



L'ÉTUDE PAN- CANADIENNE

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



VOLUME VII QUESTIONS SECTORIELLES

RÉSUMÉ

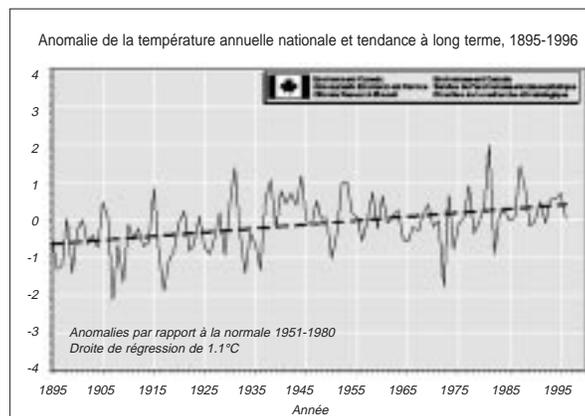
A. INTRODUCTION

Les résultats techniques et scientifiques de l'étape d'évaluation de l'Étude pan-canadienne (EPC) sont regroupés sous forme de huit volumes, soit 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, est le condensé de douze documents relatifs aux questions sectorielles du rapport sectoriel national (agriculture, milieu bâti, énergie, pêches, foresterie, santé humaine, assurances, loisirs et tourisme, transport, écosystèmes non aménagés, ressources en eau et milieux humides.)

Changement climatique

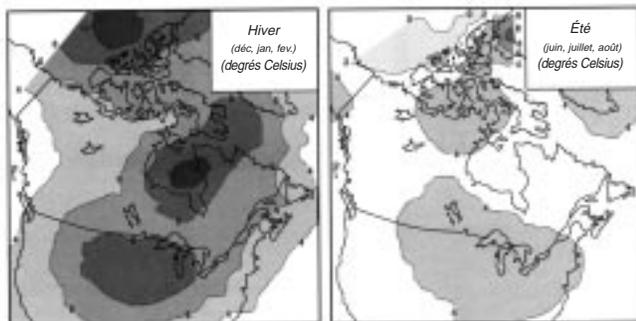
Selon le Deuxième Rapport d'évaluation du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), les faits observés concordent pour indiquer une influence perceptible de l'homme sur le climat à l'échelle planétaire. L'activité humaine entraîne une augmentation des concentrations de gaz 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, des modèles de circulation générale, ou MCG, qui sont des modèles informatiques perfectionnés, sont utilisés pour simuler les conditions climatiques dans le cas d'un doublement des concentrations de gaz à effet de serre par rapport aux niveaux de l'époque préindustrielle. Comme l'on s'est attaché jusqu'ici à faire une évaluation basée sur la plus récente littérature scientifique et technique, les résultats de l'EPC ne sont pas fondés sur un scénario climatique unique. L'Étude rassemble plutôt l'éventail des scénarios qui ont servi de base aux divers documents et rapports cités dans la littérature scientifique. 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.



CCC MCG2 2xCO₂ projections de température pour le Canada aux saisons d'hiver et d'été

Les changements du climat ne seront pas distribués également. Pour un doublement de la teneur atmosphérique en dioxyde de carbone, le MCG2 montre un réchauffement de 3,5°C de la température moyenne de surface du globe, mais indique un réchauffement qui est plus substantiel pour beaucoup de Canada, particulièrement en hiver.



Modèle

GDFL 91 - Modèle du Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (États-Unis)

GISS 85 - Modèle du Goddard Institute for Space Studies (États-Unis)

Hiver

2-6°C

Été

2-3°C

2-14°C

1-2°C

En interprétant ces résultats, 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, entachées d'une plus grande incertitude. 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. INCIDENCE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Dans le présent résumé, les résultats sont répartis selon deux catégories, les impacts du changement climatique et les mesures d'adaptation à ce changement, pour chacun des douze secteurs. La quasi-totalité des secteurs du Canada sont à un degré quelconque vulnérables au changement climatique, et les impacts projetés sont tels que le statu quo n'est pas une option viable. Il peut être possible pour un secteur ou une région donnés de déterminer, en les prenant séparément, les réponses à l'un ou l'autre des impacts repérés. Cependant, comme ces impacts devraient survenir simultanément et en même temps que d'autres changements démographiques, technologiques, économiques, sociaux et environnementaux, il devient beaucoup plus difficile d'évaluer les impacts cumulatifs et de choisir les réponses appropriées. En outre, notre climat étant variable,

la population et l'économie canadiennes y réagissent de façon différente dans le temps et dans l'espace. C'est pourquoi tous les impacts devraient présenter des variations régionales significatives qui se répercuteraient sur la nouvelle distribution du bien-être social et le choix des mesures qui s'imposent.

