



# L'ÉTUDE PAN- CANADIENNE

sur les impacts  
et l'adaptation  
à la variabilité  
et au  
changement  
climatique



## VOLUME VIII QUESTIONS INTERSECTORIELLES

### RÉSUMÉ

#### A. INTRODUCTION

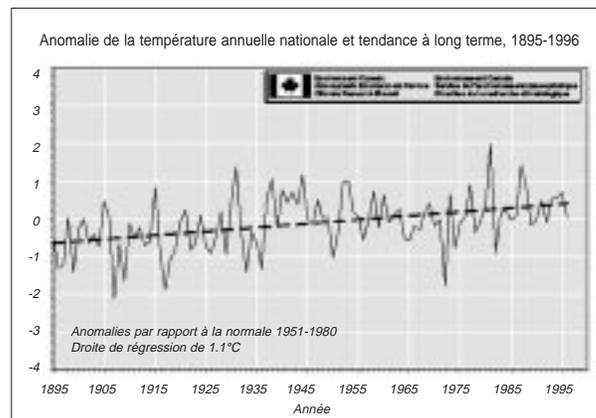
Les résultats scientifiques et techniques de l'étape d'évaluation de l'Étude pan-canadienne (EPC) sont regroupés sous forme de huit volumes, dont six rapports régionaux (Arctique, Atlantique, Ontario, Pacifique et Yukon, Prairies et Québec), un rapport sectoriel national, qui contient douze documents, et un rapport sur les questions intersectorielles, qui en comprend huit. Le présent document, Résumé du volume sur les questions intersectorielles, est le condensé des huit documents relatifs à ces questions (coûts d'adaptation et impacts résiduels du changement climatique, phénomènes extrêmes, problèmes atmosphériques intégrés, questions extra-territoriales, échanges et commerce intérieurs, modification des paysages, développement durable, et économies de subsistance dans le Nord).

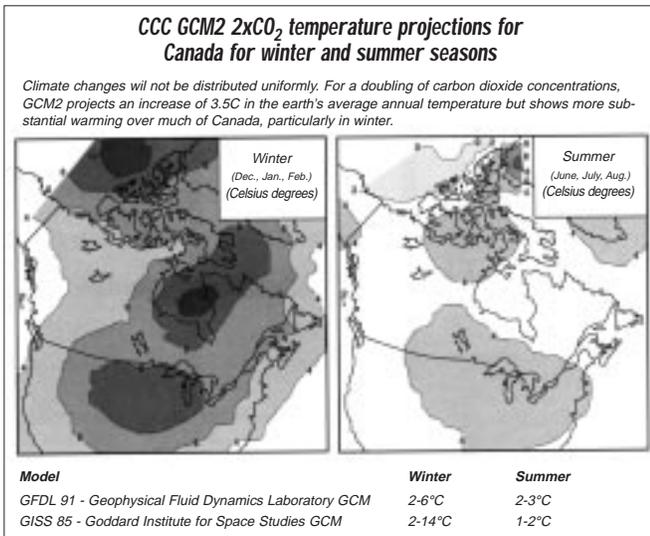
#### *Le changement climatique*

Selon le Deuxième Rapport d'évaluation du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), les faits observés concordent pour indiquer une influence perceptible de l'homme sur le climat à l'échelle planétaire. L'activité humaine entraîne une augmentation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et ces variations produiront, aux échelles régionale et planétaire, une évolution de paramètres climatiques ou liés au climat tels que la température, les précipitations, l'humidité du sol et le niveau de la mer.

