l'écosystème. Nos parcs nationaux pourraient bien former des nœuds de conservation, associés à d'autres parcs provinciaux et territoriaux, et à des aires, faiblement gérés – y compris des lots de terre privés. L'entretien de corridors entre les nœuds devient un élément important de la stratégie afin d'aider à favoriser le déplacement des plantes et des animaux ainsi que le flux des gènes. Une troisième stratégie apparentée consiste à investir dans la conservation et la restauration d'écosystèmes naturels et d'espaces verts dans des régions développées afin de satisfaire à d'autres objectifs politiques, y compris l'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets. Par exemple, les investissements dans la protection des milieux humides ont entraîné des économies en prévention des catastrophes<sup>151</sup>.

Reconnaissant le lien fondamental entre les écosystèmes sains, les avantages pour la société, et la prospérité générale, les autorités gouvernementales commencent à promouvoir des solutions axées sur les écosystèmes pour combattre le changement climatique. Les échanges internationaux récents dans le cadre de la Convention des Nations Unies sur la diversité biologique, dont le Canada est signataire, reflètent cette orientation<sup>152</sup>. Dans le contexte du changement climatique, la politique du Royaume-Uni concernant sa zone littorale élargit sa visée d'origine axée sur le maintien d'ouvrages de protection du littoral et de contrôle de l'érosion pour englober des approches qui favorisent plutôt la pénétration contrôlée des eaux, permettant ainsi de restaurer les marais salants, riches en carbone, comme moyen d'absorber l'énergie des vagues<sup>153</sup>. Le Canada a tout à gagner d'une meilleure compréhension des services fournis par les écosystèmes du pays, de la façon dont le changement climatique pourrait influencer sur ces services, et de la valeur économique correspondant à ces services, afin d'évaluer l'efficacité des investissements consacrés aux écosystèmes.

### 6.4 LES LIMITES DE L'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE

Le monde risque de faire de mauvais choix si les gens en place mésestiment la valeur des écosystèmes, de la biodiversité et des ressources naturelles dans la lutte contre du changement climatique<sup>154</sup>. C'est un message important de l'initiative des Nations Unies sur *L'économie des écosystèmes et de la biodiversité*, l'équivalent du Rapport Stern pour la biodiversité. Cette même initiative reconnaît les limites d'« accoler un prix » aux écosystèmes et les nombreux avantages qu'ils nous offrent. Nous soulignons deux cas à la page suivante.

**LORSQUE LES INDICATEURS AUTRES QU'UNE VALEUR PÉCUNIAIRE OU FINANCIÈRE IMPORTENT DAVANTAGE AUX GENS, ET À LEUR COMPRÉHENSION DES PROBLÈMES, DES CHOIX ET DES SOLUTIONS :**

L'évaluation que nous faisons dans le présent rapport, des répercussions, pour le Canada, du changement climatique passe par un prisme économique, car nous reconnaissons la puissance de la rentabilité pour capter l'attention des décideurs et pour les inciter à agir. Cependant, nous reconnaissons également que l'évaluation économique n'est pas toujours nécessaire ou constructive, non seulement lorsqu'il s'agit de répercussions du changement climatique sur les écosystèmes, mais également en ce qui a trait aux répercussions sur la santé, l'appartenance, la culture et d'autres aspects du mieux-être des gens (voir l'**Encadré 10**). Dans ces cas, l'évaluation du nombre de personnes pouvant être touchées par les vagues de chaleur, ou encore de l'ampleur du territoire et des habitats écosensibles menacés d'inondation permanente, ou du nombre de personnes dépendant des écosystèmes en santé pour leur subsistance, pourrait bien être plus révélateur que la représentation de ces changements selon leur seule valeur financière.

**ENCADRÉ 10**

**LES FORÊTS ET LA PREMIÈRE NATION DE WOLF LAKE : PLUS QU'UNE VALEUR ÉCONOMIQUE**

La Première nation de Wolf Lake (PNWL) est une des dix collectivités de la nation algonquine. Le territoire traditionnel de la nation algonquine comprend tout le bassin hydrographique de la rivière des Outaouais chevauchant le Québec et l'Ontario.

Les Algonquins ont toujours estimé que les forêts ont plus de valeur à la verticale, en santé, tout comme ils estiment que les bassins hydrographiques sont essentiels à leur mode de vie et qu'ils en assument la responsabilité envers les générations passées et à venir. Depuis plus de 7000 ans, la forêt fournit aux Algonquins leur subsistance, y compris la nourriture, l'énergie et les matériaux, les paysages, les fondements spirituels, les biens de commerce, et la paix. Les Algonquins s'organisaient autour des bassins hydrographiques, qui leur servaient de voie de transport et d'unités de gestion foncière familiales. Les Algonquins s'estiment les « gardiens de la terre, » avec sept générations de responsabilités envers la subsistance, la sécurité, l'identité culturelle, la territorialité et la biodiversité.

Ces valeurs forment la base des projets de conservation du bassin hydrographique communautaire dirigés par la PNWL sur son territoire. Depuis plusieurs années, la PNWL mise sur les stratégies à long terme pour restaurer la santé de l'écosystème et sur les solutions économiques autres que les industries d'extraction intensive des ressources, en vue de :

- // restaurer le niveau de fonctionnement de l'écosystème et la biodiversité du territoire, et favoriser la résilience face au changement des conditions;
- // fournir un emploi de remplacement à la population croissante de la collectivité aux prises avec une offre d'emplois moindre dans l'industrie forestière commerciale traditionnelle;
- // tirer parti des occasions de gérance de l'environnement qui reflètent et renforcent les valeurs culturelles, et comportant les avantages secondaires de l'adaptation au changement climatique et de l'atténuation de ses effets, et d'éventuelles occasions à saisir sur le plan économique.

Un exemple concret : en 2007, la PNWL s'est associée à une société de biotechnologie du changement climatique, Mikro-tek, pour appliquer une technologie de gestion qui augmenterait la croissance et le potentiel de séquestration du carbone des sites de reforestation dans la forêt boréale. Il s'agit de la seule technologie brevetée du genre au Canada.

Conséquence de ses priorités, la PNWL s'est affairée à prévenir la déforestation d'importants bassins hydrographiques et de forêts frontalières sur son territoire, entraînant plusieurs avantages autres que financiers. Reconnaisant l'importance de la politique pour déterminer l'urbanisme forestier dans l'avenir, la PNWL collabore également avec les gouvernements pour étendre le dialogue et la collaboration à la mise en œuvre de la Déclaration des Nations Unies sur les droits des peuples autochtones désormais ratifiée par le gouvernement du Canada.

SOURCE : R. VAN SCHIE, AGENT DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE, PREMIÈRE NATION DE WOLF LAKE

**LORSQUE LE PROBLÈME DEVANT LEQUEL ON SE TROUVE N'EST PAS « NÉGLIGEABLE » :** Dans les analyses économiques, et surtout les analyses de rentabilité, nous tentons de saisir le coût ou l'avantage supplémentaire attribué à de petits éléments de changement. Dans un climat en changement, les écosystèmes sont susceptibles de subir d'importants changements soudains et sans avertissement. Par conséquent, l'évaluation économique des répercussions sur les écosystèmes qui se contente de présumer des pertes marginales peut porter à confusion. Dans ce contexte, il est essentiel de repérer les signes précurseurs d'un changement abrupt d'écosystème afin de mettre en œuvre des dispositifs de prévention<sup>155</sup>, mais les carences actuelles de nos connaissances en écologie minent notre capacité à le faire de façon précise<sup>156</sup>. La menace de pertes, possiblement irréversibles, de récifs de corail tropicaux est un exemple de problème qui n'est pas « négligeable », alors que à l'analyse d'un point de vue économique ne permet pas à elle seule de comprendre l'étendue totale des dommages possibles aux pêches à l'échelle mondiale, à l'approvisionnement mondial en nourriture, et aux moyens de subsistance de centaines de millions de personnes<sup>157</sup>.

## 6.5 CONCLUSIONS

Les répercussions du changement climatique sur les écosystèmes du Canada entraîneront une vaste gamme de coûts économiques : des coûts courants tels que ceux qui sont associés aux changements en matière de dépenses de divertissement, les coûts associés au changement concernant les services offerts par les écosystèmes, dont il n'est pas facile d'établir la valeur financière, et des coûts relatifs à la disparition d'espèces ou à la détérioration des espaces naturels dont l'existence est très appréciée. Une meilleure compréhension des répercussions écologiques du changement climatique et de la valeur économique des services des écosystèmes est nécessaire pour mieux saisir la dimension essentielle, à la fois économique et non économique, du changement climatique.

# CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

// CHAPITRE 7.0





## **7.0 // CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS**

**7.1 // QU'AVONS-NOUS DÉCOUVERT ?**

**7.2 // QU'EST-CE QUE ÇA SIGNIFIE ?**

**7.3 // QUELLES SONT NOS RECOMMANDATIONS ?**

**7.4 // QUE FAIRE MAINTENANT ?**

## 7.1 QU'AVONS-NOUS DÉCOUVERT ?

## *Degrés de réchauffement* présentait les répercussions physiques potentielles du réchauffement climatique pour le Canada. *Le prix à payer* présente les répercussions économiques potentielles pour le Canada.

Plusieurs de ces répercussions seront négatives et entraîneront un prix à payer. Ensemble, ces deux rapports de la TRNEE aident les Canadiens à en savoir davantage sur ces répercussions et sur le coût qu'elles pourraient représenter.

La compréhension du coût économique du changement climatique est essentielle pour nous aider à assurer notre prospérité malgré le changement climatique. Cette compréhension nous aide tous, les gouvernements, les entreprises et les collectivités, à prendre des décisions d'investissements intelligentes d'un point de vue climatique. Les renseignements économiques nous aident à comprendre les enjeux en cause si nous négligeons de réagir et que les émissions mondiales de gaz à effet de serre continuent d'augmenter. Nous soulignons ici les dommages économiques associés aux émissions mondiales de GES. Le Canada est responsable d'environ 1,5 % des émissions mondiales de GES<sup>158</sup>; même si par personne elle est élevée, cette proportion représente une infime partie des émissions de partout ailleurs. Les émissions étrangères, et pas seulement les nôtres, représentent le principal risque économique pour le Canada. Mais par ailleurs, nos émissions contribuent à imposer des coûts au reste du monde. La présente analyse de la TRNEE présente des preuves convaincantes en vue d'inciter le Canada à militer en faveur d'une entente internationale mordante qui entraîne une réduction de ces émissions, pour des motifs à la fois environnementaux et économiques.

Tout au long du présent rapport, nous avons étudié les coûts économiques potentiels des répercussions et des investissements nécessaires à l'adaptation associés aux changements climatiques au Canada. L'objectif était d'en apprendre davantage sur l'ampleur économique du problème pour notre pays. Nous l'avons d'abord fait pour déterminer comment vivre avec ce problème qui ne peut que s'amplifier, en nous interrogeant sur la façon dont l'adaptation peut réduire les répercussions du changement climatique et réduire le coût pour la population canadienne.

Pour ce faire, et c'est une première au Canada, nous avons procédé à une modélisation économique originale du coût de *l'inaction* pour le Canada, c'est-à-dire le coût de laisser le changement climatique suivre son cours. Ensuite, pour compléter notre analyse et ajouter à notre compréhension, nous avons entrepris des études représentatives détaillées de ce que le changement climatique pourrait signifier pour la prospérité du Canada (approvisionnement forestier), pour ses lieux (régions côtières), et pour sa population (santé humaine). Enfin, nous avons étudié la valeur économique des écosystèmes afin de comprendre comment le changement climatique pourrait modifier la façon dont les Canadiens exploitent et voient cet aspect du Canada.

**VOICI DONC NOS CONCLUSIONS :**

**// LE CHANGEMENT CLIMATIQUE COÛTE CHER :** Notre évaluation démontre que le coût du changement climatique est élevé et qu'il ne peut qu'augmenter. Il devrait grimper au fil du temps, passant en moyenne de près de 5 milliards de dollars par année en 2020 selon tous les scénarios, à 21 milliards de dollars par année dans le scénario de croissance lente et de changement climatique faible, à 43 milliards de dollars par année dans le scénario de croissance rapide et de changement climatique élevé d'ici 2050.

**// LE COÛT POURRAIT ÊTRE BIEN PLUS ÉLEVÉ QUE PRÉVU :** D'ici les années 2050, nous prévoyons un coût de 21 milliards de dollars par année dans le scénario de croissance faible et de changement climatique faible, mais il y a une probabilité de 5 % que le coût puisse dépasser les 44 milliards de dollars. De même, nous prévoyons un coût de 43 milliards de dollars par année dans le scénario de croissance rapide et de changement climatique élevé, mais il y a une probabilité de 5 % que le coût puisse dépasser les 91 milliards de dollars. Cette vaste échelle de coûts possibles pour chaque scénario témoigne des incertitudes de la science et de l'économie du changement climatique. Il souligne cependant aussi les risques et les coûts de ce qui pourrait se produire.

**// L'ADAPTATION PEUT NOUS FAIRE ÉPARGNER :** Notre évaluation indique que l'adaptation au changement climatique peut entraîner des économies en réduisant les répercussions physiques et économiques. Malgré les investissements nécessaires, notre analyse démontre que dans quatre des cinq stratégies d'adaptation envisagées pour l'approvisionnement forestier, les régions côtières et la santé humaine, l'adaptation permet d'épargner et ces actions semblent efficaces.

**// LES MESURES D'ATTÉNUATION À L'ÉCHELLE MONDIALE RÉDUISENT LES EFFETS SUR L'ÉCONOMIE CANADIENNE ET RENDENT L'ADAPTATION MOINS COÛTEUSE :** Notre modélisation démontre que dans un avenir de changement climatique modéré, le coût des effets du changement climatique et le coût de l'adaptation seront moins élevés qu'ils ne le seraient dans un scénario de changement climatique majeur. Si l'on prend l'exemple de Toronto, notre chapitre sur la santé montre qu'en termes de valeur actualisée, un scénario de changement climatique modéré et les maladies liées à la qualité de l'air qui en découlent pourraient ajouter 72 millions de dollars aux coûts du système de santé. Dans un scénario de changement climatique majeur, ces coûts additionnels pourraient atteindre 285 millions de dollars. De même, l'adaptation par la réduction des émissions d'ozone dans la région de Toronto est moins coûteuse dans un scénario de changement climatique modéré, puisqu'il nous faudrait moins de réductions de la pollution pour ramener la qualité de l'air à son niveau initial. En termes de valeur actualisée, le coût du contrôle de la pollution atmosphérique entre 2050 et 2059 est estimé à 0,7 milliard de dollars dans le scénario de changement climatique modéré et à 3,1 milliards de dollars dans le scénario de changement climatique majeur. Pour réduire les effets économiques au Canada, il faut réduire les émissions à l'échelle mondiale tout en mettant en œuvre des stratégies d'adaptation intelligentes ici même au pays.

**// LE COÛT DES RÉPERCUSSIONS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE L'ADAPTATION N'EST PAS LE MÊME PARTOUT**

**AU PAYS :** Le coût sera distribué de façon inégale entre les régions et les groupes. Certaines régions côtières devront assumer un coût bien plus élevé que d'autres : le coût par personne des dommages aux habitations au Nouveau-Brunswick attribuables à des facteurs climatiques et non climatiques est estimé à une somme entre 730\$ et 1 803\$ d'ici les années 2050, plus que la moyenne nationale. Les économies régionales ayant une industrie forestière plus importante ou dépendant davantage de l'industrie forestière seront les plus touchées : le PIB en Colombie-Britannique pourrait reculer de 0,2% à 0,4% d'ici les années 2050 à cause des changements à l'approvisionnement forestier entraînés par le changement climatique par rapport aux réductions du PIB national moyen de 0,1% à 0,3%. Les quatre villes que nous avons étudiées dans notre analyse de la santé seront touchées à différents degrés par le changement climatique : les villes qui subissent le réchauffement le plus élevé pourraient connaître les répercussions les plus importantes. La distribution inégale des coûts et des répercussions renforce le besoin d'envisager des efforts et des plans d'adaptation à l'échelle locale, sectorielle, provinciale et régionale pour affronter le changement climatique.

## 7.2 QU'EST-CE QUE ÇA SIGNIFIE ?

**// IGNORER LE COÛT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE AUJOURD'HUI NOUS COÛTERA PLUS CHER PLUS TARD :** Le coût plus élevé découle d'un refus de reconnaître ces frais et de s'ajuster par l'adaptation. Plus particulièrement, les décisions à long terme comme celles qui sont prises concernant le développement côtier, les infrastructures et la gestion des forêts devraient être prises en tenant compte des répercussions prévues du changement climatique et être adaptées de façon à tenir compte de ces coûts dans les stratégies d'adaptation.

**// L'ADAPTATION A UN PRIX, MAIS ELLE COMPORTE SOUVENT DES AVANTAGES :** Le coût de l'adaptation est souvent facile à déterminer, de sorte que les stratégies d'adaptation sont rejetées à cause de leur prix. Une comptabilité plus complète doit tenir également compte des avantages de l'adaptation, tant de la réduction des répercussions du changement climatique que de la réduction des risques à la rentabilité que posent les conditions climatiques actuelles. Tel que le démontre le présent rapport, une fois les avantages de l'adaptation assimilés, l'adaptation peut souvent entraîner des économies plus importantes que le coût.

**// LES POLITIQUES D'ADAPTATION ET LES PRISES DE DÉCISIONS PEUVENT TIRER PROFIT DES ÉVALUATIONS ÉCONOMIQUES :**

Notre analyse montre le besoin d'intégrer l'économie aux cadres analytiques et décisionnels que les gouvernements, les collectivités et les entreprises utilisent actuellement pour recenser les problèmes et choisir les solutions. Les décideurs devraient étudier plus en profondeur l'économie des répercussions du changement climatique et de l'adaptation à l'échelle adéquate afin de déterminer des stratégies d'adaptation rentables. La prise de décision en matière d'adaptation peut être encouragée par d'autres recherches économiques qui s'accordent avec le présent document. Les arguments économiques peuvent servir d'outils pour justifier les investissements en adaptation, surtout si les ressources sont limitées.

### 7.3 QUELLES SONT NOS RECOMMANDATIONS ?

Les Canadiens peuvent se servir de renseignements économiques pour décider de la meilleure façon de se préparer et de réagir aux répercussions du changement climatique. Voici nos recommandations :

- 1 // Le gouvernement du Canada doit investir dans le développement de l'expertise de notre pays dans les aspects économiques des effets du changement climatique et de l'adaptation au changement climatique afin que nous disposions de nos propres données et analyses pertinentes centrées sur le Canada pour les décideurs du secteur public et du secteur privé.
- 2 // Le gouvernement du Canada doit déterminer le coût des effets du changement climatique et les modéliser pour éclairer les décisions internes sur l'adaptation des politiques et des opérations au changement climatique et l'allocation des ressources limitées aux programmes qui aideront les Canadiens à s'adapter.
- 3 // Tous les ordres de gouvernements doivent continuer à investir dans les activités de recherche et la diffusion des résultats afin d'éclairer les décisions en matière d'adaptation au niveau sectoriel, régional et communautaire; ces recherches devront, d'une manière routinière, incorporer l'analyse économique des coûts et des avantages des options d'adaptation aux effets du changement climatique puisque les données actuelles sont insuffisantes pour les besoins des décideurs ou ne sont pas disponibles sur une base uniforme.
- 4 // Le gouvernement du Canada doit mettre en place un nouveau partenariat de partage des données et des analyses avec les universités, le secteur privé, les gouvernements et les autres groupes d'experts afin de tirer parti des ressources non gouvernementales uniques et disponibles en matière d'adaptation au changement climatique.

#### 7.4 QUE FAIRE MAINTENANT ?

*Payer le prix* souligne les domaines dans lesquels des recherches et analyses supplémentaires sur les répercussions du changement climatique et sur l'adaptation sont nécessaires pour le Canada. En ayant clairement cerné les risques économiques associés au changement climatique, nous devons porter notre attention à l'exploration des occasions économiques d'adaptation, pour composer avec les inévitables degrés de changement climatique et pour prospérer malgré eux. Le secteur privé du Canada est un acteur de premier plan. Une analyse économique du type qui est effectuée ici, associée à une compréhension d'affaires des enjeux et de la façon de gérer les risques et les occasions, peut faire avancer le Canada. La connaissance de ce qui est nécessaire et, de ce fait, justifiable de la part du gouvernement pour soutenir et encourager les actions du secteur privé doit également faire partie de cette évaluation. L'intervention publique des gouvernements, financée par les contribuables, visant à augmenter la résilience au changement climatique, peut en fait entraîner des bénéfices privés. Par exemple, les investissements dans les infrastructures publiques bâties pour résister aux climats futurs favorisent la productivité des entreprises. Cependant, une adaptation efficace exige des mesures concertées à l'échelle locale et de la part des entreprises privées centrées sur les situations immédiates.