La littérature scientifique sur l'incidence du changement climatique et les mesures d'adaptation au changement montrent de grandes différences dans la quantité de travaux de recherche relatifs à un système naturel ou à secteur socio-économique donné au Canada. De plus, on s'est relativement peu attaché à examiner en détail les impacts positifs ou les avantages possibles du changement climatique. L'Étude pan-canadienne, qui est basée sur la littérature scientifique et technique actuelle, reflète ces inégalités.

Eau

L'eau joue un rôle essentiel dans de nombreux secteurs de l'économie et de la société : municipalités, industrie, secteur manufacturier, loisirs, navigation et production d'hydroélectricité. En outre, la répartition et l'existence de nos écosystèmes naturels sont essentiellement tributaires de l'eau. Le changement climatique entraînera une intensification du cycle hydrologique mondial, ce qui aura d'importantes répercussions sur les ressources régionales en eau. Des variations relativement faibles des températures et des précipitations, qui ont des effets sur l'évapotranspiration et l'humidité du sol, pourraient sensiblement modifier l'ampleur et la répartition dans le temps du ruissellement et de la gravité des inondations et des sécheresses.

Impacts sur l'hydrologie : Les impacts hydrologiques généralisés à l'échelle nationale prévus par les scénarios sur le changement climatique comprennent : une augmentation des précipitations annuelles dans la plupart des régions; des épisodes de précipitations locales plus intenses; une augmentation de l'évapotranspiration due à l'élévation de la température de l'air; la modification du ruissellement et du débit des cours d'eau au Canada; une baisse du niveau des lacs; une baisse de niveau des nappes d'eau souterraines; une diminution de l'humidité du sol dans le sud du Canada; une diminution de la saison des glaces et de l'étendue du pergélisol.

Incidence sur l'utilisation de l'eau : Les impacts sur l'hydrologie ont également une incidence sur les systèmes naturels et sur l'utilisation que les gens font de l'eau. Dans les régions rurales, les conflits liés à l'utilisation de l'eau pourraient augmenter, la baisse des réserves d'eau sous l'effet de l'augmentation possible de l'évapotranspiration pourrait empêcher de satisfaire les demandes croissantes en eau d'irrigation. L'abaissement du niveau des lacs et du débit des cours d'eau pourrait réduire les habitats des poissons. L'élévation de la tem-

pérature de l'eau et la réduction des concentrations d'oxygène dissous pourraient nuire à certaines espèces de poissons. L'abaissement du niveau des lacs et des débits nuira à la production d'hydroélectricité, augmentera les coûts de l'énergie et aura une incidence sur la capacité de chargement des navires commerciaux. Toutefois, un réchauffement des hivers réduirait la quantité de glace dans les voies navigables, prolongeant ainsi la saison de navigation. La consommation d'eau des villes, notamment pour l'arrosage des pelouses, augmentera probablement en raison de la hausse des températures. Les variations des régimes des précipitations pourraient accroître le potentiel de sites de reproduction des vecteurs de maladies. Les inondations ou les précipitations intenses pourraient causer un débordement des réseaux d'égout pluvial et une contamination de l'eau, comme par des proliférations de *Cryptosporidium*.

Écosystèmes, biodiversité, espèces sauvages et milieux humides

Les écosystèmes sont les bassins qui renferment toute la diversité génétique et des espèces de la Terre. La présence et les associations des diverses espèces animales et végétales du milieu naturel dépendent, dans une large mesure, du climat. Le changement climatique projeté pourrait donc avoir d'importantes répercussions sur les écosystèmes naturels au Canada. De faibles variations du climat, comme une fluctuation de 1,0 °C à 2,0 °C des températures moyennes annuelles, peuvent sensiblement modifier les caractéristiques et les fonctions des écosystèmes naturels. La composition et la répartition géographique de nombreux écosystèmes subiront des changements à mesure que chaque espèce réagira individuellement au changement climatique. Toutefois, certains écosystèmes pourraient rester instables plusieurs siècles, pendant que l'évolution du climat continue d'apporter de nouvelles limites et possibilités.

Écosystèmes terrestres : Les espèces végétales et animales, qui sont adaptées au climat actuel, subiront les effets des variations prévues de la température, de la perte ou de la dégradation de l'habitat et des changements dans l'abondance ou la disponibilité des sources alimentaires, dans le taux de prédation, dans la compétition et dans la présence de parasites et de maladies. On s'inquiète beaucoup de la survie des espèces terrestres face à un changement climatique dont la vitesse sera supérieure à celle de tous les changements survenus depuis 10 000 ans, et dépassera la capacité des écosystèmes terrestres à s'adapter et à migrer.