Afin de mieux comprendre les réactions du climat dans le monde, on utilise des modèles de circulation générale, ou MCG, qui sont des modèles informatiques perfectionnés, pour simuler les conditions climatiques qui régneraient avec un doublement des concentrations de gaz à effet de serre par rapport aux niveaux de l'époque préindustrielle. Comme l'on s'est au départ attaché à faire une évaluation à jour basée sur la littérature scientifique et technique existante, les résultats de l'Étude pancanadienne ne reposent pas sur un scénario climatique unique, mais rassemblent plutôt l'éventail des scénarios qui ont servi de base à divers documents et rapports cités dans la littérature. En général, les principaux scénarios de modèles utilisés provenaient de l'un de cinq MCG, qui ont été conçus au Canada, aux États-Unis ou au Royaume-Uni : CCC92 - modèle de deuxième génération du Centre canadien de modélisation et d'analyse climatiques; GFDL91 - modèle du Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (É.-U.); GISS85 - modèle du Goddard Institute for Space Studies (É.-U.); NCAR93 - modèle du National Center for Atmospheric Research (É.-U.) et le UKMO95 - modèle du Service météorologique du Royaume-Uni.

En interprétant les résultats basés sur ces scénarios, le





lecteur doit garder à l'esprit que l'on doit accorder plus de confiance aux projections du changement climatique aux échelles de l'hémisphère ou du continent qu'aux prévisions d'échelle régionale. Il faut aussi noter que la majorité des changements climatiques, et donc des impacts, présentés devraient se produire au cours du prochain siècle, et que la vitesse moyenne du réchauffement sera probablement supérieure à tout ce qui est survenu depuis 10 000 ans. Qui plus est, comme il est si difficile de prévoir de futurs changements climatiques inattendus, rapides et de grande ampleur (comme ceux du passé), l'on peut s'attendre à des « surprises ».

## B. QUESTIONS INTERSECTORIELLES LIÉES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

### Introduction

Les études regroupées dans l'EPC indiquent que les changements climatiques prévus pourront avoir d'importantes répercussions au Canada. Notre climat étant variable, les Canadiens et l'économie nationale y réagissent de façon différente dans le temps et dans l'espace. Outre les impacts régionaux et sectoriels, l'évolution du climat suscite de nombreuses inquiétudes de nature diverse et dans des domaines variés. Nous les avons appelées questions sectorielles et les principaux résultats des études portant sur ces questions sont présentés dans ce résumé:

Établissement des coûts des mesures d'adaptation et des

impacts résiduels du changement climatique

Un des aspects importants de l'Étude pan-canadienne était de déterminer les coûts des impacts du changement climatique et des mesures d'adaptation à l'évolution du climat. Il existe très peu d'études qui établissent, de façon précise, les coûts d'adaptation au changement climatique projeté et des impacts résiduels de ce changement au Canada. Il se pose des questions de méthodologie quant aux tentatives d'évaluation des différents impacts et de leurs coûts financiers. Le GIEC cite certaines valeurs de pourcentage du PIB (c.-à-d. 1 à 2 % du PIB pour les pays industrialisés, en supposant un doublement du dioxyde de carbone atmosphérique d'ici 2050 et un réchauffement planétaire moyen de 2,5 °C), qui reflètent essentiellement les estimations pour les États-Unis et les extrapolations de celles-ci. Il y a aussi des problèmes de méthodologie quant à la répartition des coûts entre individus, secteurs et régions, ainsi que dans le temps, et quant à la mise de côté des coûts de l'adaptation à un climat en évolution et des valeurs sociales de la plupart des produits et services non marchands. Enfin, il existe de nombreuses incertitudes quant à l'ampleur du changement climatique et au moment où il surviendra, incertitudes qui influent sur les résultats.

### Phénomènes météorologiques extrêmes

Des changements minimes des conditions ou de la variabilité climatiques moyennes peuvent en entraîner d'assez importants dans la fréquences des phénomènes extrêmes, un petit changement de la variabilité ayant plus d'effet qu'un changement similaire de la moyenne. Il demeure à l'heure actuelle extrêmement difficile de prévoir les effets du changement climatique sur les inondations et autres phénomènes extrêmes, mais les conséquences que pourraient avoir ces phénomènes justifient la poursuite des études sur les impacts possibles.