Notre cinquième rapport de la série *Prospérité climatique* portera sur les façons dont les entreprises canadiennes peuvent et devraient composer avec les répercussions du changement climatique et sur le rôle de soutien des gouvernements à cet égard.

# ANNEXES

// CHAPITRE 8.0





## **8.0 // ANNEXES**

**8.1 // CADRE ANALYTIQUE**

**8.2 // RÉPARTITION DES COÛTS SELON QUATRE SCÉNARIOS DE CLIMAT ET DE CROISSANCE**

**8.3 // DÉTAILS SUPPLÉMENTAIRES SUR LES MÉTHODES EMPLOYÉES POUR L'ÉTUDE SUR L'APPROVISIONNEMENT FORESTIER**

**8.4 // DÉTAILS SUPPLÉMENTAIRES SUR LES MÉTHODES EMPLOYÉES POUR L'ÉTUDE DES RÉGIONS CÔTIÈRES**

**8.5 // DÉTAILS SUPPLÉMENTAIRES SUR LES MÉTHODES EMPLOYÉES POUR L'ÉTUDE SUR LA SANTÉ HUMAINE**

**8.6 // PARTICIPATION DES INTERVENANTS EXPERTS**

**8.7 // GLOSSAIRE**

**8.8 // BIBLIOGRAPHIE**

**8.9 // NOTES DE FIN DE TEXTE**

## 8.1 CADRE ANALYTIQUE

Nous avons élaboré un cadre analytique que nous avons appliqué à chaque secteur évalué dans les chapitres 3 à 5. Cette méthode assure une approche cohérente et une présentation cohérente des résultats dans la mesure du possible<sup>ee</sup>.

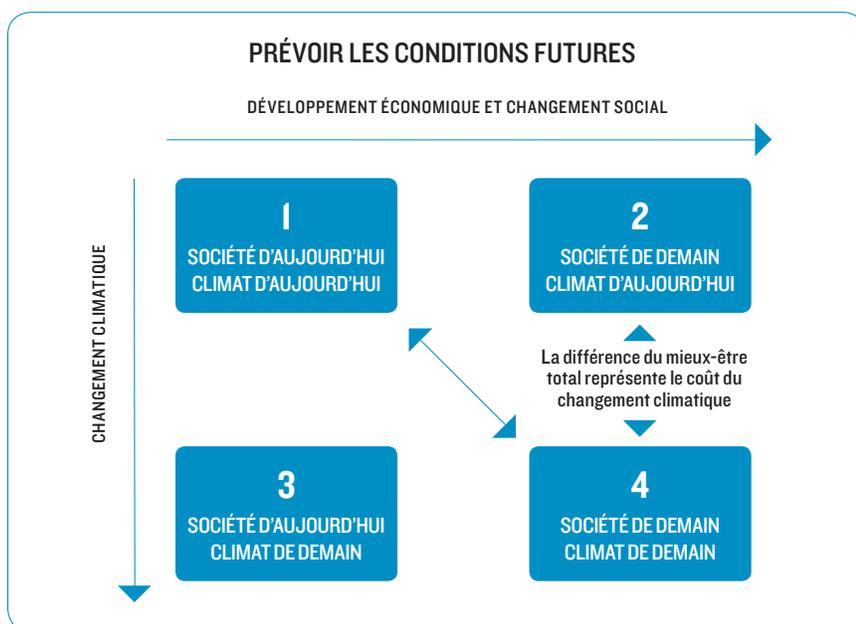
**ÉTAPE 1 // DÉFINIR LA PORTÉE :** Chaque étude portait sur trois tranches de trente ans, dont le centre était les années 2020 (2010-2040), les années 2050 (2041-2070) et les années 2080 (2071-2100). L'étude des régions côtières et de l'approvisionnement forestier fournit des résultats pour le Canada en entier alors que l'étude sur la santé humaine portait sur quatre villes du Canada. Il ne serait pas possible d'effectuer une analyse de chaque façon dont le changement climatique pourrait influencer sur un secteur particulier. Chaque étude porte sur les répercussions prioritaires du changement climatique qui touche le secteur en cause, en tenant compte de la disponibilité des données et des études pour éclairer le choix des répercussions évaluées.

**ÉTAPE 2 // ÉTABLIR LES NIVEAUX DE BASE À PARTIR DESQUELS MESURER LES CHANGEMENTS :** Nous nous sommes servi des quatre scénarios décrits en introduction du rapport afin de disposer d'un moyen de comparer les répercussions climatiques en fonction d'un un niveau de base. À l'aide de ces scénarios, nous avons pu répondre aux questions suivantes : À quoi la société du Canada pourrait-elle ressembler plus tard ? Comment le climat actuel pourrait-il toucher la société canadienne de l'avenir ? Comment le changement climatique pourrait-il toucher la société canadienne de l'avenir ?

La **Figure 20** montre que le climat et le développement socio-économique peuvent tous deux influencer les prévisions. Nous désirons souligner l'influence du changement climatique sur les résultats à venir, et pour ce faire nous prévoyons d'abord les conditions de rentabilité en l'absence de changement climatique (Encadré 2 de la **Figure 20** ci-dessous). Nous prévoyons ensuite les conditions en présence de changement climatique (Encadré 4 de la **Figure 20**). La différence entre ces deux avenir témoigne des répercussions du changement climatique.

<sup>ee</sup> Ce cadre est décrit avec plus de détails dans un document technique de la TRNEE disponible sur demande et intitulé : *Economic Risks and Opportunities of Climate Change for Canada: Technical Guidance for "Bottom-up" Sectoral Studies* (Hunt, 2010).

FIGURE 20



**ÉTAPE 3 // ÉVALUER LES RÉPERCUSSIONS PHYSIQUES ET ÉCONOMIQUES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE :** Afin de déterminer les répercussions du changement climatique, nous nous sommes servi de modèles climatiques mondiaux (MCM) pour obtenir des estimations des variables climatiques comme les changements de température et la hausse du niveau de la mer. Différents modèles fournissent différents types de renseignements et nous avons employé plusieurs MCM afin de saisir correctement l'incertitude. Nous avons choisi les modèles individuellement pour chaque étude en fonction des données requises. Nous avons évalué les répercussions physiques et économiques de chaque combinaison de scénarios socio-économiques et climatiques.

**ÉTAPE 4 // ÉVALUER LES OPTIONS D'ADAPTATION :** À l'étape finale, nous avons déterminé les options d'adaptation qui pourraient servir à réduire le coût du changement climatique pour le secteur. Nous avons quantifié l'effet de l'adaptation sur les répercussions physiques et économiques du changement climatique, puis évalué la rentabilité de l'adaptation.

## 8.2 RÉPARTITION DES COÛTS SELON QUATRE SCÉNARIOS DE CLIMAT ET DE CROISSANCE

La répartition des coûts potentiels du changement climatique pour le Canada en 2050 pour les quatre scénarios est indiquée ci-dessous dans les [Figure 21](#), [Figure 22](#), [Figure 23](#), et [Figure 24](#) :

FIGURE 21

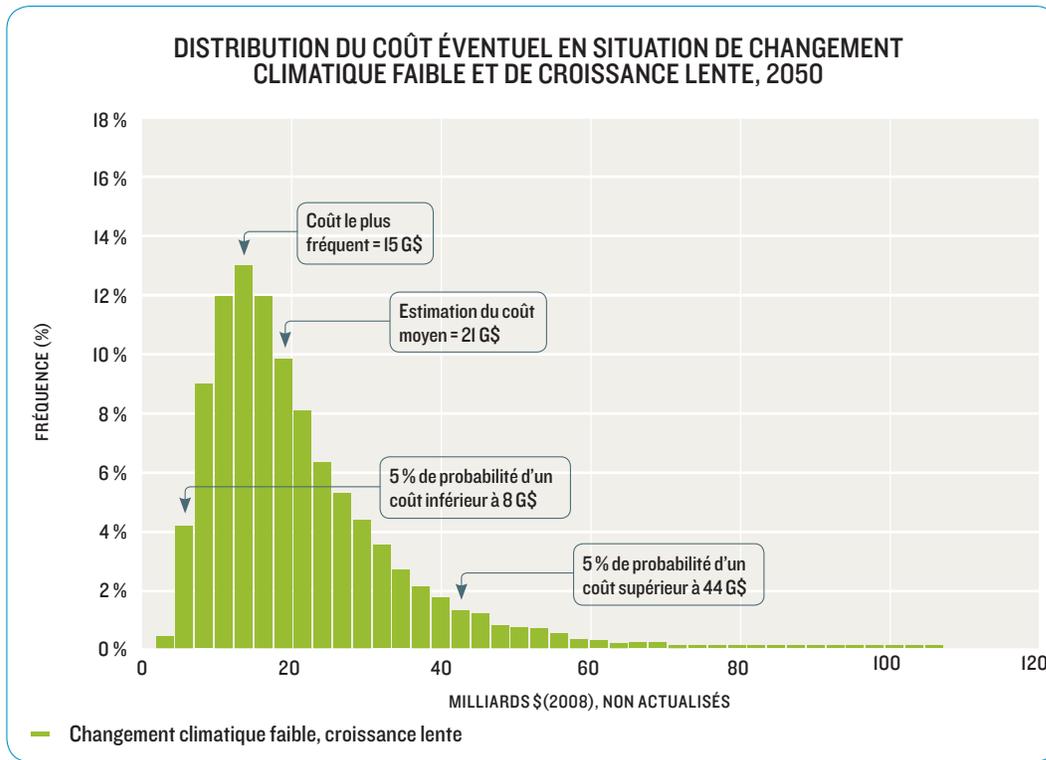


FIGURE 22

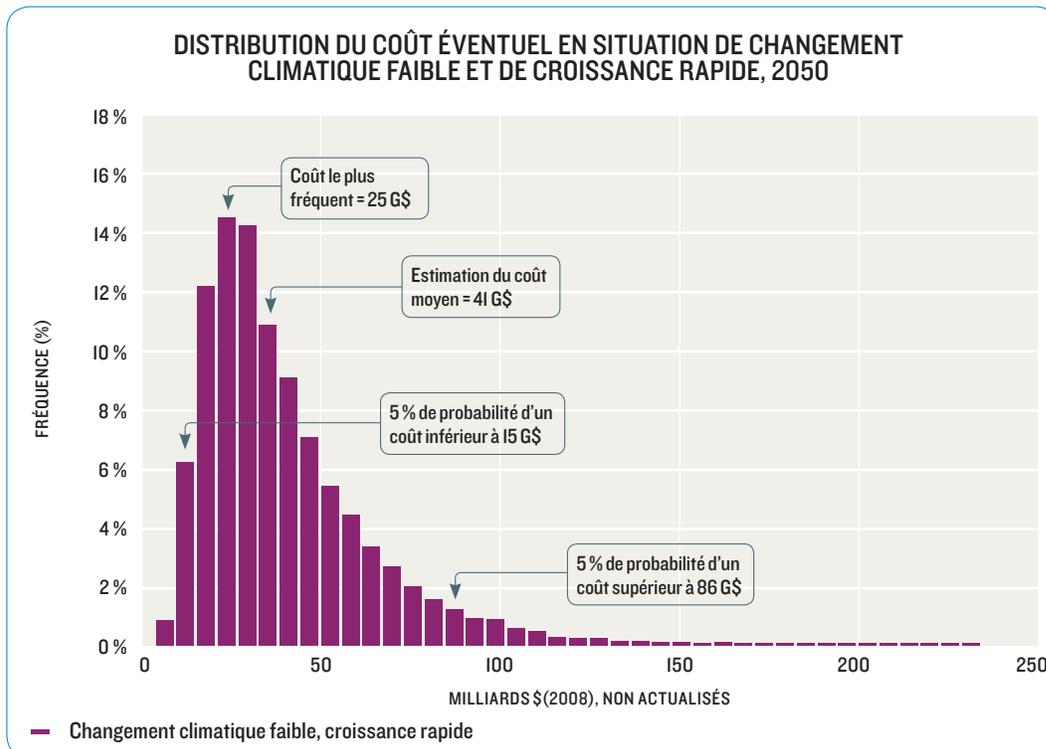


FIGURE 23

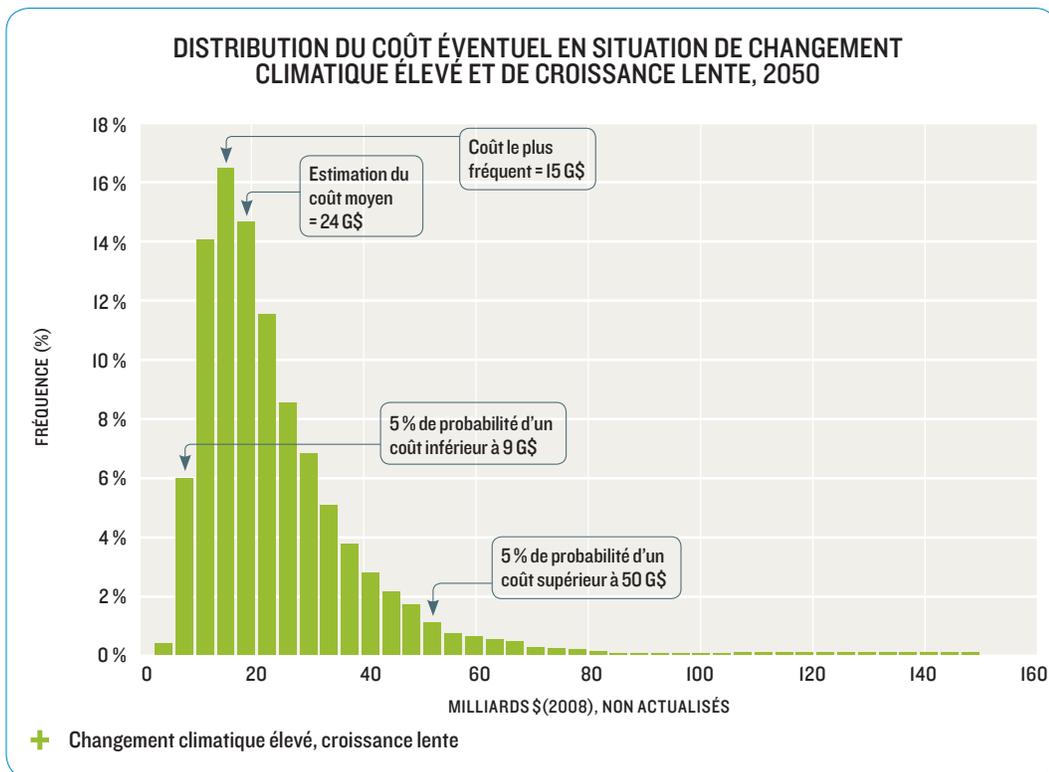
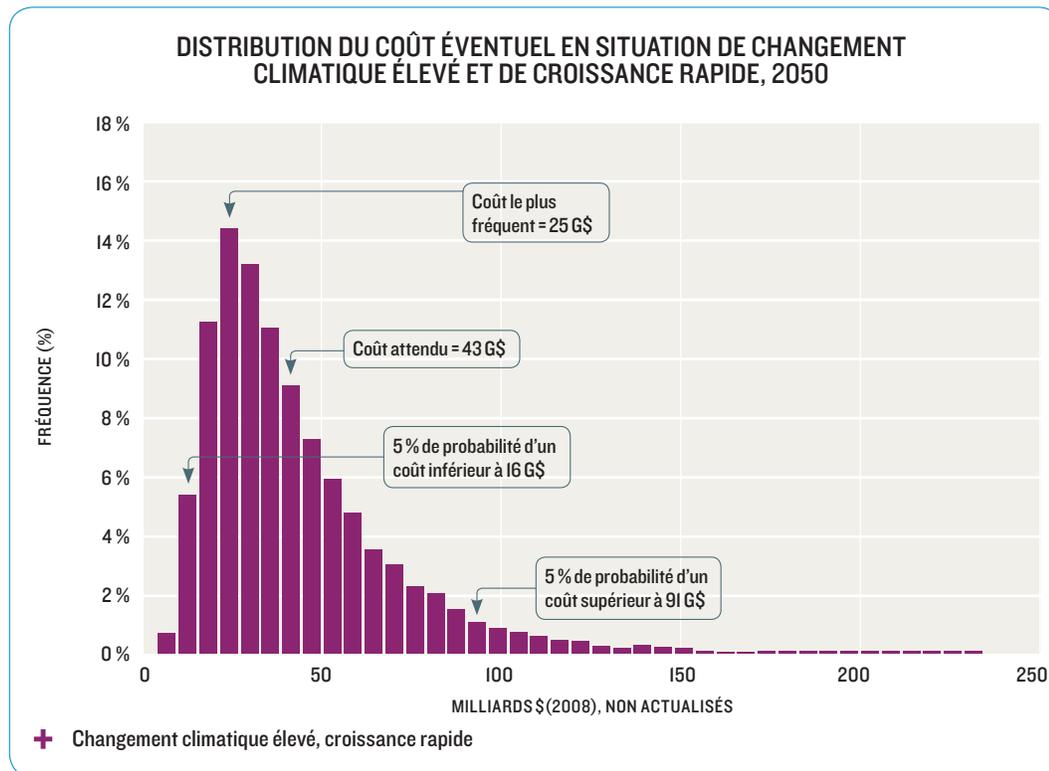


FIGURE 24



### 8.3 DÉTAILS SUPPLÉMENTAIRES SUR LES MÉTHODES EMPLOYÉES POUR L'ÉTUDE SUR L'APPROVISIONNEMENT FORESTIER

#### DÉMARCHE PERMETTANT D'ESTIMER LES RÉPERCUSSIONS SUR L'APPROVISIONNEMENT FORESTIER

Nous avons obtenu des estimations des changements prévus à l'approvisionnement forestier pour chaque région et pour chaque scénario de changement climatique, à l'aide des méthodes, sources et prémisses suivantes :

// **INCENDIES DE FORÊT** : Notre estimation du pourcentage de bois d'œuvre perdu en raison des incendies de forêt, dans des conditions de changement climatique, s'appuyait sur des prévisions de la superficie de forêt brûlée dans différentes régions forestières à cause du changement climatique<sup>159</sup>. Ces prévisions étaient conformes à notre scénario de changement climatique pour les années 2080, mais nous avons dû faire des déductions pour les périodes précédentes et pour notre scénario de changement climatique faible. Afin de convertir ensuite les changements de superficie de forêt brûlée en pourcentage de changement de l'approvisionnement forestier, nous avons présumé, de façon prudente, que dix kilomètres carrés de forêt correspondaient à un kilomètre carré de bois d'œuvre perdu<sup>ff</sup>.

// **PRODUCTIVITÉ FORESTIÈRE** : On peut obtenir les évaluations qualitatives des répercussions du changement climatique sur la productivité forestière des régions forestières du Canada auprès du Service canadien des forêts<sup>160</sup>. Les évaluations tiennent compte des changements des températures et des précipitations, mais pas de la possibilité d'une hausse des niveaux de carbone dans l'atmosphère pour accélérer la productivité. Nous nous sommes formé un jugement d'après la documentation et d'après nos consultations auprès du Service canadien des forêts pour représenter ces évaluations qualitatives de l'évolution de la productivité forestière en changements de pourcentage de l'approvisionnement forestier.