Du fait du changement climatique, les limites actuelles des aires de répartition des espèces végétales et animales, des insectes et des microbes du sol se décaleront vers les altitudes et/ou latitudes plus élevées et une invasion d'espèces venant du

sud est probable. Cela tiendra à la migration prévue des régions écoclimatiques du Canada vers le nord, et à une altération sensible de leur dimension et de leur composition. La superficie de la toundra, par exemple, pourrait diminuer de plus d'un tiers, de sorte que cette région sera retrouvée seulement dans les îles au nord du continent et sa végétation variera en fonction de la couverture neigeuse et de l'humidité du sol. Les caribous de Peary et les boeufs musqués de l'extrême Arctique pourraient disparaître, tandis que les caribous du continent seraient soumis à d'importants stress.

L'élévation de la température de l'air favorisera la croissance des plantes dans les régions où le climat actuel est un facteur limitant. Les images satellitaires ont montré une augmentation globale de l'activité photosynthétique terrestre au Canada entre 1981 et 1991, dans des régions marginales situées sur une large bande s'étendant du Yukon et de la Colombie-Britannique vers le sud-est jusqu'aux Grands Lacs, puis vers le nord-est jusqu'au Labrador. Un climat plus chaud et plus sec causera également un plus grand nombre de feux de forêt et une plus grande superficie sera détruite par les incendies au Canada, entraînant les conséquences qu'on connaît sur les espèces sauvages et les écosystèmes associés.

Milieux humides : Les milieux humides couvrent actuellement 14 % des terres du Canada et sont une ressource importante assurant les habitats des espèces (dont certaines des espèces rares, menacées d'extinction ou en péril du Canada), le stockage du carbone atmosphérique, le cycle des nutriments et des minéraux, l'assainissement de l'eau et la lutte contre les inondations. Par suite du changement climatique, les milieux humides semi-permanents, qui sont actuellement des bassins dominés par l'eau libre, pourraient se couvrir de végétation et voir leur salinité augmenter considérablement.

L'hydrologie joue un rôle déterminant dans l'écologie des milieux humides. Des niveaux d'eau plus bas peuvent y modifier tant la qualité que la quantité des habitats d'oiseaux aquatiques. Une hausse des températures de 3,0 °C pourrait réduire de 39 % le nombre de bassins humides dans la région de forêts-parcs du Canada, en dépit de précipitations plus fréquentes; l'impact sera moins important dans la prairie. Les milieux humides de la prairie pourraient s'étendre vers le nord, ce qui compenserait certaines des pertes prévues dans d'autres parties de la région.

La majeure partie des tourbières au Canada se trouve sur une couche de pergélisol continu à discontinu. Un réchauffement de 2,0 °C ferait remonter vers le nord les limites de cette couche et augmenter la profondeur à laquelle se situe le pergélisol, et la plus grande partie de la zone actuelle de tour-

bières n'aurait que du pergélisol sous-jacent avec toutes les implications que cela comporte pour leur écologie et leur biogéochimie. La situation pourrait relancer l'accumulation sporadique de tourbe dans les régions subarctiques du Canada. Toutefois, la dégradation des tourbières du sud risquant d'être beaucoup plus rapide que leur déplacement vers le nord, la superficie totale de tourbières diminuera donc probablement au Canada.

Écosystèmes aquatiques : Les habitats d'eaux douces de certaines espèces aquatiques importantes, comme les salmonidés, pourraient être détruits dans certaines parties du Canada. Les écosystèmes aquatiques de l'intérieur subiront les impacts du changement climatique, comme des variations de la température de l'eau, du niveau et du débit des cours d'eau. De nombreuses espèces de lacs et des cours d'eau, s'ils ne sont pas fermés, pourraient remonter vers le nord de 150 km pour chaque degré Celsius d'élévation de la température. La qualité de l'eau sera altérée par la baisse du niveau des lacs et du débit des cours d'eau, la hausse de la température de l'eau et la réduction des quantités d'oxygène dissous, qui réduiraient les habitats des poissons. Certaines espèces d'eaux froides, par exemple, comme l'omble de fontaine, pourraient être remplacées par des espèces d'eaux chaudes près de leur limite sud.

La réduction de l'épaisseur et de l'étendue de la glace et l'élévation du niveau de la mer dues au changement climatique auront divers impacts. Certaines espèces, comme la loutre de mer, pourraient bénéficier de l'accès à de nouveaux habitats, tandis que d'autres, comme le phoque, pourraient décliner du fait du rétrécissement des étendues de glace de mer qui leur sont nécessaires pour se reproduire et s'alimenter. La situation de l'ours blanc est particulièrement inquiétante, car cette espèce pourrait disparaître si ses sources alimentaires devenaient insuffisantes parce que la saison sans glace serait trop longue dans l'océan Arctique. L'élévation du niveau de la mer menace d'importantes colonies de reproduction d'oiseaux marins, dont le guillemot marmette et le fou de Bassan, à Terre-Neuve.