**Tempêtes :** Il n'est actuellement pas clair si le changement climatique entraînera une augmentation ou une diminution de l'intensité des tempêtes extratropicales. On s'attend, intuitivement, à ce que l'activité convective soit plus fréquente et plus intense dans un climat plus chaud. En outre, les modèles climatiques suggèrent une hausse de la probabilité de précipitations intenses liée à l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre. Pour des raisons d'échelle de résolution, les MCG peuvent difficilement déterminer les variations du nombre ou de la répartition géographique des phénomènes convectifs (orages violents produisant de la grêle, des éclairs, des tornades, des pluies torrentielles et des vents violents).

**Températures extrêmes :** Dans un climat plus chaud, les vagues de chaleur deviendront plus fréquentes, et les vagues de froid plus rares. Les heures d'ensoleillement, les températures extrêmes et des épisodes fréquents de vent accompagné de

pluie pourraient provoquer des défaillances structurales prématurées dues à une détérioration rapide au fil des mois et des années.

**Inondations et sécheresse :** Les nouveaux résultats confortent l'hypothèse que la variabilité associée à un renforcement du cycle hydrologique se traduit par la possibilité d'inondations ou de sécheresses plus graves en certains endroits et moindres à d'autres. Dans les régions où la longueur et la gravité des sécheresses devraient augmenter, on se préoccupe encore plus des impacts possibles sur la disponibilité de l'eau et la croissance des végétaux. De même, dans les régions où l'on prévoit une augmentation de l'intensité des précipitations et d'autres facteurs influant sur le risque d'inondations, l'élévation prévue du niveau de la mer, l'augmentation des précipitations extrêmes, les embâcles au printemps sur les cours d'eau constituent également de sérieux problèmes en raison du risque d'inondations des maisons situées dans les terres basses, des quais et des installations portuaires, et de surcharge des réseaux d'adduction d'eau et d'égouts.

### **Questions atmosphériques intégrées**

Les écosystèmes, l'agriculture, la santé humaine ainsi que d'autres secteurs et régions ne seront pas exposés aux seuls impacts du changement climatique; ils subiront également les effets d'autres conditions atmosphériques, comme l'appauvrissement de l'ozone stratosphérique, les dépôts acides, le smog (surtout l'ozone au niveau du sol), les particules en suspension et les polluants atmosphériques dangereux. Cependant, les experts en sciences atmosphériques et les décideurs canadiens ont examiné ces questions une par une et ils ont, ensuite, élaboré des politiques ciblées comme le Protocole de Montréal qui vise à interdire l'utilisation des substances qui appauvrissent l'ozone stratosphérique.

Il est maintenant établi que le changement climatique peut exacerber les autres problèmes atmosphériques. On prévoit que les quantités excessives de gaz à effet de serre et la hausse prévue des températures modifieront la chimie de l'atmosphère, notamment par les interactions entre les principaux gaz à effet de serre : dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), méthane (CH<sub>4</sub>), hémioxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), chlorofluorocarbures (CFC) et ozone (O<sub>3</sub>), les oxydants les plus importants - radical hydroxyle (OH) et peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) - et d'autres particules ou gaz traces qui interviennent dans une ou plusieurs des autres questions atmosphériques.

Exemples des effets du changement climatique sur les autres problèmes atmosphériques :

**Ozone stratosphérique :** Le dioxyde de carbone a un effet sur la structure thermique de l'atmosphère, entre autres un refroidissement projeté de la haute atmosphère (c.-à-d. de la stratosphère). Normalement, lorsque la température de la stratosphère est plus basse, moins d'ozone est détruit, donc l'effet d'une augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique est de diminuer l'appauvrissement de l'ozone. Cependant, une augmentation des concentrations de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère entraînera un refroidissement accru de la basse stratosphère, ce qui pourrait accroître la formation de nuages stratosphériques polaires (PSC) au-dessus de certaines régions, ramener les espèces potentiellement destructrices de l'ozone à leur forme active et donc risquer d'exacerber l'appauvrissement de l'ozone.