// **RAVAGEURS** : Notre approche envers l'estimation des répercussions des ravageurs était semblable à celle que nous avons adoptée envers la productivité forestière, en faisant appel à notre jugement pour représenter ces évaluations qualitatives des répercussions du changement climatique sur les ravageurs publiées dans les revues scientifiques<sup>gg,161</sup> en changements de pourcentage de l'approvisionnement forestier. Pour des intervalles de temps éloignés, l'ampleur et la direction des répercussions des épidémies de ravageurs sont incertaines. Nous avons reporté l'évaluation qualitative fournie pour la période précédente. L'incertitude découle de notre incapacité à nous servir du présent pour prévoir l'avenir, particulièrement en ce qui a trait à l'état des forêts du Canada, et aux types et à la prévalence des ravageurs vers la fin du siècle<sup>162</sup>.

ff Les études antérieures semblent indiquer qu'une augmentation de 50% de la superficie incendiée entraînerait une réduction de 20% des coupes annuelles autorisées (Van Wagner, 1983), mais cette estimation nous a paru comme étant la limite supérieure étant donné que les coupes annuelles autorisées sont actuellement plus élevées que la récolte, et étant donné que les zones incendiées comportent du bois d'œuvre utilisable. Nos estimations pourraient également être qualifiées de prudentes car il est raisonnable de prévoir que les incendies nuiront à des arbres de tout âge de façon égale, mais seules les pousses les plus jeunes sont facilement remplaçables (Williams, 2011).

gg L'évaluation qualitative s'appliquait aux perturbations biotiques, notamment aux insectes, aux agents pathogènes et aux ravageurs, mais la base de l'évaluation provenait surtout de recherches sur les insectes.

Nous avons élaboré des estimations « optimistes » et « pessimistes » des changements concernant les incendies de forêt, la productivité et les ravageurs pour chaque scénario climatique et les avons reportées dans notre analyse économique. Cependant, pour des raisons de simplicité et d'uniformité avec les autres études sectorielles, nous avons présenté les moyennes des résultats optimiste et pessimiste tout au long du présent rapport. Dans le scénario plus optimiste, l'Ontario, le Québec et les provinces atlantiques pourraient subir de modestes augmentations de l'approvisionnement forestier dans certains scénarios qui pourraient correspondre à des gains économiques.

Pour les trois types de répercussions, les études dont nous nous sommes servis présentent les répercussions pour les régions forestières définies d'après les études en question. Nous présentons les résultats différemment, ce qui fait que dans chaque cas, nous avons représenté les régions forestières dans les six régions géographiques du Canada.

#### DÉMARCHE D'ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES

Nous avons élaboré des modèles MCM particuliers pour chacune des six régions du pays sur lesquelles porte notre analyse. Les modèles MCM ont été établis à l'aide des tableaux d'entrées-sorties régionaux 2004 de Statistique Canada, et nous les avons adaptés à nos scénarios de croissance lente et de croissance rapide pour 2020 et 2050 à l'aide des prévisions Inforetrica. Nous avons extrapolé de 2050 à 2080 pour élaborer le tableau d'entrées-sorties de 2080. Certaines répétitions de la modélisation MCM ont dû être effectuées pour chaque région. Nous avons d'abord établi les prévisions de base des indicateurs économiques tels que le produit intérieur brut et les valeurs de sortie sectorielles correspondant aux scénarios de faible développement économique et de fort développement économique en l'absence de changement climatique. Nous avons ensuite pris nos estimations du pourcentage de changement de l'approvisionnement forestier attribuable au changement climatique et les avons ajoutées au cadre de modélisation en présumant qu'un changement à hauteur de 1 % de l'approvisionnement forestier équivaut à un changement de 1 % du résultat économique de la foresterie. Nous avons ensuite répété chaque modèle régional pour obtenir les indicateurs économiques avec changement climatique. Chaque modèle MCM régional a été exécuté une fois de 2004 à 2020, une fois de 2004 à 2050, et une fois de 2004 à 2080. Comme le modèle n'était calibré que pour 2080, nous nous sommes servi de la moyenne annuelle de 2071 à 2080 pour produire nos résultats pour 2085, ce qui nous a amenés à sous-estimer les répercussions pour cette dernière période, étant donné que la croissance économique pour la période de 2080 à 2100 n'est pas reflétée. Nous avons comparé les résultats entre les modèles avec et sans changement climatique pour produire des estimations quantitatives des répercussions économiques des différents futurs climatiques.

## DÉMARCHE PERMETTANT D'ESTIMER LE COÛT ET LES AVANTAGES DE L'ADAPTATION

Pour chaque stratégie d'adaptation étudiée dans le cadre de notre analyse, nous avons d'abord estimé dans quelle mesure la stratégie étudiée augmenterait l'approvisionnement forestier, puis nous avons estimé le coût de cette stratégie.

### // AMÉLIORATION DE LA PRÉVENTION, DU CONTRÔLE ET DE L'ÉLIMINATION DES INCENDIES DE FORÊT

// Nous avons estimé l'aire qui devrait être brûlée en appliquant les changements prévus à l'approvisionnement forestier aux niveaux de récolte provinciaux de 2008<sup>hh</sup>. Nous avons ensuite dû présumer de l'efficacité de cette stratégie à réduire les répercussions du changement climatique sur l'approvisionnement forestier : nous avons présumé qu'elle serait efficace à 75 % (c-à-d. que 75 % de l'aire traitée serait épargnée des incendies). Par exemple, si la Colombie-Britannique récoltait 100 000 hectares de forêt en 2008 et qu'en 2050, les incendies de forêt devraient réduire de 5 % l'approvisionnement de cette province en bois d'œuvre, alors 5 000 hectares de bois d'œuvre seraient perdus sans adaptation.

// Le coût dépend de deux facteurs importants : le coût unitaire et la portée de la mise en œuvre. Nous avons présumé que les frais de mise en œuvre s'élevaient à 250 \$ par hectare et que la stratégie devrait être appliquée sur une superficie dix fois plus importante que la superficie que nous nous attendons à perdre dans les flammes. En poursuivant l'exemple ci-dessus, en appliquant la stratégie d'adaptation à une superficie dix fois plus importante que la superficie que nous nous attendons à perdre dans les flammes, nous traitons 50 000 hectares de forêt suivant cette stratégie. En présumant un taux d'efficacité de 75 % sur les 5 000 hectares en danger, seuls 1 250 hectares seraient perdus après l'adaptation. Le coût de cette stratégie serait de 250 \$/hectare multiplié par 50 000 hectares, ce qui donne 12,5 millions de dollars.

### // AUGMENTATION DE LA LUTTE CONTRE LES RAVAGEURS ET DE LEUR PRÉVENTION

// Nous nous sommes également servi des niveaux provinciaux de récolte de 2008 pour estimer l'aire qui devrait être touchée par les épidémies d'insectes. Nous avons présumé que cette stratégie serait efficace à 50 % pour atténuer les répercussions du changement climatique sur le bois d'œuvre, même si certaines expériences de lutte contre les parasites en ce qui concerne le dendroctone du pin ponderosa laissent croire que notre estimation de l'efficacité pourrait être optimiste.

// Tout comme pour l'approche employée pour les incendies de forêt, nous présumons ici que les coûts de mise en œuvre sont de 40 \$ par hectare et que la stratégie devrait être appliquée sur une superficie cent fois plus importante que la superficie pouvant être infestée par les ravageurs.

---

<sup>hh</sup> Lorsque ces niveaux étaient plus bas que la normale comme c'était le cas en Colombie-Britannique, les coûts de l'adaptation sont sous-estimés.

## // PLANTER DES ESSENCES D'ARBRES CONVENABLES AUX FUTURES CONDITIONS

// Dans notre analyse, nous présumons que cette stratégie n'a aucun effet dans les années 2020 et qu'elle atténue les effets indésirables du changement climatique de 20 % dans les années 2050 et de 50 % dans les années 2080.

// Nous présumons ici que le coût de mise en œuvre comprend un investissement initial en recherche entre 100 millions de dollars et 150 millions de dollars pour recenser les essences qui conviennent le mieux, et de 10 millions de dollars par année en plantations en plus du coût de replantation assumé sans égard à l'adaptation. Nous divisons le coût de la plantation d'essences de remplacement entre les régions en fonction de la part de semis plantés en 2008.

Afin d'estimer les avantages de l'adaptation, nous avons rajusté la production économique de la foresterie en fonction du changement estimé de l'approvisionnement forestier avec l'adaptation, et nous avons appliqué à nouveau chaque modèle CGE. Les avantages ont été estimés en comparant les indicateurs économiques des résultats du modèle CGE avec et sans adaptation.

## LIMITES

Ce type d'évaluation comporte d'importantes limites qui font en sorte que nos estimations sont incertaines. Pour refléter cette incertitude, nous avons étudié différents scénarios et avons indiqué les intervalles dans nos résultats. Ce qui suit souligne les principales prémisses et incertitudes qui devraient être prises en compte dans l'interprétation de nos résultats.

// Étant donné la complexité fondamentale des écosystèmes, les répercussions physiques du changement climatique sur l'approvisionnement forestier sont fortement spéculatives. Les écosystèmes sont soumis à des forces internes et externes<sup>163</sup>. Dans le cas des forêts, ces forces pourraient comprendre des facteurs internes comme une variation de la composition des essences ou des facteurs externes comme des épisodes météorologiques importants. Les répercussions du changement climatique sur les forêts pourraient être accentuées ou atténuées par ces autres forces, ce qui rend particulièrement hasardeux de faire des prédictions quant aux répercussions du changement climatique sur les forêts.

// Les estimations concernant les répercussions du changement climatique sur les incendies de forêt sont plus fiables que celles concernant les répercussions sur la productivité et sur les épidémies de ravageurs, car les estimations sur les incendies de forêt sont tirées d'une analyse quantitative.

// L'ampleur, la valeur et le rôle du bois d'œuvre récupérable dans l'atténuation des répercussions négatives de la réduction de l'approvisionnement forestier sont inconnus.

// Nous présumons que les répercussions du changement climatique sur les ravageurs, les incendies et la productivité de la forêt sont cumulatives. Dans les faits, ces répercussions pourraient interagir.

// Notre prémisse selon laquelle un pourcentage de changement de l’approvisionnement forestier entraîne un changement équivalent en production forestière est une simplification excessive des répercussions probables.

// L’approche de modélisation entraîne également une simplification excessive en raison des aspects suivants : 1) les répercussions peuvent être non-linéaires au fil du temps; 2) il est possible qu’il y ait d’autres répercussions sur le commerce interrégional, lesquelles ne sont pas nécessairement reflétées dans les modèles unirégionaux. Une approche de modélisation plus poussée consisterait à employer un modèle de CGE dynamique et multirégional.

// Nous ne tenons pas compte des répercussions du changement climatique sur les marchés étrangers du bois d’œuvre, ni de toute fluctuation des prix en découlant.

// Le fait de regrouper le Manitoba, la Saskatchewan et les Territoires dans une seule région masque d’importantes différences entre ces provinces et territoires.

// Nos prémisses à propos de l’évolution de la croissance dans les différents secteurs d’industrie au sein des économies régionales reposent sur les prévisions d’Inforetrica, dont l’usage est fréquent pour l’analyse macro-économique du gouvernement et du secteur privé. Toute carence de ces prévisions se reflète dans nos résultats.

#### 8.4 DÉTAILS SUPPLÉMENTAIRES SUR LES MÉTHODES EMPLOYÉES POUR L’ÉTUDE DES RÉGIONS CÔTIÈRES

##### DÉMARCHE PERMETTANT D’ESTIMER LES RÉPERCUSSIONS SUR LES RÉGIONS CÔTIÈRES

Dans notre analyse, nous avons tenu compte des répercussions de base, de la hausse du niveau de la mer et des ondes de tempête en l’absence de changement climatique, puis nous avons étudié en quoi le changement climatique pourrait exacerber ces répercussions. À l’aide de données et d’approches que nous pourrions appliquer à l’ensemble du pays, nous avons cartographié les régions côtières du Canada et avons déterminé la superficie des terres qui seraient inondées (soit de façon permanente à la suite de l’augmentation du niveau de la mer soit temporairement à cause des ondes de tempête) pour chaque scénario d’avenir climatique, sans changement climatique, avec un changement climatique faible et avec changement climatique élevé. Nous avons ensuite estimé la superficie de terres et le nombre d’habitations qui seraient perdues à la suite de la hausse du niveau de la mer et des ondes de tempête, et la valeur de ces habitations perdues, tant au niveau de base qu’en fonction du changement climatique, pour chacun des quatre scénarios. Pour évaluer les conséquences régionales, nous présentons les résultats séparément pour chaque province et territoire comportant une côte océanique, ce qui englobe les trois territoires et huit des dix provinces.

**PREMIÈREMENT,** à l'aide de données d'élévation numériques de la National Aeronautics and Space Administration (NASA)<sup>164</sup> et de la Commission nord-américaine de coopération environnementale<sup>165</sup>, nous nous avons d'abord recensé l'élévation des terrains côtiers par rapport à l'océan et la superficie de terres inondées à marée haute moyenne pour trois métascénarios : une augmentation de 1 mètre, 2 mètres, et 3 mètres du niveau de la mer par rapport à la marée haute moyenne actuelle. Nous avons employé une technique de « saturation » afin que seules les terres adjacentes à l'océan ou à une autre terre inondée ne puissent être inondées, créant ainsi des zones adjacentes d'inondation. Cette étape nous fournit un classement de chaque parcelle de terre côtière d'après le métascénario selon lequel elle serait inondée<sup>ii</sup>.

**DEUXIÈMEMENT,** nous avons repéré des renseignements sur l'urbanisme et le nombre d'habitations dans les régions inondables. À l'aide d'un logiciel appelé PCensus, nous avons extrait les données du Recensement canadien de 2006 pour chaque région inondée, ce qui fournit des données comme la population, la démographie, le nombre de foyers, et la valeur moyenne des habitations.

**TROISIÈMEMENT,** nous avons évalué la hausse prévue du niveau de la mer et les vagues de tempête pour différentes régions du pays, avec et sans changement climatique. Des processus naturels influent sur le niveau de la mer, y compris l'affaissement du sol ou l'élévation de la masse terrestre, et les variations du bassin océanique terrestre, ou le volume mondial des océans. Nous avons recueilli des données sur l'élévation relative du niveau de la mer enregistré dans différentes régions côtières<sup>jj</sup> ainsi que sur la fréquence et l'ampleur actuelles des ondes de tempêtes à faible intensité et à haute fréquence pour chaque région. Nous avons également établi des prémisses à propos des effets du changement climatique sur la hausse du niveau de la mer et sur le risque d'ondes de tempête. Pour notre scénario de changement climatique élevé, nous avons présumé que le niveau de la mer augmenterait de façon linéaire de 85 cm d'ici 2100<sup>166</sup> et que l'ampleur des ondes de tempête augmenterait de 10 %<sup>167</sup>. Pour notre scénario à changement climatique faible, nous avons présumé que le niveau de la mer augmenterait de façon linéaire de 28 cm d'ici 2100<sup>168</sup> et que l'ampleur des ondes de tempête demeurerait au niveau actuel.

**QUATRIÈMEMENT,** un modèle élaboré sur Excel interpolait entre les incréments d'un mètre de hausse du niveau de la mer évalués à l'étape 1 pour connaître la superficie de terrain qui serait perdu selon le scénario de base et en fonction du changement climatique pour chaque scénario et pour chaque intervalle de temps. Ensuite, à l'aide des renseignements obtenus à l'étape 2, le modèle évaluait le nombre d'habitations qui seraient abandonnées de façon définitive à cause de la hausse du niveau de la mer selon le scénario de base et en fonction du changement climatique. Ces résultats ont ensuite été mis à l'échelle pour chaque scénario de croissance d'après nos attentes sur la façon dont le développement pourrait toucher le nombre de demeures dans l'avenir. L'approche était similaire pour les ondes de tempête; nous avons étudié l'augmentation marginale des terres et habitations inondées au-delà et en deçà de celles qui étaient inondées en raison de la hausse du niveau de la mer. Les estimations du coût

ii Il est important de signaler que tous les résultats ne tiennent pas compte de la superficie, de la population et des habitations qui sont actuellement sous la ligne de marée haute stylisée. L'exclusion des populations et de l'infrastructure sous la ligne de marée haute est un reflet de la disponibilité des données, et non un choix de modélisation.

jj Ceci pourrait comprendre la hausse eustatique du niveau de la mer attribuable à la lente expansion des océans sans égard au changement climatique et aux mouvements verticaux de la croûte terrestre (affaissement et soulèvement). Une hausse générale négative est représentée par une hausse nulle du niveau de la mer.

des habitations exposées aux ondes de tempête ont été pondérées par le risque d'une onde de tempête, mais les terres à risque n'ont pas été pondérées à l'égard du risque. Le modèle regroupait ensuite les résultats pour chaque province et territoire.

## LIMITES

Une meilleure disponibilité des données et une évaluation plus complète des répercussions permettraient de renforcer les résultats de la présente étude. Les prémisses et exclusions suivantes devraient être prises en compte dans l'examen de nos résultats.

// Les données d'élévation dont nous nous servons sont les meilleures disponibles actuellement dans l'ensemble de la côte du Canada. Une étude plus précise des dommages économiques attribuables au changement climatique pour les régions côtières du Canada exigerait de meilleures données d'élévation sous-jacentes.

// Le niveau moyen de la mer varie au sein du Canada, mais notre modèle ne reflète pas cet aspect.

// Les corrections apportées nos données tiennent compte des mouvements de terrain verticaux et des changements du niveau eustatique de la mer à l'échelle provinciale, territoriale et sub-provinciale, et non à l'échelle locale.

// Nos estimations de la fréquence et de l'intensité des ondes de tempête à faible intensité et à haute fréquence sont élaborées à l'échelle provinciale, territoriale et sub-provinciale, et non à une échelle locale, et leur précision est limitée. Cela pose problème de façon plus particulière en ce qui concerne la Colombie-Britannique, où les dommages attribuables aux ondes de tempête représentent la vaste majorité des dommages, par rapport à la hausse du niveau de la mer, et alors que les dommages économiques peuvent être concentrés dans quelques régions à forte densité de population. Si, dans nos estimations, la fréquence et l'intensité des vagues de tempête ne sont pas exactes pour ces régions, le résultat final sera touché.

// Notre décision d'attribuer les résultats aux ondes de tempête de faible intensité et de haute fréquence peut nous entraîner à surestimer les dégâts. Dans plusieurs cas, les installations peuvent avoir été conçues pour éviter les dommages de ces vagues : il est possible que ce soit les vagues de haute intensité qui causent les dégâts. Les lignes directrices de la Colombie-Britannique en matière d'inondations recommandent que les immeubles côtiers soient construits à 1,5 mètre au-dessus du niveau de la marée haute<sup>169</sup>; ces constructions ne devraient pas être touchées par les vagues de faible intensité.

// Notre analyse ne tient pas compte des régions sous le niveau moyen de la marée haute. La conséquence de cette exclusion sur l'analyse générale devrait être négligeable.

// Notre méthode applicable à l'inondation est conservatrice, car le niveau de la mer doit dépasser l'élévation des terres dans une région donnée afin d'entraîner une inondation.

// Il est possible que la densité de la population le long des côtes du Canada change par rapport à la densité démographique nationale, mais la question n'a pas été étudiée.

// Notre analyse exclut les digues et autres ouvrages de protection des côtes. Les digues peuvent être efficaces pour réduire le risque d'inondation à l'égard du scénario de base, mais leur conception ne tenait pas compte du changement climatique.

// Une évaluation plus complète aurait permis d'étudier les répercussions de l'érosion et de la diminution du niveau de la mer, et d'évaluer les répercussions sur les écosystèmes, les propriétés commerciales et l'infrastructure publique. Nous n'avons pas pu étudier ces secteurs à cause du manque de ressources et de données.

### 8.5 DÉTAILS SUPPLÉMENTAIRES SUR LES MÉTHODES EMPLOYÉES POUR L'ÉTUDE SUR LA SANTÉ HUMAINE

Notre analyse se concentre sur les répercussions de la chaleur sur les décès et sur les répercussions des concentrations d'ozone plus élevées sur la maladie et sur les décès. Le **Tableau 19** établit certaines considérations qui nous ont menés à nous concentrer sur ces répercussions du changement climatique sur la santé.

**TABLEAU 19**

#### CRITÈRES DE LA TRNÉE POUR LE CHOIX DES RÉPERCUSSIONS SUR LA SANTÉ QUI DOIVENT FAIRE PARTIE DE L'ANALYSE

PROBLÈME DE SANTÉ	VULNÉRABILITÉ DE LA POPULATION CANADIENNE	DISPONIBILITÉ DES DONNÉES ET DE LA RECHERCHE
<b>DÉCÈS RELIÉS À LA CHALEUR</b>	Des maladies et des décès attribuables au changement de température (réchauffement et refroidissement) sont déjà observés dans plusieurs villes du Canada.  Les personnes vivant dans des régions urbaines densément peuplées sont particulièrement vulnérables.	Domaine relativement bien compris et ayant fait l'objet de plusieurs recherches  Plusieurs recherches vérifiées par les pairs sont disponibles  Données numériques disponibles
<b>MALADIES RESPIRATOIRES ET CARDIOVASCULAIRES LIÉES À LA DÉTÉRIORATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR</b>	Les Canadiens sont déjà affectés par la mauvaise qualité de l'air. L'ozone est un polluant sans seuil, donc toute présence de cet élément augmente le risque pour la santé. Montréal et Toronto dépassent la norme canadienne alors que des quartiers de Vancouver et de Calgary se trouvent à moins de 10 % de cette norme <sup>170</sup> .  Le coût de la pollution atmosphérique pour la santé humaine est reconnu par le gouvernement et compris dans les analyses coût-avantages de la réglementation.	Recherche et intérêt croissants dans ce domaine  Évaluation de la qualité de l'air et des répercussions climatiques effectuées au Canada et aux États-Unis.  Données numériques disponibles

## DÉMARCHE PERMETTANT D'ESTIMER LES RÉPERCUSSIONS DE LA CHALEUR SUR LA SANTÉ

**PREMIÈREMENT,** nous avons d'abord choisi les types d'impacts sur la santé reliés à la chaleur que nous pouvons inclure dans notre analyse tout en en assurant la crédibilité. Les variations de température, tant en ce qui a trait aux moyennes qu'aux extrêmes, sont capables d'affecter directement notre santé. À partir de la base de données probantes, nous avons quantifié l'effet des hausses de température sur les décès reliés à la chaleur, et comme les températures élevées sont observées en été, au Canada, notre analyse s'est concentrée sur cette saison.

### // QUELQUES PRÉMISSSES SOUS-JACENTES À NOS CHOIX MÉRITENT D'ÊTRE SOULIGNÉES ICI :

// La recherche démontre que des températures plus élevées peuvent entraîner des maladies, telles qu'un épuisement par la chaleur, un coup de chaleur, des éruptions cutanées, des crampes et la perte de conscience<sup>171</sup>. Cependant, les données probantes disponibles au moment de notre analyse ne nous permettaient pas d'élaborer des estimations quantitatives d'autres cas de maladies relatives à la chaleur attribuables au changement climatique. Les écarts des données probantes sont partiellement attribuables au peu de suivi des maladies causées par la chaleur dans les dossiers de transport par ambulance et d'hospitalisation<sup>172</sup>.

// La perception répandue selon laquelle les améliorations de la santé attribuables à des températures hivernales plus chaudes pourraient compenser les dommages attribuables à la hausse des températures estivales pourrait être sans fondement. Une récente recherche canado-américaine comparant les taux de décès des villes à un intervalle de températures moyennes indique que l'augmentation fréquemment observée du taux de décès en hiver peut être aussi importante dans les endroits plus chauds que dans les endroits plus froids<sup>173</sup>. Cette constatation porte à croire qu'il n'y a aucune corrélation entre le taux de décès en hiver et les différences de température annuelle ou saisonnière d'un endroit à l'autre. L'augmentation du nombre de décès en hiver est principalement attribuable aux décès à cause de la grippe, davantage que les rares décès à cause du froid intense (p. ex., hypothermie). Par conséquent, la hausse des températures relative aux futurs changements des conditions climatiques est peu susceptible d'être un facteur important des taux de décès en hiver.

**DEUXIÈMEMENT,** nous avons acquis des données sur les prévisions météorologiques estivales au cours du dernier siècle pour nos quatre villes. La température estivale moyenne devrait augmenter de 1,6 °C à 2,8 °C d'ici les années 2050 selon le scénario climatique et la ville. Le **Tableau 20** présente la température estivale quotidienne moyenne et le changement prévu ayant servi à notre analyse de la chaleur. Nous nous sommes fiés aux températures quotidiennes moyennes car les données scientifiques probantes dont nous nous sommes servis (décrites à la page suivante) indiquaient des relations entre les taux de décès et les températures quotidiennes moyennes.

TABLEAU 20

**CHANGEMENTS HISTORIQUES DE TEMPÉRATURE ET DES PRÉVISIONS  
DE LA TEMPÉRATURE QUOTIDIENNE MOYENNE EN ÉTÉ (°C)**

	NIVEAU DE BASE (1971-2000)	CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE (ANNÉES 2020)	CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ (ANNÉES 2020)	CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE (ANNÉES 2050)	CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ (ANNÉES 2050)	CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE (ANNÉES 2080)	CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ (ANNÉES 2080)
VANCOUVER	16,8	1,3	1,4	1,9	2,7	2,3	4,3
CALGARY	15,2	1,1	1,3	1,6	2,6	2,2	4,2
TORONTO	20,9	1,2	1,2	1,9	2,8	2,3	4,7
MONTRÉAL	19,6	1,1	1,2	2,0	2,7	2,3	4,5

SOURCE : LES PRÉVISIONS SONT DES MOYENNES DES RÉSULTATS DE DEUX MODÈLES CLIMATIQUES MONDIAUX ÉLABORÉS PAR LE CENTRE CANADIEN DE LA MODÉLISATION ET DE L'ANALYSE CLIMATIQUE : MODÈLE CGCM3T47 ET MODÈLE CGCM3T63. NOUS N'AVONS PAS EU RECOURS À DES TECHNIQUES DE RÉDUCTION DE LA RÉOLUTION CAR LA RÉOLUTION OFFERTE PAR LES RÉSULTATS DES MODÈLES CLIMATIQUES MONDIAUX NOUS SEMBLAIT ADÉQUATE POUR NOTRE ANALYSE DE HAUT NIVEAU. LES TEMPÉRATURES DE BASE PROVIENNENT DES NORMALES CLIMATIQUES CANADIENNES D'ENVIRONNEMENT CANADA (ENVIRONNEMENT CANADA 2010A).

**TROISIÈMEMENT**, nous avons dérivé une relation quantitative entre les températures estivales futures et les taux de décès. À partir des conclusions tirées de ces trois études effectuées dans le nord des États-Unis et du Canada<sup>174</sup>, nous avons déterminé une relation entre chaque augmentation de 1 °C de la température estivale quotidienne moyenne à une augmentation de 1,4 % des décès, et nous avons appliqué cette relation à nos quatre villes. Nous avons prédit les décès estivaux qui se produiraient en l'absence de changement climatique à l'aide des données de Statistiques Canada, puis nous avons appliqué la relation entre l'augmentation de la température et le pourcentage d'augmentation du nombre de décès pour dériver les décès supplémentaires attribuables à la chaleur qui se produiraient à cause du changement climatique<sup>kk</sup>.

#### DÉMARCHE PERMETTANT D'ESTIMER LES RÉPERCUSSIONS DE LA DÉGRADATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR SUR LA SANTÉ

**PREMIÈREMENT**, nous avons relevé les répercussions que nous pourrions ajouter à notre analyse en fonction des données probantes actuellement disponibles. Notre analyse se base sur des recherches établissant un lien entre les températures plus élevées et les concentrations plus élevées de l'ozone troposphérique<sup>175</sup>. La température interagit également avec les matières particulaires, mais ces interactions ne sont pas bien comprises<sup>176</sup>.

**DEUXIÈMEMENT**, nous avons obtenu des prévisions de la température pour chaque ville pour le prochain siècle. Aux fins de la simulation OEAQA, les changements annuels de température ont été utilisés pour estimer les hausses de concentration d'ozone. OEAQA estime les variations des taux de décès d'après les changements annuels du taux d'ozone et les changements à la prévalence des maladies d'après les changements saisonniers du taux d'ozone de mai à septembre. Pour des questions de simplicité, nous avons appliqué aux deux cas des estimations de changement de température. La température devrait augmenter de 1,9 °C à 3,3 °C d'ici les années 2050 en fonction du scénario climatique et de la ville. Le **Tableau 21** présente les températures quotidiennes moyennes et les changements prévus qui ont servi à notre analyse de l'ozone.

kk Pour produire des prémisses de base des taux mensuels de décès pour chaque ville, nous nous sommes basés sur les données annuelles de Statistique Canada pour les « taux comparatif de décès total pour 100 000 habitants » et avons retiré les causes de décès autres qu'externes, comme les accidents et les suicides. Nous avons converti les taux annuels en taux mensuels pour chaque ville à l'aide de moyennes provinciales quinquennales. Pour des raisons de simplicité, nous présumons que ces taux de décès de base pour chaque ville demeurent les mêmes pour le reste du siècle.

TABLEAU 21

CHANGEMENTS HISTORIQUES DE TEMPÉRATURE ET DES PRÉVISIONS  
DE LA TEMPÉRATURE QUOTIDIENNE MOYENNE (°C)

	NIVEAU DE BASE (1971-2000)	CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE (ANNÉES 2020)	CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ (ANNÉES 2020)	CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE (ANNÉES 2050)	CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ (ANNÉES 2050)	CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE (ANNÉES 2080)	CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ (ANNÉES 2080)
VANCOUVER	10,1	2,0	2,0	2,7	3,3	3,1	4,8
CALGARY	4,1	1,3	1,2	1,9	2,6	2,3	4,1
TORONTO	9,2	1,2	1,4	1,9	2,8	2,5	4,6
MONTRÉAL	6,2	1,3	1,5	2,2	3,1	2,7	5,0

SOURCE : LES PRÉVISIONS SONT DES MOYENNES DES RÉSULTATS DE DEUX MODÈLES CLIMATIQUES MONDIAUX ÉLABORÉS PAR LE CENTRE CANADIEN DE LA MODÉLISATION ET DE L'ANALYSE CLIMATIQUE : MODÈLE CGCM3T47 ET MODÈLE CGCM3T63. NOUS N'AVONS PAS EU RECOURS À DES TECHNIQUES DE RÉDUCTION DE LA RÉOLUTION CAR LA RÉOLUTION OFFERTE PAR LES RÉSULTATS DES MODÈLES CLIMATIQUES MONDIAUX NOUS SEMBLAIT ADÉQUATE POUR NOTRE ANALYSE DE HAUT NIVEAU. LES TEMPÉRATURES DE BASE PROVIENNENT DES NORMALES CLIMATIQUES CANADIENNES D'ENVIRONNEMENT CANADA (ENVIRONNEMENT CANADA 2010A).

TROISIÈMEMENT, nous avons élaboré des prévisions de la concentration d'ozone reliée au changement climatique pour chaque ville au fil du siècle. D'après les recherches effectuées dans la région américaine des Grands Lacs et dans le nord-est des États-Unis, nous avons associé une augmentation de 1 °C de la température quotidienne moyenne sur une année dans chacune des quatre villes à une augmentation de 2,25 parties par milliard volume (ppm(v)) des concentrations d'ozone sur une heure<sup>177</sup>. Il s'agit d'une approche simpliste. L'impact du climat sur les concentrations d'ozone est complexe, influencé par des facteurs locaux, tels que la température, l'humidité, les précipitations et l'ensoleillement<sup>178</sup>. Dans certains cas, le changement climatique peut réduire les niveaux d'ozone lorsque l'humidité est plus élevée et lorsque les précipitations sont plus nombreuses. Les changements à l'échelle locale en ce qui a trait à l'humidité et aux précipitations à cause du changement climatique sont incertains<sup>179</sup>. Le **Tableau 22** présente les changements prévus à la concentration d'ozone par rapport à la période 1971-2000.

TABLEAU 22

## CHANGEMENT PRÉVU DE LA CONCENTRATION D'OZONE PAR RAPPORT À 1971-2000

	CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE (ANNÉES 2020)	CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ (ANNÉES 2020)	CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE (ANNÉES 2050)	CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ (ANNÉES 2050)	CHANGEMENT CLIMATIQUE FAIBLE (ANNÉES 2080)	CHANGEMENT CLIMATIQUE ÉLEVÉ (ANNÉES 2080)
VANCOUVER	4,6	4,6	6,2	7,5	7,0	10,8
CALGARY	2,9	2,8	4,2	5,9	5,3	9,2
TORONTO	2,7	3,1	4,3	6,3	5,6	10,4
MONTRÉAL	2,9	3,4	4,8	6,9	6,0	11,3

PARTIES PAR MILLIARD PAR VOLUME

**QUATRIÈMEMENT,** nous nous sommes appuyés sur l'outil de Santé Canada pour évaluer les avantages d'une meilleure qualité de l'air (OEAQA) afin d'estimer les décès et cas de maladie supplémentaires découlant des changements de concentration en ozone. Le modèle de l'OEAQA estime les répercussions des changements à la qualité de l'air<sup>ll</sup> pour la santé et le mieux-être<sup>mm</sup>. Nous avons inscrit les prévisions de changement de la concentration en ozone dans l'OEAQA afin de comparer les résultats de santé sous les concentrations d'ozone de base et ceux qui sont attendus lors du changement climatique. Ces résultats de santé ont ensuite été bonifiés au fil du temps en fonction de nos projections démographiques.

#### DÉMARCHE PERMETTANT D'ESTIMER LE COÛT POUR LE SYSTÈME PUBLIC DE SOINS DE SANTÉ

Nos estimations concernant les coûts des soins de santé publique dépendent 1) des cinq indicateurs de maladie découlant de la hausse des concentrations d'ozone découlant du changement climatique quantifié («résultats») pour Montréal, Toronto, Calgary, et Vancouver; 2) de la façon dont nous avons cartographié ces cas de maladie dans des catégories de coût pour le système de soins de santé; 3) des prémisses de coût que nous avons élaboré pour chaque catégorie de système de soins de santé par résultat par ville. Ce qui suit est une explication des principales étapes et prémisses.

**PREMIÈREMENT,** pour convertir les cinq types de cas de maladie précédemment quantifiés en frais de soins de santé nous avons défini l'interaction entre ces résultats et les postes habituels de dépense pour le système de soins de santé. Le **Tableau 23** ci-dessous résume cet exercice de cartographie, soulignant une interaction que nous n'avons pu monnayer à cause du manque de données.

**TABLEAU 23**

#### INTERACTIONS ENTRE LES TYPES DE CAS DE MALADIE ET CATÉGORIES DE DÉPENSES POUR LE SYSTÈME DES SOINS DE LA SANTÉ

CATÉGORIE DU SYSTÈME DE SOINS DE SANTÉ	RÉSULTAT FINAL SUR LA SANTÉ				
	HOSPITALISATIONS POUR PROBLÈMES RESPIRATOIRES	CONSULTATIONS AUX URGENCES POUR PROBLÈMES RESPIRATOIRES	JOURS OÙ DES SYMPTÔMES DE PROBLÈMES RESPIRATOIRES AIGUS SONT OBSERVÉS	JOURS OÙ DES SYMPTÔMES D'ASTHME SONT PRÉSENTÉS	JOURS DE RESTRICTION DES ACTIVITÉS À CAUSE DE LA MAUVAISE QUALITÉ DE L'AIR
HOSPITALISATIONS	X				
CONSULTATIONS AUX URGENCES		X			
MÉDICAMENTS FINANÇÉS PAR LE SYSTÈME PUBLIC	X	X	X	X	X
CONSULTATIONS MÉDICALES			X	X	
INHALOTHÉRAPIE	X (NON REPRÉSENTÉ EN VALEUR MONÉTAIRE)	X (NON REPRÉSENTÉ EN VALEUR MONÉTAIRE)	X (NON REPRÉSENTÉ EN VALEUR MONÉTAIRE)	X (NON REPRÉSENTÉ EN VALEUR MONÉTAIRE)	X (NON REPRÉSENTÉ EN VALEUR MONÉTAIRE)

ll Dans ce contexte, mieux-être se relie à un indicateur économique du mieux-être des habitants.

mm Pour de plus amples renseignements sur les caractéristiques et prémisses de l'OEAQA, voir Judek et Stieb 2006.

**DEUXIÈMEMENT,** nous avons élaboré des estimations des frais de soins de santé associés avec chaque catégorie du système de soins de santé. Nous avons fait appel à trois principales sources d'information pour notre approche afin de convertir les cas de maladie en frais de soins de santé : *The Case of Illness Handbook* de la U.S. Environmental Protection Agency, le modèle du Coût des maladies attribuables à la pollution atmosphérique, et des données tirées de rapports de l'Institut canadien d'information sur la santé (ICIS) et l'Estimateur des coûts par patient de l'ICIS<sup>180</sup>.

// **HOSPITALISATIONS:** Pour Toronto, Calgary, et Vancouver, l'Estimateur des coûts par patient a permis d'extraire des estimations de coût par hospitalisation pour causes respiratoires. Les estimations provinciales ont ensuite été rajustées à la hausse ou à la baisse pour correspondre à des estimations régionales fondées sur le rapport des coûts régionaux moyens sur les coûts provinciaux moyens. Dans le cas de Montréal, les données de 2005–2006 ont été tirées du modèle du Coût des maladies attribuables à la pollution atmosphérique, puis mises à l'échelle pour 2008–2009 en fonction de la croissance des coûts observée en Ontario.

// **CONSULTATIONS AUX URGENCES:** À l'aide des données de l'ICIS pour l'Ontario de 2008, nous avons élaboré une estimation des frais d'une consultation aux urgences pour problèmes respiratoires, puis nous avons procédé à une mise à l'échelle pour les trois autres provinces.

// **MÉDICAMENTS FINANCÉS PAR LE SYSTÈME PUBLIC:** Nous avons estimé le coût des médicaments pour chaque résultat et déterminé le coût qui serait assumé par le système public d'après la part des coûts de médicaments finaux qui sont financés par le système public.

// **CONSULTATION MÉDICALE:** Nous nous sommes servi du modèle de Coût des maladies attribuables à la pollution atmosphérique pour recenser la fréquence des consultations médicales, en Ontario, associées à des troubles respiratoires mineurs et nous nous sommes servi des données de l'Ontario Medical Association pour estimer le coût de ces visites. Les coûts dans les autres provinces sont estimés en fonction du coût relatif des services.

**TROISIÈMEMENT,** nous avons fait la somme des coûts par résultat de santé pour élaborer nos estimations pour chaque type de maladie. La distribution des frais entre les résultats qui en découlent était largement similaire, peu importe la ville et l'intervalle de temps.

#### PRÉMISSSES SOUS-JACENTES À L'ANALYSE D'ADAPTATION

**TOITS VERTS:** Nous présumons que le remplacement de 50 millions de mètres carrés de toits conventionnels par des toits verts extensifs pourrait entraîner une réduction de 1 °C des températures estivales à Toronto. Cette relation provient d'une étude de la Ville de Toronto qui analysait les avantages environnementaux de la mise en œuvre élargie d'un programme de toits verts<sup>181</sup>. Nous présumons que le stock actuel de toits traditionnels atteint la fin de sa vie utile avant d'être remplacés, donc que l'installation

des toits verts aura lieu entre 2035 et 2050. Le coût de l'installation et de l'entretien des toits verts provient de données de l'Office de protection de la nature de Toronto et de la région<sup>182</sup>. Les avantages de l'installation générale de toits verts sont ceux qui sont associés à la réduction du nombre de décès à cause de la chaleur associée au changement climatique.

**CONTRÔLE DE L'OZONE :** Nous avons élaboré des estimations du coût du contrôle de la pollution à partir des estimations de la Environmental Protection Agency<sup>183</sup> et les avons appliquées à Toronto comme procuration. Ces estimations reposent sur le coût des technologies de contrôle des émissions qui existent en ce moment et de celles qui viendront, et c'est pourquoi notre analyse ne produit que des estimations d'ampleur. Il pourrait s'agir de brûleurs à faible NO<sub>x</sub> ou de peintures à faible COV. Nos avantages sont ensuite estimés en appliquant la VVS au nombre de décès évités par la lutte contre la pollution.

## LIMITES

Par nécessité, nous avons déterminé des prémisses principales et des simplifications lors de notre analyse, lesquelles nous énumérons ci-après. Ces prémisses et simplifications amènent une certaine incertitude dans l'analyse, et influent sur l'ampleur et la direction des répercussions physiques estimées et des coûts correspondants, avec et sans adaptation.

// Les relations entre la température et les taux de décès, et entre la température et la formation d'ozone que nous trouvons dans la documentation pertinente sont transférées dans les villes, aux fins de notre analyse. Nous avons fait attention de choisir des études sources applicables à notre contexte, mais les relations peuvent, dans les faits, varier à cause de différentes circonstances environnementales, géographiques et sociales.