**Dépôts acides :** Le réchauffement climatique pourrait accélérer les transformations physiques et chimiques des acidifiants primaires et secondaires. La circulation générale de l'atmosphère et les régimes des précipitations devraient changer, et les réactions et l'instabilité d'ensemble dans la troposphère subir des changements qui auront une incidence sur les pluies acides. Ces changements devraient modifier les trajectoires de transport des gaz acidifiants, les lieux de dépôts ultérieurs et les concentrations régionales. En été, les émissions de composés du soufre et de l'azote pourraient augmenter en raison de l'accroissement de la demande en énergie pour la climatisation des édifices et des automobiles. L'émission d'un autre gaz, le peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), qui est un puissant oxydant et un catalyseur de la production d'acide sulfurique, entraîne l'augmentation des dépôts acides.

**Smog :** Les émissions naturelles et anthropiques de plusieurs polluants (ex. Nox, COV) et de matière particulaire sont sensibles aux conditions météorologiques. Les COV, par exemple, qui proviennent des réservoirs d'essence, des solvants et des usines chimiques sont plus volatils à haute températures. En outre, les composés d'azote qui sont émis par les microbes de sol et les COV relâchés par les végétaux agissent différemment selon la température. Le changement climatique aura également une incidence sur la fréquence des épisodes de smog en raison du nombre plus élevé de journées chaudes en été.

D'autres questions atmosphériques ont elles-mêmes des effets sur le changement climatique :

**Ozone stratosphérique :** Une diminution de l'ozone dans la stratosphère entraîne une réduction du flux d'ozone vers la haute troposphère, où il agit comme un gaz à effet de serre. Une couche d'ozone plus mince laisse passer plus de rayonnement UV-B jusqu'à la basse atmosphère, où il augmente la

production du radical OH (un puits primaire pour le méthane, qui est un gaz à effet de serre environ 20 fois plus puissant que le CO<sub>2</sub>). Par conséquent, la destruction de l'ozone stratosphérique pourrait mener à un ralentissement du réchauffement climatique.

**Dépôts acides :** Les précurseurs des précipitations acides (SO<sub>2</sub> et Nox) s'oxydent dans l'atmosphère et forment des aérosols nitrates et sulfates. Une certaine quantité du rayonnement solaire est réfléchi par ces particules dans l'espace, ce qui cause un forçage radiatif négatif (refroidissement du climat).

Matières particulaires en suspension : Certains aérosols, comme les suies, absorbent la lumière de façon très efficace et causent un léger réchauffement; le forçage radiatif moyen planétaire net (direct et indirect) des aérosols anthropiques est négatif et son ampleur est significative. Selon certaines études, en moyenne mondiale, les particules de nitrate anthropique occultent environ 25 % du réchauffement causé par les CO<sub>2</sub> et autres GES.

### ***Incidence au-delà de nos frontières***

La plupart des études mentionnées précédemment et dans les autres rapports traitent des impacts possibles du changement climatique au Canada. Or, le Canada est membre d'un groupe de nations, les Canadiens ont des intérêts à l'étranger et ils entretiennent des relations avec les habitants d'autres pays dans le monde entier. Donc, les impacts du changement climatique au-delà des frontières du Canada doivent être examinés. On abordera les questions des échanges internationaux, de la sécurité (à la fois alimentaire et militaire) et des migrations internationales.

**Commerce international :** L'incidence du changement climatique sur les prix et sur l'offre et la demande sur les marchés internationaux pourrait avoir autant de répercussions au Canada que les impacts de premier et de deuxième ordre sur les pays proprement dit. Bien que le changement climatique influe sur tous les secteurs de l'économie, la majeure partie des recherches sur le climat et le commerce international ont mis l'accent sur le commerce agricole. Un certain nombre de modèles prévoient que la position du Canada sur le marché mondial en tant que grand exportateur de produits agricoles s'améliorera, car le changement climatique devrait avoir un impact positif sur les rendements au Canada et que les producteurs canadiens seront plus compétitifs que ceux des Plaines américaines. Cependant, tous les résultats prévus par ces modèles sont sensibles aux hypothèses concernant les niveaux d'adaptation, dont les coûts ne sont généralement pas pris en compte dans ces projections, et aux hypothèses concernant l'effet de fertilisation par le CO<sub>2</sub>.