// Les relations entre la température et les taux de décès, et entre la température et la formation d'ozone sont linéaires pour chaque intervalle de temps.

// Nous ne séparons pas les répercussions par groupe d'âge à cause des restrictions des données. Les répercussions seront différentes d'un groupe d'âge à l'autre, chez les enfants, chez les aînés, et ceux dont la santé est déjà minée et qui sont les plus vulnérables.

// Nous traitons l'effet de la chaleur et des concentrations d'ozone sur les taux de décès comme s'ils étaient indépendants et cumulatifs. La qualité de l'air et la chaleur pourraient avoir des effets de synergie sur la santé, empirant les résultats généraux. Cependant, il n'y a pas abondance de preuves pour étayer une prémisse à part l'aspect cumulatif. Notre approche est justifiée du fait que les études sources pour la dérivation des effets de la chaleur et de l'ozone contrôlaient l'autre facteur environnemental dans leur analyse.

// Nous ne faisons aucune prémisse concernant l'acclimatation à la hausse des températures au fil du temps. Les gens sont susceptibles de s'acclimater aux températures plus élevées, mais une incertitude demeure quant à l'ampleur et au rythme de ce phénomène. Un degré d'acclimatation est inhérent à notre analyse, étant donné qu'elle se base sur des relations observées entre la température et les taux de décès.

Cependant, s'il y a meilleure acclimatation, les répercussions du changement climatique seront moindres que ce que notre analyse n'estime.

// Les gens peuvent, de leur propre chef, s'adapter à des températures plus chaudes, et les systèmes de réponse aux alertes de chaleur qui émergent actuellement peuvent également améliorer l'adaptation. Une société future plus riche peut être capable de s'offrir de meilleurs niveaux d'air conditionné. Ceci pourrait réduire les taux de décès découlant de la hausse de la température.

// Nous évaluons l'effet des changements de la température moyenne sur les taux de décès plutôt que sur les changements d'intensité et de durée des vagues de chaleur. La fréquence, l'intensité et la durée des vagues de chaleur doivent augmenter à mesure du changement climatique; nos résultats sont donc prudents.

// Nous présumons que la hausse de température attribuable au changement climatique est le seul facteur influant sur la concentration d'ozone pour l'avenir. Il nous faudrait faire quelques prémisses pour élaborer des prévisions de la qualité de l'air, y compris les concentrations d'ozone, ce qui dépassait la portée de cette analyse. En pratique, dans notre scénario de changement climatique faible, les niveaux de pollution atmosphérique seraient probablement moindres que dans le scénario de changement climatique élevé (et il en serait probablement de même dans les deux scénarios à croissance lente).

// Nous présumons qu'une hausse des concentrations d'ozone est le seul impact du changement climatique sur la qualité de l'air. D'autres prévoient une hausse des émissions de composés chimiques nocifs par les plantes (composés organiques volatils) et les sols (oxyde nitrique), par la production de pollens et autres aéroallergènes.

// Nous avons eu recours à la VVS pour estimer l'impact économique de l'augmentation du risque de décès. D'autres paramètres d'évaluation économique semblables font varier les estimations de coût selon le nombre estimé d'années desquelles les décès sont retardés et selon la qualité de la santé d'une personne pendant ces années. En ce qui a trait à la VVS, il y a moins consensus quant à la valeur appropriée de ces techniques d'évaluation de rechange, mais de façon générale, les coûts estimés par ces approches seraient moindres qu'à l'aide de la VVS.

// Les écarts statistiques devraient nous porter à sous-estimer le coût réel pour le système de soins de santé public. Certaines catégories de coût se sont révélées impossibles à dériver de façon crédible, comme c'est le cas du coût des inhalothérapeutes. Au sein de certaines catégories de coût, les coûts ne sont pas tous représentés, les carences les plus importantes étant les coûts des médecins associés aux hospitalisations et aux rendez-vous aux urgences.

// Les coûts unitaires relatifs à la consommation de médicaments, quoique rajustée en dollars courants, proviennent d'une étude ontarienne des années 1990. Comme la consommation de médicaments est un élément important de nos estimations des coûts des soins de santé, des coûts unitaires mis à jour et établis par ville amélioreraient nos estimations, tout comme une répartition par maladie des dépenses de médicaments pour le régime public par rapport au régime privé.

## 8.6 PARTICIPATION DES INTERVENANTS EXPERTS

Liste des personnes qui ont contribué au projet par le biais de mécanismes de participation officiels, avec leur affiliation au moment de leur participation.

## SÉANCE D'ORIENTATION SUR LES IMPACTS CLIMATIQUES

*Réunion tenue le 30 juillet 2009 dans le but de solliciter des commentaires sur les aspects les plus utiles des études sectorielles*

### **Pablo Benitez**

Économiste en chef  
Marbek Resource Consultants Ltd.

### **Quentin Chiotti**

Directeur du programme des changements climatiques  
et chercheur principal  
Pollution Probe

### **Claude DesJarlais**

Directeur  
Ouranos

### **Mohammed Dore**

Professeur d'économie  
Université Brock

### **Deborah Hartford**

Directrice administrative  
ACT, Université Simon Fraser

### **Joan Klaassen**

Climatologue/météorologue principale  
Environnement Canada

### **Paul Kovacs**

Directeur administratif  
Institute for Catastrophic Loss Reduction

### **Luis Leigh**

Directeur  
Évaluation et analyse des politiques environnementales  
Environnement Canada

### **Don Lemmen**

Gestionnaire de recherches  
Politique et planification stratégique  
Ressources naturelles Canada

### **James MacLellan**

Chercheur  
Répercussions climatiques et adaptation au changement  
Environnement Canada  
Professeur auxiliaire  
Université York

### **Geoff McCarney**

Étudiant au doctorat  
Université Columbia

### **Brian Mills**

Chercheur, Répercussions climatiques  
et adaptation au changement  
Environnement Canada

### **Nancy Olewiler**

Directrice  
Programme des politiques publiques  
Université Simon Fraser

### **Kathleen O'Neill**

Gestionnaire  
Direction des politiques stratégiques  
Ministère de l'Environnement de l'Ontario

### **Paul Watkiss**

Consultant  
Paul Watkiss Associates

### **Tim Williamson**

Économiste, développement durable  
Ressources naturelles Canada

## COMITÉ CONSULTATIF SUR LES IMPACTS ET L'ADAPTATION

*Les membres du comité consultatif se sont rencontrés à quatre reprises en 2010 pour fournir des rétroactions sur les études sectorielles.*

### **Elizabeth Atkinson**

Gestionnaire  
Direction des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques  
Ressources naturelles Canada

### **Peter Berry**

Analyste politique principal  
Bureau du changement climatique et de la santé  
Santé Canada

### **Richard Boyd**

Analyste principal des politiques  
Climate Change Central

### **Quentin Chiotti**

Directeur des questions scientifiques  
et chercheur principal  
Pollution Probe

### **David Greenall**

Leader  
Responsabilité d'entreprise et développement durable  
Deloitte (Ottawa)

### **Paul Lansbergen**

Secrétaire de l'Association et directeur  
Énergie, économie et changement climatique  
Association des produits forestiers du Canada

### **James MacLellan**

Chercheur  
Répercussions climatiques et adaptation au changement  
Environnement Canada  
Professeur auxiliaire  
Université York

### **Dean Munde**

Directeur  
Secrétariat du changement climatique  
Ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick

### **Kathleen O'Neill**

Gestionnaire  
Direction des politiques stratégiques  
Ministère de l'Environnement de l'Ontario

### **Matt Parry**

Directeur  
Direction de la politique stratégique  
Environnement Canada

### **Robert Tremblay**

Directeur  
Bureau d'assurance du Canada

### **Shannon Watt**

Conseillère en politiques  
Fédération canadienne des municipalités

## SÉANCES D'INFORMATION RÉGIONALES

*La TRNEE a tenu cinq séances régionales en octobre 2010 pour recueillir des rétroactions sur les résultats des études sectorielles.*

### **DARTMOUTH**

#### **Norm Catto**

Université Memorial

#### **John Charles**

Real Property Planning  
Ville d'Halifax

#### **Cameron Ells**

Cameron Consulting Inc.

#### **Jen Graham**

Ecology Action Centre

#### **Will Green**

Direction du changement climatique  
Gouvernement de la Nouvelle-Écosse

#### **James Hudson**

Secrétariat du changement climatique  
Gouvernement du Nouveau-Brunswick

## DARTMOUTH

### Don Jardine

DE Jardine Consulting

### Mary Kilfoil

Gardner Pinfold Consultants

### Carolyn Marshall

Environnement Canada

### Kyle McKenzie

Direction du changement climatique  
Gouvernement de la Nouvelle Écosse

### John Odenthal

Direction du changement climatique  
Gouvernement de la Nouvelle Écosse

### Michael D. Riley

Riley Environment Ltd.

## MONTRÉAL

### Alain Bourque

Ouranos

### Dominique Filion

Ville de Montréal

### Lisa Gue

Fondation David Suzuki

### Jacinthe Lacroix

Service météorologique du Canada  
Environnement Canada

### Gilles Rivard

Aquapraaxis

## TORONTO

### Heather Black

Affaires municipales et Logement  
Gouvernement de l'Ontario

### Scott Butler

Ontario Good Roads Association

### Louis Desrosiers

Ministère de l'Environnement  
Gouvernement de l'Ontario

### Stephanie Gower

Environmental Protection Office  
Ville de Toronto

### Maureen Johnston

Ministère de l'Infrastructure  
Gouvernement de l'Ontario

### Amy Leung

Ministère de l'Environnement  
Gouvernement de l'Ontario

### Jana Levison

Ontario Centre for Engineering and Public Policy

### David MacLeod

Toronto Environment Office  
Ville de Toronto

### Brian Mills

Répercussions climatiques et adaptation au changement  
Environnement Canada

### Alex Phillips

Ministère de l'Environnement  
Gouvernement de l'Ontario

### Amanda Powers

Ministère de l'Environnement  
Gouvernement de l'Ontario

### Jonathan Sass

Association médicale de l'Ontario

### Gary Todd

Bureau de la conception et des normes de contrat  
Ministère des Transports

### John Wellner

Association médicale de l'Ontario

## VANCOUVER

### Mike Brotherston

Corporation of Delta

### Brent Burton

Metro Vancouver

### Lesley Cabott

Lesley Cabott Consulting

### Stewart Cohen

Répercussions climatiques et adaptation au changement  
Environnement Canada

### Deborah Harford

ACT – Adaptation to Climate Change Team

## VANCOUVER

### Thomas James

Commission géologique du Canada  
Ressources naturelles Canada

### Neil Peters

Opérations régionales  
Ministère de l'Environnement

### Jennifer Pouliotte

Ministère de l'Environnement de la C.-B.

### Jasal Shah

Water Stewardship Division  
Ministère de l'Environnement

### Kristi Tatabe

Université de la Colombie-Britannique

### Sinclair Tedder

Ministère des Forêts et du Territoire  
Colombie-Britannique

## SASKATOON

### Chris Bendig

Services environnementaux  
Ville de Saskatoon

### Wayne Gosselin

Climate Change Branch  
Ministère de l'Environnement de la Saskatchewan

### Kim Graybiel

Ministère de l'Environnement de la Saskatchewan

### Bob Halliday

R. Halliday & Associates

### Susan Lamb

Meewasin Valley Authority

### Chris Richards

Services environnementaux  
Ville de Saskatoon

### Steve Roberts

Gestion des incendies et protection des forêts  
Ministère de l'Environnement de la Saskatchewan

### Elaine Wheaton

Saskatchewan Research Council

### Virginia Wittrock

Saskatchewan Research Council

### Bob Wynes

Services des forêts  
Ministère de l'Environnement de la Saskatchewan

## EXPERTS QUI ONT FOURNI DES ÉVALUATIONS DE LEURS PAIRS ET D'AUTRES TYPES DE CONSEILS DURANT LA RECHERCHE

Zachary Alaoui  
Brian Anderson  
Harry Archibald  
Colin Baker  
Peter Barry  
Mark Berkovitz  
Jim Bruce  
Brent Burton  
Scott Butler  
Peter. T. Bziuk  
Bernard Cantin  
John Clarkson  
Stuart Cohen  
Paul de Civita  
Julie Desjardins

Claude Desjarlais  
Darryl Dormuth  
Daryl Finlayson  
Tim Folkins  
Donald L. Forbes  
Andrea Gabber  
Rory Gilson  
John Giraldez  
Stephanie Gower  
Eric Haites  
Phil Hill  
James Hudson  
Frank Hull  
Mark Jaccard  
Bruno Jacques

Karen Keenleyside  
Pam Kertland  
Joan Klaassen  
Paul Lansbergen  
Luis Leigh  
Tony Lempriere  
Dave Linden  
Brian Mills  
David Morley  
Robert Morris  
Dean Munde  
Chad Nelson  
Dirk Nyland  
Susan O'Connor  
Aynslie Ogden

Nancy Olewiler  
Jotham Peters  
Atmo Prasad  
David T. Price  
Dave Sawyer  
Ryan Schwartz  
Slobodan P. Simonovic  
Steve Solomon  
Paul Watkiss  
Marion Weber  
Suzanne White  
Jeremy Williams  
Tim Williamson  
Alexander Wood  
Dimitri Zenghelis

## 8.7 GLOSSAIRE

TERME	DEFINITION
<b>ADAPTATION</b>	Accommodation des systèmes naturels ou des systèmes humains aux stimuli climatiques réels ou prévus ou à leurs effets, afin d'en atténuer les dommages ou d'en exploiter les avantages. On distingue plusieurs sortes d'adaptation, notamment l'adaptation anticipatoire, autonome et planifiée <sup>184*</sup> .
<b>ATTÉNUATION</b>	Dans le contexte du changement climatique, l'atténuation désigne une intervention visant à réduire les effets négatifs des humains sur le système climatique; elle comprend des stratégies visant à réduire les sources et les émissions de gaz à effet de serre et à renforcer l'efficacité des puits de GES <sup>201*</sup> .
<b>BIODIVERSITÉ</b>	Biodiversité au sein des organismes et des écosystèmes à diverses échelles spatiales (des gènes aux biomes entiers) <sup>186</sup> .
<b>CAPACITÉ D'ADAPTATION</b>	La totalité des possibilités, des ressources et des institutions propres à un pays, à une région, à une collectivité ou à un groupe, servant à mettre en œuvre des mesures efficaces d'adaptation <sup>185*</sup> .
<b>CHANGEMENT CLIMATIQUE</b>	Un changement important et persistant des conditions climatiques d'une région, ou des conditions extrêmes <sup>188</sup> .
<b>CLIMAT</b>	Au sens étroit du terme, le climat désigne d'habitude le « temps moyen » ou, plus précisément, se réfère à une description statistique fondée sur la moyenne et la variabilité de variables comme la température, les précipitations et le vent sur des périodes allant de quelques mois à des milliers, voire des millions d'années. Au sens élargi du terme, le climat désigne l'état du système climatique <sup>187*</sup> .
<b>COÛT</b>	Domage économique résultant du changement climatique.
<b>DÉSASTRE</b>	Phénomène social résultant de l'interaction d'un risque et d'une vulnérabilité qui dépasse ou submerge la capacité de résistance et peut menacer la sécurité, la santé et le bien-être, et causer des dommages à la propriété ou à l'environnement de personnes <sup>189</sup> .
<b>DOMMAGE</b>	Effet physique négatif résultant du changement climatique.
<b>ÉCOSYSTÈME</b>	Système interactif composé de tous les organismes vivants et de leur environnement physique et chimique dans une aire donnée. Les écosystèmes couvrent une hiérarchie d'échelles spatiales <sup>190*</sup> .

\* Définition adaptée de la source

<b>EFFET D'ÎLOT THERMIQUE URBAIN</b>	Phénomène par lequel la température de zones urbaines affiche plusieurs degrés de plus que les zones rurales avoisinantes à cause de la concentration relative des surfaces asphaltées ou foncées urbaines qui absorbent la chaleur.
<b>ÉVAPOTRANSPIRATION</b>	Processus combiné d'évaporation de l'eau à la surface de la terre et de transpiration de la végétation <sup>191</sup> .
<b>EXPOSITION</b>	Nature et degré d'exposition d'un système aux variations climatiques importantes <sup>192</sup> .
<b>FORESTERIE</b>	Foresterie et exploitation des forêts, incluant la cueillette et la production de bois d'œuvre, le reboisement et la récolte de produits forestiers <sup>195</sup> .
<b>GESTION DU RISQUE</b>	Une approche systématique visant à établir la meilleure ligne de conduite à adopter en régime d'incertitude, déterminée par l'application de politiques, de procédures et de pratiques de gestion à l'analyse, à l'évaluation, au contrôle et à la communication des questions relatives au risque <sup>205</sup> .
<b>HABITAT</b>	Emplacement ou foyer naturel où vivent des plantes, des animaux ou des organismes étroitement reliés <sup>198</sup> .
<b>IMPACTS</b>	Effets du changement climatique sur les systèmes naturels et humains <sup>199</sup> .
<b>INCERTITUDE</b>	Expression de la mesure dans laquelle une valeur (p. ex. l'état futur du système climatique) est inconnue. L'incertitude peut résulter du manque de données ou d'une divergence entre ce qui est connu et ce qui peut être connu. Elle peut provenir de différentes sources, depuis les erreurs quantifiables dans les données et dans les concepts ou la terminologie, en passant par des projections de comportements humains incertaines <sup>207</sup> .
<b>INCITATIFS</b>	Moyen de favoriser ou de prévenir certains types de comportement. La fourniture d'information pertinente, les signaux de prix, la réglementation ainsi que les récompenses ou sanctions pécuniaires sont des exemples d'incitatifs. Les incitatifs peuvent être des mesures bien précises ou des conditions fortuites.
<b>INDUSTRIE FORESTIÈRE</b>	L'industrie forestière inclut la foresterie et l'exploitation des forêts, la fabrication des pâtes et papiers et des produits du bois <sup>194</sup> .
<b>INFRASTRUCTURE</b>	L'assise d'une société, d'une collectivité ou d'une entreprise. Comprend les actifs, les installations ou les systèmes qui servent à fournir des biens ou des services <sup>200</sup> .
<b>MAUVAISE ADAPTATION</b>	Stratégie qui réduit un type de vulnérabilité mais qui en augmente un autre du même coup. Par exemple, subventionner l'assurance-inondation peut favoriser la mauvaise adaptation en encourageant les gens à s'installer dans des régions susceptibles d'être inondées.

<b>MODÈLE INFORMATIQUE D'ÉQUILIBRE GÉNÉRAL (IEG)</b>	Modèles économiques servant à estimer les effets des politiques et d'autres facteurs, notamment des changements technologiques, sur l'ensemble de l'économie.
<b>PERGÉLISOL</b>	Sol (sol proprement dit ou roche, y compris la glace et les substances organiques) dont la température reste égale ou inférieure à 0°C pendant au moins deux années consécutives <sup>202</sup> .
<b>PHÉNOMÈNE MÉTÉOROLOGIQUE EXTRÊME</b>	Un événement rare selon les statistiques relatives à sa fréquence en un lieu donné. Si les définitions du mot «rare» varient considérablement, un phénomène météorologique extrême devrait normalement être aussi rare, sinon plus, que les 10e ou 90e percentiles. Par définition, les caractéristiques de ce qu'on appelle «condition météorologique extrême» peuvent varier d'un endroit à l'autre <sup>193</sup> .
<b>PRODUIT INTÉRIEUR BRUT</b>	Valeur sans double compte des biens et services produits dans le territoire économique d'un pays ou d'une région au cours d'une période donnée <sup>197</sup> .
<b>RATIO AVANTAGES-COÛTS</b>	Rapport entre les avantages économiques d'une mesure et son coût. Un rapport supérieur à 1 indique que les avantages sont supérieurs aux coûts.
<b>RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE</b>	Augmentation de la température moyenne près de la surface de la Terre et dans la basse atmosphère. Désigne souvent le réchauffement résultant de l'accroissement des émissions de gaz à effet de serre attribuable à des activités humaines. Le réchauffement planétaire est un type de changement climatique qui peut aussi entraîner d'autres changements dans les conditions climatiques, par exemple dans le régime des précipitations <sup>196</sup> .
<b>RÉSILIENCE</b>	Capacité d'un système social ou écologique d'absorber des perturbations tout en conservant sa structure de base et ses modes de fonctionnement ainsi que sa capacité de s'organiser et de s'adapter au stress et au changement <sup>203</sup> .
<b>RISQUE</b>	Une combinaison de la probabilité (probabilité d'occurrence) et des conséquences d'un événement défavorable (p. ex., danger lié au climat) <sup>204</sup> . Compte tenu du caractère multidimensionnel du changement climatique, dans l'évaluation du risque, les praticiens se posent trois questions : Que peut-il se produire ? Quel est le degré de probabilité que cela se produise ? Si cela se produit, quelles sont les conséquences ? Le risque que présentent les effets du changement climatique englobe donc une menace ou un danger (le changement climatique étant source ou facteur de répercussions négatives); des répercussions négatives (pertes ou détérioration de conditions appréciées par les Canadiens, telles que l'existence de collectivités et d'écosystèmes sains); et l'incertitude quant à l'occurrence de ces répercussions.
<b>SCÉNARIO</b>	Représentation simplifiée du climat futur fondé sur un ensemble crédible d'hypothèses. Nos scénarios reflètent l'étendue du changement climatique à venir de même que la croissance de l'économie et de la population canadiennes.

\* Définition adaptée de la source

<b>SENSIBILITÉ</b>	Degré auquel un système est touché, de façon favorable ou défavorable, par la variabilité du climat ou le changement climatique. Les effets peuvent être directs (p. ex., la modification des rendements agricoles attribuable à un changement de la valeur moyenne, de l'amplitude ou de la variabilité de la température) ou indirects (p. ex., les dommages causés par une augmentation de la fréquence des inondations côtières en raison d'une élévation du niveau de la mer) <sup>206</sup> .
<b>TEMPS</b>	État de l'atmosphère à un moment et à un endroit donnés pour ce qui est de la température, de la pression atmosphérique, de l'humidité, du vent, de la nébulosité et des précipitations. Désigne surtout les conditions sur une courte période <sup>210</sup> .
<b>TOIT VERT</b>	Toit d'un immeuble couvert de végétation.
<b>VALEUR ACTUELLE</b>	Valeur actuelle d'un coût futur calculé en fonction d'un taux d'escompte donné.
<b>VALEUR DE LA VIE STATISTIQUE</b>	Valeur économique reflétant la volonté de gens de payer pour la réduction des risques. C'est une mesure basée sur le regroupement de plusieurs risques mineurs et leurs effets sur une population exposée <sup>208</sup> .
<b>VULNÉRABILITÉ</b>	Mesure dans laquelle un système est sensible – et incapable de faire face – aux effets défavorables du changement climatique, y compris la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité au changement climatique est une fonction de la nature, de l'ampleur et du rythme de la variation du climat à laquelle le système considéré est exposé, de la sensibilité de ce système et de sa capacité d'adaptation <sup>209*</sup> .

## 8.8 BIBLIOGRAPHIE

Affaires indiennes et du Nord Canada. *Projets d'adaptation aux changements climatiques actuels et passé*, 2010, cité le 18 mars 2011, affiché à : <http://www.ainc-inac.gc.ca/enr/clc/adp/ppccap/index-fra.asp>.

Amiro, B.D., B.J. Stocks, M.E. Alexander, M.D. Flannigan, et B.M. Wotton. « Fire, climate change, carbon and fuel management in the Canadian boreal forest », *International Journal of Wildland Fire*, n°10 (2001), p. 405-413.

Anderson, B.G., et M.L. Bell. « Weather-Related Mortality: How Heat, Cold and Heat Waves Affect Mortality in the United States », *Epidemiology*, vol. 20, n°2 (2009), p. 205-213.

« Arctic tourists evacuated because of global warming », *The Vancouver Province*, 1<sup>er</sup> août 2008.

Association canadienne de normalisation. *Risk Management: Guidelines for Decision-makers*, 1997.

Association des produits forestiers du Canada. *Le nouveau visage de l'industrie forestière canadienne : une biorévolution en devenir*, Ottawa, 2011.

Banque mondiale, IUCN, et ESA PWA. *Capturing and Conserving Natural Coastal Carbon: Building mitigation, advancing adaptation*, 2010.

Banting, D, H. Doshi, L. James, P. Missios, A. Au, B.A. Currie, et M. Verrati. *Report on the environmental benefits and costs of green roof technology for the City of Toronto*, 2005.

Becken, S. *The Importance of Climate and Weather for Tourism. Land Environment & People*, 2010.

\* Définition adaptée de la source

- Bernatchez, P., C. Fraser, S. Friesinger, Y. Jolivet, S. Dugas, S. Drejza, et A. Morissette. *Sensibilité des côtes et vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques*. Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski, rapport de recherche remis au Consortium OURANOS et au FACC, 2008.
- Berry, P., Q. Chiotti, K. Clarke, G. Fry, C. Furgal, D. Riedel, et J. Séguin. « Vulnérabilités aux dangers naturels et aux phénomènes météorologiques extrêmes », dans Santé et changements climatiques : Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada, préparé par J. Séguin, Ottawa (Ontario), Santé Canada, 2008.
- Berry, P., G. McBean, et J. Séguin. *Vulnérabilités aux dangers naturels et aux phénomènes météorologiques extrêmes*. Dans : Séguin, J., éditeur. Santé et changements climatiques : Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada, Ottawa (Ontario), Santé Canada, 2008.
- Bloomer, B.J., J.W. Stehr, C.A. Piety, R.J. Salawitch, et R.R. Dickerson. « Observed relationships of ozone air pollution with temperature and emissions », *Geophysical Research Letters* 36, 2009.
- British Columbia Ministry of Environment. *Fraser Freshet Sector SW (map)*, 2007, affiché à : [http://www.env.gov.bc.ca/wsd/public\\_safety/flood/pdfs\\_word/sector\\_sw.pdf](http://www.env.gov.bc.ca/wsd/public_safety/flood/pdfs_word/sector_sw.pdf).
- British Columbia Ministry of Environment. *Flood Hazard Management in British Columbia: Who is Responsible?*, 2011, ND, cité le 7 février 2011, affiché à : [http://www.env.gov.bc.ca/wsd/public\\_safety/flood/brochur2.html#flooding](http://www.env.gov.bc.ca/wsd/public_safety/flood/brochur2.html#flooding).
- British Columbia Ministry of Forest Mines and Land. *Mountain Pine Beetle Action Plan 2006-2011*, 2006.
- British Columbia Ministry of Forest Mines and Land. *Mountain Pine Beetle*, 2011, affiché à : [http://www.for.gov.bc.ca/hfp/mountain\\_pine\\_beetle/faq.htm#10](http://www.for.gov.bc.ca/hfp/mountain_pine_beetle/faq.htm#10).
- British Columbia Ministry of Forests and Range. *Adapting to Climate Change. Future Forest Ecosystems Initiative. 2007/08 – 2009/10 Strategic Plan*, 2008.
- British Columbia Ministry of Natural Resource Operations Wildfire Management Branch. *Pest and Forest Management Costs*, communication personnelle, 2011.
- British Columbia Ministry of Public Safety and Solicitor General. *News Release: B.C. Supports Delta Flood Victims*, cité le 7 février 2011, 7 février 2011, affiché à : [http://www.corp.delta.bc.ca/assets/Municipal~Hall/PDF/bc\\_flood\\_release.pdf](http://www.corp.delta.bc.ca/assets/Municipal~Hall/PDF/bc_flood_release.pdf).
- Browne, S., et L. Hunt. *Climate change and nature-based tourism, outdoor recreation, and forestry in Ontario: Potential effects and adaptation strategies*, 2007.
- Bureau de l'eau, de l'air et des changements climatiques. Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs. *Communiquer les risques des périodes de chaleur accablante pour la santé : Trousse à l'intention des responsables de la santé publique et de la gestion des urgences*, édité par Santé Canada, 2011.
- CBC News. *Erosion study could affect new development*, 2011, cité le 7 février 2011, affiché à <http://www.cbc.ca/canada/prince-edward-island/story/2011/01/12/pei-shoreline-erosion-584.html>.
- Charil, Arnaud, David P. Laplante, Cathy Vaillancourt, et Suzanne King. « Prenatal stress and brain development », *Brain Research Reviews*, n°65 (2010), p. 56-79.
- Ciscar, Juan-Carlos, Ana Iglesias, Luc Feyen, László Szabó, Denise Van Regemorter, Bas Amelung, Robert Nicholls, Paul Watkiss, Ole B. Christensen, Rutger Dankers, Luis Garrote, Clare M. Goodess, Alistair Hunt, Alvaro Moreno, Julie Richards, et Antonio Soria. « Physical and economic consequences of climate change in Europe », *PNAS*, 2011.
- City of Delta. *Flood Management Plan 2009*, 2011, cité le 7 février 2011, affiché à : [http://www.corp.delta.bc.ca/assets/Engineering/PDF/flood\\_mgmt\\_plan.pdf](http://www.corp.delta.bc.ca/assets/Engineering/PDF/flood_mgmt_plan.pdf)
- City of Toronto. *Ahead of the Storm... Preparing Toronto for Climate Change: Development of a climate change adaptation strategy*, 2008, affiché à : [http://www.toronto.ca/teo/pdf/ahead\\_of\\_the\\_storm.pdf](http://www.toronto.ca/teo/pdf/ahead_of_the_storm.pdf).
- Clarke, Corrie, Peter Adriaens, et F. Brian Talbot. « Green Roof Valuation: A Probabilistic Economic Analysis of Environmental Benefits », *Environmental Science and Technology*, vol. 42, n°6 (2008), p. 2155-2161.
- Collaborative for Advanced Landscape Planning. *Participatory Flood Management Planning in Delta, BC – BC Regional Adaptation Collaborative*, 2011, ND, cité le 7 février 2011, affiché à : <http://www.calp.forestry.ubc.ca/news/participatory-flood-management-planning-in-delta-bc-%e2%80%93-bc-regional-adaptation-collaborative-natural-resources-canada-regional-adaptation-collaborative-and-the-fraser-basin-council/>
- Commission for Environmental Cooperation of North America. *North American Environmental Atlas*, publié par GreenInfo Network, San Francisco (CA), ND.
- Conférence régionale des élus de la Côte-Nord, et Gouvernement du Québec. *Entente spécifique sur l'érosion des berges de la Côte-Nord : Les faits saillants. Vers un plan de gestion intégrée des zones côtières*, 6 octobre 2004.

Conseil canadien des ministres des forêts. *Une vision pour les forêts du Canada. 2008 et au-delà*, Ottawa, Ressources naturelles Canada, 2008.

Convention sur la diversité biologique du PNUE. *Décision adoptée par la Conférence des Parties à la Convention sur la biodiversité à sa dixième réunion : Biodiversité et changement climatique*, Nagoya, Japon, 2010.

Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique. *Rapport de la quinzième session de la Conférence des Parties tenue à Copenhague du 7 au 19 décembre 2009, Addendum, Deuxième partie : Mesures prises par la Conférence des Parties à sa quinzième session*, 2009.

Coutts, Andrew M., Jason Beringer, et Nigel J. Tapper. « Investigating the climatic impact of urban planning strategies through the use of regional climate modelling: a case study for Melbourne, Australia », *International Journal of Climatology*, vol. 28, n°14 (2008), p. 1943-1957.

Curriero, Frank C., Jonathan M. Samet, et Scott L. Zeger. Lettres au rédacteur : « On the use of generalized additive models in time series studies of air pollution and health » et « Temperature and mortality in 11 cities of the eastern united states », *American Journal of Epidemiology*, vol. 158, n°1 (2003), p. 93-94.

Dasgupta, Susmita, Benoit Laplante, Siobhan Murray, et David Wheeler. *Sea-Level Rise and Storm Surges: A Comparative Analysis of Impacts in Developing Countries*, Development Research Group, The World Bank, Environment and Energy Team, 2009.

Davidson, Debra J., Tim Williamson, et John R. Parkins. « Understanding Climate change risks and vulnerability in northern forest-based communities », *Canadian Journal of Forest Research*, n°33 (2008), p. 2252-2261.

Dawson, John P., Peter J. Adams, et Spyros N. Pandis. « Sensitivity of ozone to summertime climate in the eastern USA: A modeling case study », *Atmospheric Environment*, vol. 41, n°7 (2007), p. 1494-1511.

Direction de l'environnement et de la protection des forêts, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, et Gouvernement du Québec. *Coûts associés aux feux de forêt et aux insectes et maladies des arbres - Québec*, communication personnelle, 2011.

Division des gaz provoquant l'effet de serre. *Le rapport d'inventaire national 1990-2008 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada*, Environnement Canada, 2010.

Doyon, B., D. Belanger, et Pierre Gosselin. « The potential impact of climate change on annual and seasonal mortality for three cities in Quebec, Canada », *International Journal of Health Geographics*, vol. 7, n°23 (2008).

Dudley, N., S. Stolton, A. Belokurov, L. Krueger, N. Lopoukhine, K. MacKinnon, T. Sandwith, et N. Sekhran. *Natural solutions: Protected areas helping people cope with climate change*. Gland (Switzerland), Washington DC et New York (USA), IUCN-WCPA, CNC, PNUD, SMC, Banque mondiale, WWF, 2010.

Ebi, Kristie L., et Glenn McGregor. « Climate Change, Tropospheric Ozone and Particulate Matter, and Health Impacts », *Environmental Health Perspectives*, vol. 116, n°11, 2008.

Ebi, Kristie L., Thomas J. Teisberg, Laurence S. Kalkstein, Lawrence Robinson, et Rodney F. Weiher. « Heat Watch/Warning Systems Save Lives: Estimated Costs and Benefits for Philadelphia 1995-98 », *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 85, n°8 (2004), p. 1067-1073.

Englin, J., J.M. McDonald, et K. Moeltner. « Valuing ancient forest ecosystems: An analysis of backcountry hiking in Jasper National Park », *Ecological Economics*, vol. 57 (2006), p. 665-678.

Environnement Canada. *Impacts de l'élévation du niveau de la mer et du changement climatique sur la zone côtière du sud-est du Nouveau-Brunswick*, Dartmouth (N.-É.), 2006.

Environnement Canada. *Gouvernement du Canada, rapport d'étape quinquennal : standards pancanadiens relatifs aux particules et à l'ozone*, 2007.

Environnement Canada. *Glossaire*, affiché à : <http://www.ec.gc.ca/default.asp?lang=Fr&xml=7EBE5C5A-D48B-4162-A3E1-A636EFA7AA01>, 2008.

Environnement Canada. *Normales et moyennes climatiques au Canada 1971-2000*, 2010a, cité le 1er février 2011, affiché à : [http://climate.weatheroffice.gc.ca/climate\\_normals/index\\_f.html](http://climate.weatheroffice.gc.ca/climate_normals/index_f.html)

Environnement Canada. *Les Terres humides*, 2010b, cité le 28 février 2011, affiché à : <http://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=27147C37-1>

Environnement Canada. *Les coûts des inondations*, 2010c, cité le 1<sup>er</sup> mars 2011, affiché à : <http://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=02A71110-1>

Environnement Canada. *Système d'alerte-chaleur : Évaluer les effets cumulatifs pour protéger les personnes vulnérables*, 2011, affiché à : <http://www.ec.gc.ca/scitech/default.asp?lang=Fr&n=4B40916E-1&xsl=privateArticles2,viewfull&po=8D2706D0>

Flannigan, M.D., K.A. Logan, B.D. Amiro, W.R. Skinner, et B.J. Stocks. « Future area burned in Canada », *Climatic Change*, vol. 72 (2005), p. 1-16.

Forbes, D.L., G.K. Manson, J. Charles, K.R. Thompson, et R.B. Taylor. *Halifax Harbour Extreme Water Levels in the Context of Climate Change: Scenarios for a 100-year Planning Horizon Geological Survey of Canada*, Ressources naturelles Canada, 2009.

Forest Analysis and Inventory Branch. *Timber Supply and the Mountain Pine Beetle Infestation in British Columbia: 2007 Update*, préparé par BC Ministry of Forests and Range, 2007.

Garnaut, Ross. *The Garnaut climate change review: final report*, Port Melbourne (Vic.), Cambridge University Press, 2008.

Gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010. Ottawa (Ontario), Conseil canadien des ministres de l'Environnement, 2010.

Government of Alberta. *Mountain Pine Beetle in Alberta*, 2009, affiché à <http://www.mpb.alberta.ca/faq/albertasfight.aspx#damaged>.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. « Annexe B : Glossaire, dans Bilan 2001 des changements climatiques : Rapport de synthèse », Contribution des Groupes de travail I, II, et III au *Troisième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*, édité par R.T. Watson et l'Équipe de rédaction principale, Cambridge (Royaume-Uni) et New York, Cambridge University Press, 2001.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. *Changements climatiques 2007 - Quatrième rapport de synthèse du GIEC*, Cambridge (Royaume-Uni), Cambridge University Press, 2007.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. « Changements climatiques 2007 : Conséquences, adaptation et vulnérabilité », contribution du Groupe de travail I au *Quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*, édité par M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden et C. E. Hanson, Cambridge, Cambridge University Press, 2007.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. « Annexe I : Glossaire », dans *Changements climatiques 2007 : Conséquences, adaptation et vulnérabilité*, contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, édité par M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden et C. E. Hanson, Cambridge (Royaume-Uni), Cambridge University Press, 2007a.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. « Annexe II : Glossaire », dans *Changements climatiques 2007 : Rapport de synthèse*, édité par Alfons P. M. Baede, Cambridge (Royaume-Uni), Cambridge University Press, 2007b.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. « Annexe I : Glossaire », dans *Changements climatiques 2007 : Les éléments scientifiques*, contribution du Groupe de travail I au *Quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*, édité par S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor et H. L. Miller, Cambridge (Royaume-Uni), Cambridge University Press, 2007c.

Hallegatte, Stéphane. *A Cost-Benefit Analysis of the New Orleans Flood Protection System*, Center for Environmental Sciences and Policy, Université de Stanford et Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement, École Nationale des Ponts-et-Chaussées, 2006.

Heberger, Matthew, Heather Cooley, Pablo Herrera, Peter H. Gleick, et Eli Moore. *The Impact of Sea-level rise on the California Coast*, California Climate Change Center, 2009.

Hessels, H., J.B. Loomis, et A. Gonzalez-Caban. « Comparing the economic effects of fire on hiking demand in Montana and Colorado », *Journal of Forest Economics*, vol. 10 (2004), p. 21-35.

Hope, Chris. « The marginal impact of CO2 from PAGE2002: An integrated assessment model incorporating the IPCC's five reasons for concern », *Integrated Assessment*, vol. 6, n°1 (2006), p. 19-56.

Hope, Chris. « Discount rates, equity weights and the social cost of carbon », *Energy Economics*, vol. 30, n°3 (2008a), p. 1011-1019.

Hope, Chris. « Optimal carbon emissions and the social cost of carbon over time under uncertainty », *Integrated Assessment*, vol. 8, n°1 (2008b), p. 107-122.

Hunt, Alistair. *Economic Risks and Opportunities of Climate Change For Canada: Technical Guidance for « Bottom-up » Sectoral Studies*, rapport commandé par la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie et Metroeconomica Limited, 2010.

Hunt, L.M., et J. Moore. *The Potential Impacts of Climate Change on Recreational Fishing in Northern Ontario*, Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Centre for Northern Forest Ecosystem Research, 2006.

Hvenegaard, G.T., J.R. Butler, et D.K. Krystofiak. « Economic Values of Bird Watching at Point Pelee National Park, Canada », *Wildlife Society Bulletin*, vol. 17, n°4 (1989), p. 526-531.

Industrie Canada. *Statistiques relatives à l'industrie canadienne : Définition Forêt et exploitation forestière (SCIAN 133)*, 2010a, cité le 8 février 2011, affiché à : <http://www.ic.gc.ca/cis-sic/cis-sic.nsf/IDF/cis-sic113deff.html>

Industrie Canada. *Industries forestières*, 2010b, affiché à : <http://www.ic.gc.ca/eic/site/fi-if.nsf/fra/accueil>

Informetrica Limited. *Multiple Generation Population and Demographic Indicators: Canada and the Provinces, benchmarked to the 2008 update of the 2006 Census*, 2010.