On connaît assez mal les effets possibles du changement climatique sur d'autres secteurs du commerce mondial, comme la foresterie, les pêches et l'énergie. Toutefois, étant donné que le Canada dépend énormément de ses exportations dans ces secteurs, sa balance commerciale est vulnérable au changement climatique projeté.

**Relations internationales :** Les relations du Canada avec l'étranger devraient être influencées, à plusieurs niveaux, par l'évolution future du climat. Si, comme la plupart des gens le pensent, ce sont les pays en développement qui sont le plus durement touchés par les effets du changement climatique anthropique, on peut s'attendre à des tensions plus grandes entre ces pays et les pays développés.

Le changement climatique pourrait aussi susciter de nouvelles sources de tensions dans la communauté internationale. Le réchauffement, entre autres, pourrait aggraver le problème de la pollution de l'air à l'échelle mondiale. La gestion des eaux transfrontières sera aussi touchée. Par exemple, si les États du centre des États-Unis connaissaient une période de sécheresse prolongée, scénario prévu par de nombreux MCG, le gouvernement américain exercerait des pressions pour que le Canada accepte une dérivation des cours d'eau vers le sud. La fonte de la glace de mer dans le passage du Nord-Ouest pourrait rendre cette voie maritime navigable. Bien que le Canada affirme depuis longtemps que le passage du Nord-Ouest fait partie des eaux intérieures, les membres de la communauté internationale n'ont jamais tous accepté cette idée.

Les conditions climatiques ont également une incidence sur la gestion des ressources collectives internationales, qui pourrait, par conséquent, subir des modifications en raison du changement climatique. La productivité du saumon du Pacifique, par exemple, est extrêmement liée au climat et aux courants marins dans le Pacifique Nord. Par le passé, les fluctuations de ces conditions ont entraîné tant des diminutions que des augmentations considérables des prises. Lorsque la ressource a subi des pressions, il y a eu des conflits entre les intervenants du secteur des pêches, ce qui a compliqué les efforts internationaux déployés pour gérer cette ressource de façon durable.

**Sécurité alimentaire et militaire :** De par sa situation géopolitique, le Canada est à l'abri de la plupart des conflits armés, et il est peu affecté par les variations de la production alimentaire imputables au climat, grâce à l'abondance de ses ressources agricoles et aux relations pacifiques qu'il entretient avec ses voisins du Sud. Bien qu'il persiste de lourdes incertitudes sur la nature des modifications subies par les phénomènes extrêmes du fait du changement climatique, les changements projetés de la fréquence et de la gravité de ces

phénomènes pourraient faire croître la demande d'aide des forces de sécurité aux autorités civiles lors des catastrophes naturelles.

De plus, des conflits chroniques entre nations et ethnies, comme en Bosnie et au Rwanda, ont eu diverses répercussions sur le Canada et les Canadiens : le monde est devenu plus dangereux; les actes de terrorisme international ont débordé les frontières; les conflits ont pris des proportions plus grandes; le Canada a augmenté sa participation aux missions de maintien de la paix et aux missions diplomatiques, et l'on a vu un accroissement des problèmes nationaux et internationaux de réfugiés.

**Migrations environnementales :** L'incidence du changement climatique sur l'arrivée de migrants environnementaux au Canada demeure inconnue. On évalue jusqu'à 150 millions le nombre de personnes qui seront déplacées en raison du changement climatique projeté, mais seules les plus mobiles d'entre elles devraient gagner le Canada. Cette augmentation du nombre de réfugiés étrangers pourrait créer un fardeau sans précédent pour les mécanismes d'intégration des réfugiés au Canada, bien qu'il soit impossible d'en établir le coût à ce stade-ci

### *Échanges et commerce intérieurs*

Très peu de recherches ont porté sur les impacts que l'évolution du climat pourrait avoir sur le commerce intérieur canadien et, en général, les statistiques sur les échanges interprovinciaux sont peu fiables. Par conséquent, les impacts potentiels sur ce secteur sont très hypothétiques.