- Institut canadien d'information sur la santé. *Tendances des dépenses nationales de santé, 1975 à 2010*, 2010a.
- Institut canadien d'information sur la santé. *Patient Cost Estimator, 2008- 2009*, 2010b.
- Institut canadien d'information sur la santé. *National Physician Database, 2008- 2009*, 2010c.
- International Wood Markets Group Inc. *Press Release 2010*, cité le 3 mars 2011, 2011, affiché à [http://www.woodmarkets.com/Press%20Releases/10-03-17\\_MPB\\_Press\\_Release%20%20FINAL.pdf](http://www.woodmarkets.com/Press%20Releases/10-03-17_MPB_Press_Release%20%20FINAL.pdf).
- Irving, John. *Sea Dike Provincial Guidelines*, City of Richmond, 2010.
- Jackson, B. *Potential effects of climate change on lake trout in the Atikokan area*, Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Direction de la recherche-développement appliquée, 2007.
- Jacob, Daniel J., et Darrell A. Winner. « Effect of climate change on air quality », *Atmospheric Environment*, vol. 43, n°1 (2009), p. 51-63.
- Jarvis, A., H.I. Reuter, A. Nelson, et E. Guevara. *Hole-filled SRTM for the globe*, préparé par CGIAR-CSI SRTM 90m Database, 2008.
- Johnston, M., T. Williamson, A. Munson, A. Ogden, M. Moroni, R. Parsons, D. Price, et J. Stadt. *Climate change and forest management in Canada: impacts, adaptive capacity and adaptation options. A State of Knowledge report*, Edmonton (Alberta), Sustainable Forest Management Network, 2010.
- Jones, Roger, et Rizaldi Boer. *Assessing Current Climate Risks, dans Adaptation Policy Frameworks for Climate Change*, préparé par le Programme des NationsUnies pour le développement, 2005.
- Judek, S., et D. Stieb. *Air Quality Benefits Assessment Tool (AQBAT)*, Version 1.0 (Revision), 2006.
- Kangesneimi, B., et ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique. *Communication personnelle*, 2007.
- Kaufman, S.D., E. Snucins, J.M. Gunn, et W. Selinger. « Impacts of road access on lake trout (*Salvelinus namaycush*) populations: regional scale effects of overexploitation and the introduction of smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*) », *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, n°66 (2009), p. 212-223.
- Lamy, S., V. Bouchet, K. Buset, S. Cousineau, B. Jessiman, B. Jovic, S. Judek, C. Khoury, T. Kosatsky, E. Litvak, R. Pavlovic, N. Pentcheva, et D. Stieb. « Qualité de l'air, changement climatique et santé », dans *Santé et changements climatiques : Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada.*, édité par J. Séguin, Santé Canada, 2008.
- Laplante, David P., Alain Brunet, Norbert Schmitz, Antonio Ciampi, et Suzanne King. « Project Ice Storm: Prenatal Maternal Stress Affects Cognitive and Linguistic Functioning in 5 ½ Year Old Children », *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, vol. 47, n°9 (2009)
- Laplante, David P., et Suzanne King. « The effects of prenatal maternal stress on children's cognitive development: Project Ice Storm », *Stress*, vol. 8, n°1 (2005), p. 35-45.
- Lecomte, Eugene L., Alan W. Pang, et James W. Russell. *Ice Storm '98*, Toronto, Institute for Catastrophic Loss Reduction (ICLR), 1998.
- Lemmen, D.S, F.J. Warren, et J. Lacroix. « Synthèse », dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*, édité par D. S. Lemmen, F. J. Warren, J. Lacroix et E. Bush, Ottawa (Ontario), Gouvernement du Canada, 2008b.
- Lemmen, D.S., F.J. Warren, et J. Lacroix. « Chapitre 8 : Colombie-Britannique », dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*, édité par D. S. Lemmen, F. J. Warren, J. Lacroix et E. Bush, Ottawa (Ontario), Gouvernement du Canada, 2008a.
- Lemmen, D.S., F.J. Warren, J. Lacroix, et E. Bush. « Chapitre 11 : Glossaire », dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*, édité par le Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario), 2008.
- Lemprière, T.C., P.Y. Bernier, A.L. Carroll, M.D. Flannigan, R.P. Gilzenan, D.W. McKenney, E.H. Hogg, J.H. Pedlar, et D. Blain. *The importance of forest sector adaptation to climate change*, préparé pour Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts et Centre de foresterie du Nord, Edmonton (Alberta), 2008.
- Lindner, M., P. Lasch, et M. Erhard. « Alternative forest management strategies under climatic change - prospects for gap model applications in risk analyses », *Silva Fennica*, vol. 34, n°2 (2000), p. 101-111.
- Lipsig-Mumme, C. *What do we know? What do we need to know? The state of Canadian research on work, employment and climate change*, 2010.
- Luisetti, T., K.Turner, et I. Bateman. *An ecosystem services approach to assess managed realignment coastal policy in England*, 2008.
- Manson, G.K. « On the coastal populations of Canada and the world », dans *Canadian Coastal Conference 2005*, 2005.
- Marbek, Patrick Kinney, et David Anthoff. *Costing Climate Impacts and Adaptation: A Canadian Study on Human Health*. Ottawa (Ontario), Marbek, 2011.

Marbek, Patrick Kinney, et Van Lantz. *Costing Climate Impacts and Adaptation: A Canadian Study on the Forest Sector*, rapport commandé par La table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, Ottawa (Ontario), Marbek, 2010.

Mayer, N., et W. Avis, éd. *The Canada Country Study: Climate Impacts and Adaptation*, Toronto (Ontario), Environnement Canada, 1998.

McCulloch, Martha M., Donald L. Forbes, Roderick W. Shaw, et CCAFA A041 Scientific Team. *Coastal Impacts of Climate Change and Sea-Level Rise on Prince Edward Island*, édité par la Commission géologique du Canada, 2002.

McGarrity, Kim, et George Hoberg. *The Beetle Challenge: An Overview of the Mountain Pine Beetle Epidemic and its Implications*, Université de la Colombie-Britannique, 2005.

Medina-Ramon, M., et J. Schwartz. « Temperature, temperature extremes, and mortality: a study of acclimatisation and effect modification in 50 US cities », *Occupational and Environmental Medicine*, n°64 (2007), p. 827-833.

Menne, B., et K. Ebi, éd. *Climate Change and Adaptation Strategies for Human Health*, Darmstadt, Steinkopff Verlag, 2006.

Mersereau, Virginia, et Jennifer Penney. *A Scan of Municipal Heat/Health Watch Warning Systems and Hot Weather Responses Plans*. The Clean Air Partnership, 2008, affiché à : [http://www.cleanairpartnership.org/pdf/heat\\_report.pdf](http://www.cleanairpartnership.org/pdf/heat_report.pdf).

Metroeconomica Ltd (UK). *Climate Change Impacts and Adaptation: Cross-Regional Research Programme Project E – Quantify the cost of future impacts*, DEFRA, 2006.

Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux du Nouveau-Brunswick. *Politique de protection des zones côtières pour le Nouveau-Brunswick*, 2002.

Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. *Thermal diversity of fish in southern Ontario watersheds & climate change*, 2009, cité le 17 février 2011, affiché à : <http://www.mnr.gov.on.ca/stdprodconsume/groups/lr/@mnr/@aquatics/documents/document/285134.pdf>.

Ministres responsables de la gestion des urgences. *Un cadre de sécurité civile pour le Canada*, Ottawa (Ontario), Sécurité publique Canada, 2011, affiché à : [http://www.publicsafety.gc.ca/prg/em/\\_fl/emfrmwrk-2011-fra.pdf](http://www.publicsafety.gc.ca/prg/em/_fl/emfrmwrk-2011-fra.pdf), consulté le 21 mars 2011.

Ministry of Water Land and Air Protection. *Flood Hazard Area Land Use Management Guidelines*, édité par la province de la Colombie-Britannique, 2004.

Minns, C. K., B. J. Shuter, et J.L. McDerimid. *Regional Projections of Climate Change Effects on Ontario Lake Trout (Salvelinus namaycush) Populations*, Sault Ste. Marie (Ontario), ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2009.

Mitchell, R., et F. Popham. « Effect of exposure to natural environment on health inequalities: an observational population study », *Lancet*, vol. 372, n°9650 (2008), p. 1655-60.

MRC La Haute-Côte-Nord. *Règlement de contrôle intérimaire numéro 107-2008 visant à régir la construction et l'aménagement des terrains situés dans les zones exposées aux glissements de terrain et à l'érosion des berges*, 2008.

Nakicenovic, Nebojsa, Joseph Alcamo, Gerald Davis, Bert de Vries, Joergen Fenhann, Stuart Gaffin, Kenneth Gregory, Arnulf Grubler, Tae Yong Jung, Tom Kram, Emilio Lebre La Rovere, Laurie Michaelis, Shunsuke Mori, Tsuneyuki Morita, William Pepper, Hugh Pitcher, Lynn Price, Keywan Riahi, Alexander Roehrl, Hans-Holger Rogner, Alexei Sankovski, Michael Schlesinger, Priyadarshi Shukla, Steven Smith, Robert Swart, Sascha van Rooijen, Nadejda Victor, et Zhou Dadi. *GIEC, Rapport spécial sur les scénarios d'émissions*, édité par N. Nakicenovic et R. Swart, 2000.

National Academy of Sciences. *Climate Stabilization Targets: Emissions, Concentrations, and Impacts over Decades to Millennia*, Washington, 2010.

Neumann, James, Daniel Hudgens, John Herter, et Jeremy Martinich. « The economics of adaptation along developed coastlines », *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, vol. 2, n°1 (2011), p. 89-98.

Nicholls, R. J., S. Hanson, C. Herweijer, N. Patmore, S. Hallegatte, J. Corfee-Morlot, Jean Chateau, et Robert Muir Wood. « Ranking Port Cities with High Exposure and Vulnerability to Climate Extremes: Exposure Estimates (Résumé en français) », dans *Documents de travail de l'OCDE sur l'environnement*, Paris, OCDE, 2008.

Nordhaus, W.D., et M. Boyer. *Warming the World: Economic Models of Global Warming*, Cambridge (Massachusetts), MIT Press, 2000.

OCDE. « Eco-Santé OCDE 2010 : Statistiques et Indicateurs », dans *Données fréquemment demandées*, 2010, cité le 30 juillet 2010, affiché à : [http://www.oecd.org/document/30/0,3746,fr\\_2649\\_34631\\_32566008\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/30/0,3746,fr_2649_34631_32566008_1_1_1_1,00.html).

Ontario Medical Association. *Illness Costs of Air Pollution Phase II: Estimating Health and Economic Damages*, rapport final présenté par DSS Management Consultants Inc., 2000.

Pacheco, Elaine. « Healthy Environments, Toronto Public Health », communication personnelle, 2011.

Parcs Canada. *Statistiques mensuelles de fréquentation des parcs nationaux*, communication personnelle, Ottawa (Ontario), 2004.

- Parcs Canada. ND. *Fréquentation à Parcs Canada 2005-2006 à 2009-2010*.
- Parcs Canada, Direction de l'expérience du visiteur. Données sur les recettes des parcs, communication personnelle, 2010.
- Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, et al. *Technical Summary*, 2007.
- Pascual, U., et R. Muradian. « The economics of valuing ecosystem services and biodiversity », dans *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: The Ecological and Economic Foundations*, 2010.
- Pearce, D., G. Atkinson, et S. Mourato. *Analyse coûts-avantages et environnement, Développements récents*, Paris, OCDE, 2006.
- Pêches et Océans Canada. *Enquête sur la pêche récréative au Canada 2005*. Analyses économiques et statistiques, Secteurs des politiques, 2007.
- Peterson, Garry. « Ecological limits of adaptation to climate change », dans *Adapting to Climate Change: Thresholds, Values, Governance*, édité par W. N. Adger, I. Lorenzoni et K. L. O'Brien, Cambridge (Royaume-Uni), Cambridge University Press, 2009.
- Rahmstorf, Stefan. « A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea-Level Rise », *Science*, vol. 315, n°5810 (2007), p. 368-70.
- Ressources naturelles Canada. *Identification de l'information sur les infrastructures essentielles, Sommaire*, 2008, cité le 21 mars 2011, affiché à : [http://www.geoconnections.org/publications/Key\\_documents/CI\\_Identification\\_Final\\_Report\\_Executive\\_Summary\\_FR.htm](http://www.geoconnections.org/publications/Key_documents/CI_Identification_Final_Report_Executive_Summary_FR.htm).
- Ressources naturelles Canada. *Les forêts du Canada. Données statistiques*, 2010a, cité le 31 janvier 2011, affiché à <http://canadaforests.nrcan.gc.ca/statsprofile/keyfacts>.
- Ressources naturelles Canada. *Les forêts du Canada. Données statistiques*. Inventaire forestier, 2010b, cité le 9 février 2011, affiché à : <http://foretscanada.nrcan.gc.ca/profilstats/inventaire/canada?sid=bt9g2qcu415m9ff3ublrb1re34u2pdh>.
- Ressources naturelles Canada. *L'État des forêts au Canada*, Ottawa, Ressources naturelles Canada, 2010c.
- Ressources naturelles Canada. *Les forêts du Canada, Indicateurs de durabilité*, 2010d, affiché à : <http://foretscanada.nrcan.gc.ca/indicateur/forestierproduitinterieurbrut?lang=fr>.
- Ressources naturelles Canada. *La problématique de l'érosion littorale pour la Ville de Sept-Îles*, 2010e, cité le 28 février 2011, affiché à : [http://adaptation.nrcan.gc.ca/case/sept\\_iles\\_f.php](http://adaptation.nrcan.gc.ca/case/sept_iles_f.php).
- Richardson, L., et J. Loomis. « The total economic value of threatened, endangered and rare species: An updated meta-analysis », *Ecological Economics*, n°68 (2009), p. 1535-1548.
- Rioux, C., Denis Roussel, Alexis Eisenberg, Marthe Kleiser, et Marie-Claude Lévesque. *Évaluation économique des risques associés à l'érosion des zones côtières et aux méthodes d'adaptation dans le golfe du Saint-Laurent : secteurs de Sept-îles, Percé et des Îles-de-la-Madeleine*, Gestion des ressources maritimes, Département des sciences de la gestion, Université du Québec à Rimouski, Rapport de recherche remis au Consortium Ouranos et au PIACC de Ressources naturelles Canada (projet A-1414), 2008.
- Risk Management Solutions. *The 1998 Ice Storm: 10-Year Retrospective*, 2008.
- Rizwan, Ahmed Memon, Y. Leung, C. Dennis, et Chunho Liu. « A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island », *Journal of Environmental Sciences*, vol. 20, n°1 (2008), p. 120-128.
- Sandink, D., P. Kovacs, G. Oulahan, et G. McGillivray. *Making Flood Insurable for Canadian Homeowners: A Discussion Paper*, Toronto, Institute for Catastrophic Loss Reduction, et Swiss Reinsurance Company Ltd., 2010.
- Santé Canada. « Gestion des urgences : Une perspective de santé », *Bulletin de recherche sur les politiques de santé*, n°15, 2009, affiché à : [http://dsp-psd.tpsgc.gc.ca/collection\\_2009/sc-hc/H12-36-15-2009F.pdf](http://dsp-psd.tpsgc.gc.ca/collection_2009/sc-hc/H12-36-15-2009F.pdf)
- Santé Canada. *Rendre les collectivités et la population du Canada plus résistantes à la chaleur*, cité le 25 février 2011, 2010, affiché à : <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/climat/adapt/heat-chaleur-fra.php>.
- Santé Canada. *Santé et changements climatiques : Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada*, éditrice : J. Séguin, Ottawa, publication autorisée par le ministre de la Santé, éd. 2008.
- Sauchyn, D. *Climate Change Risks to Water Resources in the South Saskatchewan River Basin*, débat d'experts TRNEE/RCGS, Saskatoon, 21 octobre, édité par le Prairie Adaptation Research Collaborative et l'Université de Regina, 2010.
- Savard, J.-P., P. Bernatchez, F. Morneau, F. Saucier, P. Gachon, S. Senneville, C. Fraser, et Y. Jolivet. *Étude de la sensibilité des côtes et de la vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques. Synthèse des résultats*, Ouranos, 2008.
- Scawthorn, Charles, Paul Flores, Neil Blais, Hope Seligson, Eric Tate, Stephanie Chang, Edward Mifflin, Will Thomas, James Murphy, Christopher Jones, et Michael Lawrence. « HAZUS-MH Flood Loss Estimation Methodology. II. Damage and Loss Assessment », *Natural Hazards Review*, mai 2006, p. 72-81.

Scott, D., et B. Jones. *Climate change & nature-based tourism. Implications for Park visitation in Canada*, Waterloo (Ontario), Université de Waterloo, Département de Géographie, 2006.

Scott, D., et R. Suffling éd. *Le changement climatique et le réseau des parcs nationaux du Canada*, Environnement Canada et Parcs Canada, 2000.

Scott, Daniel, Brenda Jones, Christopher Lemieux, Geoff McBoyle, Brian Mills, Stephen Svenson, et Geoff Wall. « The Vulnerability of Winter Recreation to Climate Change in Ontario's Lakelands Tourism Region », dans Department of Geography Publication Series, édité par B. Mitchell, Université de Waterloo, 2002.

Scott, W.B., et E.J. Crossman. *Freshwater Fishes of Canada*, Conseil de recherches sur les pêcheries du Canada, 1973.

Secrétariat du Conseil du Trésor. *Guide d'analyse coûts-avantages pour le Canada : Propositions de réglementation*, édité par le Secrétariat du Conseil du Trésor, 2007.

Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique. *Perspectives mondiales de la diversité biologique 3*, CDBNU, 2010.

Sécurité publique du Canada. *Base de données canadienne sur les désastres, 2009*, affiché à : <http://www.securitepublique.gc.ca/prg/em/cdd/dtls-fra.aspx?disno=1998.002>.

Sécurité publique du Canada. *Accords d'aide financière en cas de catastrophe (AAFCC) - Nouvelles lignes directrices*, affiché à : <http://www.securitepublique.gc.ca/prg/em/dfaa/index-fra.aspx>.

Seppälä, Risto, Alexander Buck, et Pia Katila. « Adaptation of Forests and People to Climate Change. A Global Assessment Report », dans *IUFRO World Series*, vol. 22, Helsinki, IUFRO, 2009.

Sharma, S., D.A. Jackson et C.K. Minns. « Quantifying the potential effects of climate change and the invasion of smallmouth bass on native lake trout populations across Canada », *Ecography*, n°32 (2009), p. 517-525.

Sharma, S., D.A. Jackson, C.K. Minns, et B.J. Shuter. « Will northern fish populations be in hot water because of climate change? », *Global Change Biology*, n°13, 2007, p. 2052-2064.

Shaw, John, Robert B. Taylor, Donald L. Forbes, M.-H. Ruz, et Steven Solomon. *Sensitivity of the coasts of Canada to sea-level rise*, édité par La Commission géologique du Canada et Ressources naturelles Canada, Ottawa, 1998a.

Shaw, John, Robert B. Taylor, Steven Solomon, Harold A. Christian, et Donald L. Forbes. « Potential impacts of global sea-level rise on Canadian coasts », *Canadian Geographer*, vol. 42, n°4 (1998b), p. 365-79.

Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, et H.L. Miller, eds. *Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*, Cambridge (Royaume-Uni) et New York (NY), Cambridge University Press, 2007.

Stanton, Elizabeth A., Marion Davis, et Amanda Fencel. *Costing Climate Impacts and Adaptation: A Canadian study on coastal zones*, rapport commandé par la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, Stockholm Environment Institute - U.S. Center, 2010.

Statistique Canada. *Comptes des revenus et dépenses, 2009*, affiché à : <http://www.statcan.gc.ca/nea-cen/gloss/iea-crd-fra.htm>.

Statistique Canada. *Population des régions métropolitaines de recensement (Recensement de 2006)*, 2010a, cité le 25 janvier 2011, affiché à : <http://www40.statcan.gc.ca/102/cst01/demo05a-fra.htm>.

Statistique Canada. *Population par année, par province et par territoire, 2010*, cité le 25 janvier 2011, affiché à : <http://www40.statcan.gc.ca/102/cst01/demo02a-fra.htm>.

Statistique Canada. *Principale cause de décès, selon le sexe*, tableau CANSIM 102-0561 et n° de catalogue 84-215-X, 2010c, cité le 26 janvier 2011, affiché à : <http://www40.statcan.gc.ca/102/cst01/hlth36a-fra.htm>.

Stern, Nicholas, et Cabinet Office HM Treasury, *The Economics of Climate Change*, Cambridge University Press, 2007.

Synnefa, A., A. Dandou, M. Santamouris, M. Tombrou, et N. Soulakellis. « On the use of cool materials as a heat island mitigation strategy », *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, vol. 47, n°11 (2008), p. 2846-2856.

Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie. Degrés de réchauffement : les enjeux de la hausse du climat pour le Canada, Ottawa, Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, 2010.

Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie. *Technical Report on the Assessment of Canada-wide Economic Impacts of Climate Change: Results from the PAGE09 integrated assessment model*, Ottawa (Ontario), 2011.

Tagaris, E., K.-J. Liao, A.J. DeLucia, L. Deck, P. Amar, et A.G. Russell. « Potential impact of climate change on air pollution-related human health effects », *Environmental Science & Technology*, n°43 (2009), p. 4979-4988.

Tagaris, Efthimios, Kuo-Jen Liao, Anthony J. DeLucia, Leland Deck, Praveen Amar, et Armistead G. Russell. « Sensitivity of Air Pollution-Induced Premature Mortality to Precursor Emissions under the Influence of Climate Change », *International Journal of Environmental Research and Public Health*, n°7 (2010), p. 2222-2237.

Taha, Haider. « Meso-urban meteorological and photochemical modeling of heat island mitigation », *Atmospheric Environment*, vol. 42, n°38 (2008), p. 8795-8809.

Tairou, Fassiatiou O., Diane Bélanger, et Pierre Gosselin. *Proposition d'indicateurs aux fins de vigie et de surveillance des troubles de la santé liés à la chaleur*, édité par la Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec, 2010.

TEEB. *The economics of ecosystems and biodiversity for national and international policy makers - summary: Responding to the value of nature*, 2009a.

TEEB. *Climate issues update*, 2009b.

TEEB. *The economics of ecosystems and biodiversity: Mainstreaming the economics of nature: A synthesis of the approach, conclusions, and recommendations of TEEB*, 2010.

The Commission on Climate and Vulnerability. *Sweden facing climate change - threats and opportunities*, édité par le ministère de l'Environnement du gouvernement de la Suède, 2007.

The Outspan Group. *The Economic Impact of Canada's National, Provincial & Territorial Parks in 2000*, 2005.

The Royal Society. *Ground-level ozone in the 21st century: future trends, impacts and policy implications*, 2008.

Thompson, W., D. Burns, et Y. Mao. Rapport A-124: *Feasibility of identifying heat-related illness and deaths as a basis for effective climate change risk management and adaptation*, édité par Santé Canada, 2001.

Toronto and Region Conservation Authority. *An Economic Analysis Of Green Roofs: Evaluating the costs and savings to building owners in Toronto and surrounding regions*, 2007.

Toronto Public Health. *Hot Weather Response Plan*, 2009, Ville de Toronto, 2009.

UK Climate Impacts Program. *Socio-economic scenarios for climate change impact assessment: a guide to their use in the UK Climate Impacts Program*, Oxford, UKCIP, 2000.

United States Environmental Protection Agency. *Final Ozone NAAQS Regulatory Impact Analysis*, 2008.

United States Environmental Protection Agency. *The Cost of Illness Handbook*. ND.

Université de Guelph. *Canadians Willing to Fund More to National Parks, Researcher Finds*, 2007, affiché à : [http://www.uoguelph.ca/news/2007/10/canadians\\_willi.html](http://www.uoguelph.ca/news/2007/10/canadians_willi.html).

US Global Change Research Program. *Climate literacy: The essential principles of climate science. Second version*, édité par le U.S. Global Change Research Program (GCRP), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2009, affiché à : <http://downloads.climate-science.gov/Literacy/Climate%20Literacy%20Booklet%20Low-Res.pdf>.

Van Wagner, C.E. « Simulating the effect of forest fires on long-term annual timber supply », *Canadian Journal of Forest Research*, n°13 (1983), p. 451-457.

Walker, I.J., et R. Sydneysmith. « Colombie-Britannique », dans *From Impacts to Adaptation: Canada in a Changing Climate 2007*, édité par D. S. Lemmen, F. J. Warren, J. Lacroix et E. Bush, Ottawa (Ontario), Gouvernement du Canada, 2008.

Warren, Fiona J. *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques : perspective canadienne*, édité par Ressources naturelles Canada, 2004.

Warren, R., C. Hope, M. Mastrandrea, R. S. J. Tol, W. N. Adger, et I. Lorenzoni. « Spotlighting the impacts functions in integrated assessments », rapport de recherche préparé pour le Stern Review on the Economics of Climate Change, dans *Tyndall Centre Working Papers*, 2006.

Watkiss, Paul, David Anthoff, Tom Downing, Cameron Hepburn, Chris Hope, Alistair Hunt, et Richard Tol. *The Social Costs of Carbon (SCC) Review – Methodological Approaches for Using SCC Estimates in Policy Assessment*, Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2005.

Wiken, E.B. *An Introduction to Ecozones* N.D., 2011, cité le 4 avril 2011, affiché à : <http://ecozones.ca/english/introduction.html>.

Williams, Jeremy. *Communication personnelle*, 2011.

Williamson, T., S. Colombo, P. Duinker, P. Gray, R. Hennessey, D. Houle, M. Johnston, A. Ogden, et D. Spittlehouse. *Les changements climatiques et les forêts du Canada : des impacts à l'adaptation*. 2009, édité par le Réseau de gestion durable des forêts, Ressources naturelles Canada, Le Service canadien des forêts et le Centre de foresterie du Nord, Edmonton (Alberta), 2009.

Wilson, S.J. *Natural capital in BC's Lower Mainland: Valuing the benefits from nature*, David Suzuki Foundation, The Pacific Parklands Foundation, 2010.

## 8.9 NOTES DE FIN DE TEXTE

- 1 Lemmen, Warren et Lacroix, 2008b
- 2 Pearce, 2006
- 3 Nakicenovic et coll., 2000
- 4 UK Climate Impacts Program, 2000
- 5 Secrétariat du Conseil du Trésor, 2007
- 6 Lemmen, Warren et Lacroix, 2008b; Mayer et Avis, 1998
- 7 Solomon et coll., 2007
- 8 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2007
- 9 Nordhaus et Boyer, 2000; Stern et Cabinet Office HM Treasury, 2007
- 10 Sauchyn, 2010
- 11 Garnaut, 2008; Stern et Cabinet Office HM Treasury, 2007
- 12 Hope, 2008a, 2006, 2008b; Hope, s.d.
- 13 Warren et coll., 2006
- 14 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2007; cité dans Parry et coll., 2007
- 15 Watkiss et coll., 2005
- 16 National Academy of Sciences, 2010
- 17 Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique, 2009
- 18 Ressources naturelles Canada, 2010a, 2010b
- 19 Ressources naturelles Canada, 2010a
- 20 Lemprière et coll., 2008; Williamson et coll., 2009
- 21 Ressources naturelles Canada, 2010d
- 22 Conseil canadien des ministres des forêts, 2008; Ressources naturelles Canada, 2010c
- 23 Association canadienne des produits forestiers, 2011
- 24 Conseil canadien des ministres des forêts, 2008
- 25 Forest Analysis and Inventory Branch, 2007
- 26 Davidson, Williamson et Parkins, 2008
- 27 Williamson et coll., 2009
- 28 Lindner, Lasch et Erhard, 2000
- 29 Direction de l'environnement et de la protection des forêts, ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, et gouvernement du Québec, 2011
- 30 British Columbia Ministry of Natural Resource Operations Wildfire Management Branch, 2011
- 31 Direction de l'environnement et de la protection des forêts, ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, et gouvernement du Québec, 2011
- 32 Lemmen, Warren et J Lacroix, 2008a
- 33 McGarrity et Hoberg, 2005
- 34 British Columbia Ministry of Forest Mines and Land 2011; Seppälä, Buck et Pia Katila, 2009
- 35 British Columbia Ministry of Forest Mines and Land, 2006
- 36 British Columbia Ministry of Forest Mines and Land, 2011
- 37 International Wood Markets Group Inc., 2010
- 38 Seppälä, Buck et Pia Katila, 2009
- 39 Gouvernement de l' Alberta, 2009
- 40 Amiro et coll., 2001
- 41 Johnston et coll., 2010
- 42 Williamson et coll., 2009
- 43 British Columbia Ministry of Forests and Range, 2008
- 44 Manson, 2005
- 45 Shaw et coll., 1998a; Shaw et coll., 1998b
- 46 Environnement Canada, 2006; McCulloch et coll., 2002
- 47 Conférence régionale des élus de la Côte-Nord et gouvernement du Québec, 2004
- 48 Ressources naturelles Canada, 2010e
- 49 Rioux et coll., 2008

- 50 Rioux et coll., 2008; Savard et coll., 2008
- 51 Bernatchez et coll., 2008
- 52 Conférence régionale des élus de la Côte-Nord et gouvernement du Québec, 2004
- 53 Conférence régionale des élus de la Côte-Nord et gouvernement du Québec, 2004
- 54 Savard et coll., 2008
- 55 Affaires indiennes et du Nord Canada, 2010
- 56 Shaw et coll., 1998a
- 57 Sandink et coll., 2010
- 58 Sécurité publique Canada, 2011
- 59 Sandink et coll., 2010
- 60 Environnement Canada, 2010c
- 61 Hallegatte, 2006
- 62 Sandink et coll., 2010
- 63 CBC News, 2011
- 64 Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux du Nouveau-Brunswick, 2002
- 65 MRC de La Haute-Côte-Nord, 2008
- 66 British Columbia Ministry of Environment, s.d.
- 67 British Columbia Ministry of Public Safety and Solicitor General, 2006
- 68 Nicholls et coll., 2008
- 69 Kangesneimi et British Columbia Ministry of Environment, 2007, cité dans Walker et Sydneysmith, 2008
- 70 Irving, 2010
- 71 Neumann et coll., 2011
- 72 Heberger et coll., 2009
- 73 Ville de Delta, 2009
- 74 Collaborative for Advanced Landscape Planning, s.d.
- 75 Santé Canada, 2008
- 76 Santé Canada, 2008; Ville de Toronto, 2008
- 77 Sécurité publique Canada, 2009
- 78 Lecomte, Pang et Russell, 1998
- 79 Berry, McBeane et Séguin, 2008
- 80 Sécurité publique Canada, 2009
- 81 Risk Management Solutions, 2008
- 82 Lecomte, Pang et Russell, 1998
- 83 Risk Management Solutions, 2008
- 84 Santé Canada, 2009
- 85 Charil et coll., 2010; Laplante et coll., 2009; Laplante et King, 2005
- 86 Risk Management Solutions, 2008
- 87 Santé Canada, 2009
- 88 Statistique Canada, 2010a, 2010b
- 89 Berry et coll., 2008
- 90 Ciscar et coll., 2011
- 91 Anderson et Bell 2009; Doyon, Bélanger et Gosselin, 2008; Medina-Ramon et Schwartz, 2007
- 92 Tagaris et coll., 2009; cité dans Tagaris et coll., 2010
- 93 Ebi et McGregor, 2008
- 94 Secrétariat du Conseil du Trésor, 2007
- 95 Statistique Canada, 2010c
- 96 Institut canadien d'information sur la santé, 2010a
- 97 Santé Canada, 2008
- 98 Santé Canada, 2010; Bureau de l'eau, de l'air et du changement climatique. Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, 2011
- 99 Mersereau et Penney, 2008
- 100 Bureau de santé publique de Toronto, 2009
- 101 Bureau de santé publique de Toronto, 2009
- 102 Environnement Canada, 2011

- 103 Bureau de santé publique de Toronto, 2009
- 104 Institut canadien d'information sur la santé, 2010b; Ebi et coll., 2004
- 105 Pacheco, 2011
- 106 Coutts, Beringer et Tapper, 2008; Rizwan, Dennis et Liu, 2008; Synnefa et coll., 2008; Taha, 2008
- 107 Clarke, Adriaens et Talbot, 2008
- 108 Mitchell et Popham, 2008; cité dans Tairou, Bélanger et Gosselin, 2010
- 109 United States Environmental Protection Agency, 2008
- 110 Wiken, s.d.
- 111 Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, 2010
- 112 Banque mondiale, IUCN, et ESA PWA, 2010; TEEB, 2009b; Dudley et coll., 2010
- 113 TEEB, 2009a
- 114 TEEB, 2010
- 115 Parcs Canada, s.d.
- 116 Environnement Canada, 2010b
- 117 Wilson, 2010
- 118 Pascual, 2010
- 119 Garnaut, 2008; The Commission on Climate and Vulnerability, 2007
- 120 Metroeconomica Ltd (UK), 2006
- 121 Parcs Canada, s.d.
- 122 Scott, 2006
- 123 Becken, 2010
- 124 Parcs Canada, 2004; cité dans Scott, 2006
- 125 Browne, 2007
- 126 Scott, 2006
- 127 The Outspan Group, 2005
- 128 Scott et coll., 2002
- 129 Lipsig-Mumme, 2010
- 130 Englin, 2006
- 131 Scott, 2000
- 132 Richardson, 2009
- 133 Université de Guelph, 2007
- 134 Hessels, 2004
- 135 Pêches et Océans Canada, 2007
- 136 Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, 2010
- 137 Gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada, 2010
- 138 Gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada, 2010
- 139 Pêches et Océans Canada, 2007
- 140 Scott, 1973
- 141 Minns, 2009
- 142 Jackson, 2007
- 143 Sharma, 2007
- 144 Sharma, 2009
- 145 Pêches et Océans Canada, 2007
- 146 Pêches et Océans Canada, 2007
- 147 Kaufman, 2009
- 148 Hunt, 2006
- 149 Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2009
- 150 TEEB, 2009a
- 151 Dudley et coll. 2010
- 152 Convention sur la diversité biologique du PNUE, 2010
- 153 Luisetti, 2008
- 154 TEEB, 2009a
- 155 Gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada, 2010
- 156 TEEB, 2009b

- 157 TEEB, 2009b
- 158 Division des gaz à effet de serre, 2010
- 159 Flannigan et coll., 2005
- 160 Lemprière et coll., 2008
- 161 Lemprière et coll., 2008
- 162 Lemprière et coll., 2008
- 163 Peterson, 2009
- 164 Jarvis et coll., 2008
- 165 Commission de coopération environnementale de l'Amérique du Nord, s.d.
- 166 Rahmstorf, 2007
- 167 Dasgupta et coll., 2009; Nicholls et coll., 2008
- 168 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2007
- 169 Ministry of Water Land and Air Protection, 2004
- 170 Environnement Canada, 2007
- 171 Santé Canada, 2008
- 172 Thompson, Burns, et Mao, 2001; cité dans Warren, 2004
- 173 Anderson et Bell, 2009; Doyon, Bélanger et Gosselin, 2008; Medina-Ramon et Schwartz, 2007
- 174 Anderson et Bell, 2009; Curriero, Samet et Zeger, 2003; Doyon, Bélanger et Gosselin, 2008
- 175 Dawson, Adams et Pandis, 2007; Jacob et Winner, 2009
- 176 Lamy et coll., 2008
- 177 Bloomer et coll., 2009
- 178 The Royal Society, 2008
- 179 The Royal Society, 2008
- 180 Institut canadien d'information sur la santé, 2010b; Ontario Medical Association, 2000; United States Environmental Protection Agency, s.d.
- 181 Banting et coll., 2005
- 182 Office de protection de la nature de Toronto et de la région, 2007
- 183 United States Environmental Protection Agency, 2008
- 184 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 2007a
- 185 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 2007b
- 186 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 2007a
- 187 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 2007a
- 188 US Global Change Research Program 2009
- 189 Ministres responsables de la gestion des urgences 2011
- 190 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 2007a
- 191 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 2007c
- 192 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 2001
- 193 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 2007a
- 194 Industrie Canada 2010b
- 195 Industrie Canada 2010a
- 196 US Global Change Research Program 2009
- 197 Statistique Canada 2009
- 198 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 2007a
- 199 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 2007a
- 200 Ressources naturelles Canada 2008
- 201 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 2007a
- 202 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 2007c
- 203 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 2007a
- 204 Jones and Rizaldi Boer 2005
- 205 Association canadienne de normalisation 1997; cité dans Lemmen et al. 2008
- 206 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 2007a
- 207 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 2007a
- 208 Secrétariat du Conseil du Trésor 2007
- 209 Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 2007a
- 210 Environnement Canada 2008

## NOTRE ENGAGEMENT ENVERS L'ENVIRONNEMENT

Ce document est imprimé sur du papier certifié FSC. Le Forest Stewardship Council (FSC) est un organisme international sans but lucratif dont la mission est de promouvoir la gestion responsable des forêts mondiales. Les produits qui affichent l'étiquette FSC portent une certification indépendante qui assure aux consommateurs que les produits proviennent de forêts gérées en tenant compte des besoins sociaux, économiques et écologiques des générations actuelles et futures.

Imprimé sur du papier Rolland Opaque50, contenant 50% de fibres postconsommation, fabriqué au Canada par Cascades à partir d'énergie biogaz.



# PROSPÉRITÉ CLIMATIQUE

## CHRONOLOGIE

2010

2012



**RAPPORT 01 //**  
À LA HAUTEUR : ANALYSE  
COMPARATIVE DE LA  
COMPÉTITIVITÉ DU  
CANADA DANS UN MONDE  
FAIBLE EN CARBONE

Ce rapport évalue la capacité concurrentielle du Canada dans une économie mondiale faible en carbone, en comparant notre pays aux autres nations du G8 du point de vue des émissions et de l'énergie, des compétences, de l'investissement, de l'innovation et de la gouvernance.



**RAPPORT 02 //**  
DEGRÉS DE RÉCHAUF-  
FEMENT : LES ENJEUX DE  
LA HAUSSE DU CLIMAT  
POUR LE CANADA

Ce rapport présentera les risques et les occasions qu'offrira le réchauffement climatique au Canada dans les cent prochaines années en ce qui a trait aux écosystèmes, aux ressources hydriques, à la santé, à l'infrastructure et aux secteurs des ressources naturelles, et de quelle façon l'adaptation constituera un atout.



**RAPPORT 03 //**  
VOIES PARALLÈLES :  
CHOIX DE POLITIQUES  
CLIMATIQUES POUR LE  
CANADA ET LES É.-U.

Ce rapport examine les choix qui s'offrent aux Canadiens en matière de politiques climatiques à partir des voies que pourraient emprunter les États-Unis et les conséquences pour la réalisation des objectifs environnementaux du Canada au coût économique le plus faible.



**RAPPORT 04 //**  
LE PRIX À PAYER : RÉPER-  
CUSSIONS ÉCONOMIQUES  
DU CHANGEMENT CLIMA-  
TIQUE POUR LE CANADA

Ce rapport fournit, pour la première fois, les coûts économiques nationaux des effets du changement climatique sur le Canada, et présente un aperçu détaillé de trois secteurs clés.



**RAPPORT 05 //**  
RAPPORT SUR LE CHEMIN-  
EMENT STRATÉGIQUE POUR  
L'ADAPTATION AU CHANGE-  
MENT CLIMATIQUE

S'appuyant sur une série de rapports déjà produits sur la prospérité climatique, ce rapport consultatif présentera une gamme de voies politiques et de mesures qui aideront le Canada à profiter des occasions de s'adapter au changement climatique.



**RAPPORT 06 //**  
RAPPORT SUR LE CHEMI-  
NEMENT STRATÉGIQUE POUR  
LA TRANSITION VERS UNE  
ÉCONOMIE MONDIALE  
FAIBLE EN CARBONE

S'appuyant sur une série de rapports déjà produits sur la prospérité climatique, ce rapport consultatif présentera une gamme de voies politiques et de mesures nécessaires pour que le Canada se démarque dans une économie mondiale faible en carbone dans des secteurs comme l'énergie, l'innovation, les compétences, l'investissement et la gouvernance.



**TRN**



---

TABLE RONDE  
NATIONALE SUR  
L'ENVIRONNEMENT  
ET L'ÉCONOMIE

**[WWW.TRNEE-NRTEE.CA](http://WWW.TRNEE-NRTEE.CA)**