Les échanges et le commerce intérieurs devraient s'intensifier, le nord du Canada devenant peut-être une nouvelle région pionnière. Le Nord, qui sera peut-être la nouvelle région pionnière. Les grands centres urbains du sud, où se trouvent les marchés et les centres de services, ne se déplaceront vraisemblablement pas, puisque l'emplacement des entreprises manufacturières est moins tributaire de celui des ressources naturelles que des coûts de la main-d'œuvre et de l'accès aux services.

Les impacts projetés sur les ressources naturelles pourraient entraîner des déplacements des centres d'activité (p. ex. les nouvelles possibilités agricoles, et les centres de récolte et de transformation dans les industries de la pêche et la foresterie). Ces changements pourraient entraîner à leur tour des mouvements de la population et des centres de commerce entre régions et à l'intérieur de celles-ci, à mesure que s'offrent des occasions et que changent les potentiels de production. On s'inquiète alors de la durabilité des collectivités et industries

vulnérables face aux éventuelles variations de la disponibilité de l'eau dues au changement climatique projeté.

### *Modifications des paysages*

L'évolution du climat transformera les paysages du Canada. Les modifications auront diverses causes : cycle hydrologique différent et plus variable, fonte du pergélisol, élévation du niveau de la mer, et décalage et transformation des zones écologiques. Ces changements à grande échelle des paysages auront de sérieuses répercussions sur l'hydrologie, les espèces sauvages, la diversité biologique, les infrastructures et le transport, les activités économiques, les valeurs culturelles et les modes de vie, de même que sur le bien-être général des Canadiens.

### *Développement durable et changement climatique*

À prime abord, il peut sembler étrange d'affirmer que le changement climatique et le développement durable sont deux façons très différentes d'aborder les problèmes environnementaux planétaires. Cela a beaucoup compliqué la situation lorsqu'il a fallu nouer de forts liens de travail entre le milieu de la recherche et celui des politiques, à l'échelle tant nationale qu'internationale. Les spécialistes de la recherche sur le changement climatique et ceux du développement durable ont des vues bien différentes sur le développement futur. D'où l'émergence de problèmes à plusieurs niveaux : différences dans les scénarios d'émissions, régimes économiques, etc., traitement inégal des volets atténuation (réduction) et adaptation (vulnérabilité) du changement climatique; problèmes d'éthique soulevés par les pays en développement et questions sur la pertinence des recherches scientifiques pour l'élaboration des politiques sur le changement climatique et le développement durable. Tant que ces différentes visions demeureront séparées, il pourra persister de graves incertitudes dans les évaluations des coûts et des profits liés au changement climatique.

### *Économie de subsistance dans le Nord*

Les peuples autochtones du Nord, qui sont déjà un des segments de la population canadienne les plus vulnérables, seront affectés par les décalages des écosystèmes dus au changement climatique. On connaît très peu les impacts possibles du changement climatique sur l'économie du Nord, qui se divise en trois secteurs : les emplois rémunérés, les paiements de transfert et la récolte de subsistance. Toutefois, les changements prévus qu'entraînera l'évolution du climat, tels qu'on les connaît, pourraient sérieusement mettre à l'épreuve la capacité d'adaptation de nombreuses sociétés de subsistance. Les impacts en seront généralisés avec des variations d'une région à

l'autre. Lorsque les effets commenceront à se manifester, toute tentative pour modifier ou prévenir le cours des événements ou des impacts dans les régions nordiques sera vaine.

Le changement climatique pourrait avoir une incidence sur la répartition des animaux et sur d'autres ressources dont dépendent les économies de subsistance. Le réchauffement projeté devrait faire disparaître la glace de plusieurs années et de larges étendues de pergélisol discontinu, les précipitations augmenter de 20 à 30 % et la période annuelle sans gel rallonger. Les mammifères terrestres, aquatiques et marins de l'Arctique et des régions subarctiques vivent dans un environnement physique tout juste approprié à leurs besoins; tout changement de conditions, si faible soit-il, pourrait donc avoir des conséquences désastreuses sur leur santé et leur survie. Au cours des 40 dernières années, les peuples autochtones du Nord ont opté pour une vie plus sédentaire, ce qui a réduit, sans l'éliminer, la possibilité pour eux de suivre les populations d'animaux en migration. De plus, la disparition de populations d'oiseaux aquatiques et de poissons pourrait avoir d'importantes répercussions sur l'économie de subsistance, car ces ressources ne seront probablement pas remplacées par d'autres sources alimentaires naturelles.

L'effet combiné de la fonte des glaciers et nappes de glace et de l'expansion thermique des océans entraînera une élévation moyenne du niveau de la mer de 50 cm ou plus d'ici la fin du XXI<sup>e</sup> siècle. Cette élévation devrait avoir des répercussions sur les populations qui se sont établies sur les côtes de l'Arctique. Il faudra peut-être prendre des mesures coûteuses afin de les protéger contre les risques d'inondation, si toutefois c'est possible.

Les connaissances traditionnelles et les diverses formes d'adaptation locales pourraient ne plus être valides face au changement climatique. Les activités des chasseurs, pêcheurs et trappeurs, par exemple, reposent sur une bonne connaissance locale de la répartition et du comportement des animaux, des régimes nivométriques et des dates d'englacement et de déglacement. Toutes ces connaissances locales pourraient perdre leur utilité dans les nouvelles conditions climatiques.

L'évolution du climat aura une incidence sur les récoltes d'espèces sauvages et entraînera, par conséquent, des problèmes d'alimentation, une augmentation des frais médicaux due à l'accroissement du nombre d'affectations cardio-vasculaires, et de cas de diabète et de déficiences en vitamines. Par ailleurs, la consommation de viande fraîche a diminué et les éléments nutritifs qu'elle contenait ne se retrouvent pas dans les nouveaux choix alimentaires. On croit que cette situation est à l'origine des très nombreux cas d'obésité, de troubles cardio-vasculaires et de diabète sucré observés chez les populations

nordiques. La récolte de subsistance exige de ceux qui la pratiquent une très grande forme physique, et lorsque les membres des communautés vivant de chasse et de cueillette sont atteints des maladies de ce siècle, ils ne peuvent plus chasser et deviennent donc incapables de subvenir aux besoins de leur famille.

Un réchauffement du climat entraînerait la fonte du pergélisol et des résidus qui seraient susceptibles de contaminer les ressources hydriques. L'augmentation du rayonnement ultraviolet-B imputable à l'amincissement de la couche d'ozone dans la stratosphère de l'Arctique menace réellement la santé humaine et animale et la productivité des espèces végétales terrestres et marines.

## C. LACUNES DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ET RECOMMANDATIONS POUR LES TRAVAUX FUTURS

Il nous fait combler les lacunes des connaissances scientifiques à l'échelle nationale. Nous devons pouvoir prévoir avec plus de confiance les impacts du changement climatique sur les paysages, sur les processus physiques et biologiques, et sur les secteurs socio-économiques, afin d'élaborer des stratégies d'adaptation pour composer dans la mesure du possible avec ces impacts. Dans une perspective sociétale, nous devons transformer ces changements physiques et biologiques en valeurs socio-économiques (coûts et bénéfices).

Établissement des coûts : Effectuer une estimation de référence des coûts prévus dans le temps pour l'adaptation au changement climatique et des coûts liés aux impacts résiduels de ce changement (par ex. profil temporel des coûts marginaux des émissions de CO<sub>2</sub>).

Phénomènes météorologiques extrêmes : Mettre sur pied et maintenir des bases de données sur les coûts des fléaux naturels et des mesures d'adaptation à cet égard; élaborer des scénarios d'évolution du climat à partir d'études de cas réels de phénomènes extrêmes, incluant les réductions prévues de la période de récurrence de ces phénomènes; définir la façon dont les Canadiens perçoivent les risques liés aux fléaux naturels et à l'évolution du climat afin de mieux comprendre comment sont prises les décisions quant aux mesures d'adaptation.

**Changement climatique et autres questions atmosphériques :** Mener une étude intégrée sur les impacts sur le climat de toutes les émissions de gaz et de particules, sur les processus physiques et chimiques en jeu, sur les systèmes socio-économiques et les écosystèmes ainsi que sur les diverses stratégies de gestion visant toutes les questions atmosphériques; évaluer les mesures de contrôle les plus économiques et les plus acceptables socialement pour chacune de ces questions; évaluer tous les effets possibles des autres problèmes atmosphériques sur la fréquence et l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes.

**Changement climatique et autres facteurs non climatiques :** Utiliser une approche intégrée afin d'étudier l'incidence de stress multiples sur la santé humaine, les secteurs socio-économiques et les écosystèmes. Les études devraient considérer le changement climatique comme l'un des nombreux facteurs déterminants. Par exemple, les changements démographiques prévus, et ceux de l'utilisation des terres et de la qualité de l'air et de l'eau qui les accompagnent, continueront d'influer sur la santé et l'existence des systèmes naturels et humains. Les recherches sur les impacts et les mesures d'adaptation devraient tenir compte des intérêts contradictoires en jeu, des politiques actuelles et des demandes transfrontières.

**Effets extra-territoriaux indirects :** Évaluer les liens indirects entre le changement climatique, les régimes et les politiques d'échanges internationaux dans certains secteurs de l'économie au Canada, comme l'agriculture, la foresterie, les pêches et l'énergie; poursuivre la recherche sur l'incidence des réfugiés environnementaux au Canada.

**Commerce et échanges intérieurs :** Évaluer de quelle manière la répartition des populations au Canada serait affectée par les nouveaux flux des échanges commerciaux dus au changement climatique; améliorer les capacités d'analyse des apports et des productions en disposant de statistiques plus fiables sur les économies provinciales.

**Modifications des paysages :** Mettre sur pied et maintenir des bases de données sur les variables critiques afin d'améliorer la prévision des impacts du changement climatique sur les écosystèmes régionaux. Les variables nécessaires sont les moyennes saisonnières et le degré de variabilité interannuelle de la température, des précipitations, des vents et du rayonnement; la gravité et la probabilité des phénomènes extrêmes, dont les sécheresses, les tempêtes et les inondations; la répartition, les quantités, la durée et l'étendue de la couverture neigeuse; les précipitations à diverses altitudes; la probabilité d'anomalies à court terme, comme le gel de fin de printemps ou de l'été, les

épisodes de temps doux ou de pluie au milieu de l'hiver et les violentes tempêtes printanières; les flux de chaleur et le rayonnement UV-B à la surface; les pressions au niveau de la mer.

**Développement durable et changement climatique :** Veiller à ce que le changement climatique et le développement durable soient explicitement inclus dans les recherches sur l'un et l'autre sujet; effectuer des évaluations intégrées du changement climatique qui comprennent un choix de méthodes différentes pour compléter les modèles d'évaluation intégrée à l'échelle planétaire.

**Économies nordiques de subsistance :** Mener des études afin d'établir des liens entre les informations d'ordre biologique et écologique sur les impacts du changement climatique et l'utilisation des ressources locales et l'économie du Nord; déterminer les effets de changements brusques et non linéaires du climat sur les régions nordiques; établir la différence entre les effets possibles du changement climatique dans le Nord et les effets cumulatifs des mégaprojets de développement; déterminer les limites d'adaptabilité des économies de subsistance dans le Nord; mener des études pour élaborer des stratégies de gestion axées sur l'adaptation visant particulièrement la résilience des systèmes sociaux et écologiques et leur aptitude à s'adapter à l'incertitude et à un changement climatique largement imprévisible; mener des études sur la santé des populations nordiques dans le contexte des effets du climat sur la disponibilité à long terme des sources alimentaires; approfondir l'aspect épidémiologique du changement climatique dans le Nord; élaborer des méthodes pour évaluer les coûts d'une dépendance accrue à l'égard de l'aide gouvernementale et les coûts liés aux mesures d'adaptation visant à encourager l'auto-suffisance.