Agriculture

Au Canada, un aspect important de la relation entre le changement climatique et l'agriculture est la diversité des conditions de production agricole d'une région à l'autre. Un nombre considérable de recherches portent sur les implications possibles des scénarios de changement climatique sur les conditions agroclimatiques dans toutes les régions du Canada, à l'exception du sud de la Colombie-Britannique. Ces recherches ont étudié plusieurs scénarios de changement climatique et examiné les impacts des nouveaux climats sur diverses propriétés

agroclimatiques qui avaient subi des changements, comme les saisons de croissance, les saisons sans gel et les valeurs saisonnières de la température, des degrés-jours de croissance, des unités thermiques du maïs, et du déficit des précipitations et de l'humidité. Les implications sur les régimes de température ont été plus approfondies que dans le cas des régimes hygrométriques.

Tous les scénarios et études du changement climatique à l'échelle planétaire prévoient un réchauffement du climat dans la majeure partie du Canada. Les impacts du changement climatique sur l'agriculture pourront se mesurer directement par les réactions des récoltes, du bétail, des sols, des mauvaises herbes, des insectes et des maladies. La température et l'humidité du sol sont les deux facteurs climatiques qui subiront sans doute le plus de variations dans de vastes régions agricoles du Canada. Du fait du changement climatique, les saisons sans gel seront sans doute plus longues, ce qui favorisera l'agriculture commerciale. Pour les Prairies, l'Ontario et le Québec, les évaluations prévoient de trois à cinq semaines de plus. Les résultats relatifs aux régimes hygrométriques montrent une variation des précipitations allant de 30 % à la baisse à 80 % à la hausse. Malgré les avantages possibles de saisons sans gel plus longues et plus chaudes et d'une augmentation des précipitations, la plupart des scénarios de changement climatique impliquent un accroissement substantiel possible de l'évapotranspiration. Cette situation entraînera un déficit hydrique saisonnier plus important dans toutes les régions du Canada, et plus particulièrement en Ontario.

Capacité de production des terres : Les impacts sur le potentiel agricole des terres au nord du 60^e parallèle sont faibles. Cependant, dans la région de la rivière de la Paix et dans les régions agricoles nordiques de l'Ontario et du Québec, les terres destinées à la production agricole commerciale prendront une certaine expansion. La production maraîchère et la fruiticulture pourraient s'étendre au-delà de leurs actuelles zones du sud du Québec, de l'Ontario et de la Colombie-Britannique.

Développement des cultures : Les recherches ont mis en évidence les impacts sur les cultures céréalières, dont le maïs, le blé de printemps et d'hiver, l'avoine et l'orge. Des saisons sans gel plus chaudes favoriseront la croissance des cultures céréalières, car le raccourcissement de la période s'écoulant entre les semences et la récolte pourrait atteindre 3 semaines dans la plupart des régions pour les céréales de printemps et les céréales secondaires.

Rendements : La majorité des recherches examinées ont été réalisées avant les plus récentes améliorations des cultures et la mise en place de modèles de productivité qui prennent en con-

sidération les bénéfiques possibles d'une augmentation des concentrations de CO₂ sur le rendement des cultures. Donc, ces études ont probablement surestimé les effets négatifs du changement climatique sur le rendement des cultures. Dans les Prairies, les récoltes de céréales de printemps devraient diminuer de 35 % dans l'ouest et augmenter jusqu'à 66 % dans l'est. On prévoit des résultats semblables en Ontario et au Québec, à l'exception des régions nordiques où la production de céréales sera plus forte, celle du maïs en particulier. Dans le Canada atlantique et en Colombie-Britannique, il pourrait y avoir une hausse du rendement des céréales, mais la réalisation de ce potentiel exige un accroissement de l'irrigation, et l'existence de terres adéquates. Le Canada pourrait connaître une baisse générale de la production d'oléagineux en raison du stress dû à l'humidité, qui pourrait cependant être compensé par l'expansion vers le nord des terres se prêtant à ce genre de cultures.

Commerce agricole : Au niveau mondial, le Canada est un important producteur de produits agricoles. Les changements qui se produisent à l'étranger pourraient donc avoir une aussi grande incidence sur le secteur agricole canadien que les variations des perspectives de production nationales. D'importants changements, qu'ils soient positifs ou négatifs, dans la production agricole canadienne auront nécessairement des répercussions au pays et au-delà de ses frontières.

Pêches

Au Canada, le secteur des pêches représente une importante source alimentaire, une activité sportive et une source d'emplois. En 1994, le total des prises commerciales au pays était de 1 070 kilotonnes, provenant surtout des océans, d'une valeur au débarquement de 1,78 milliard de dollars. L'aquaculture, qui est un secteur en pleine croissance, fait concurrence à la pêche commerciale. En 1994, la production a atteint 54 kilotonnes de poisson, surtout du saumon, avec une valeur de 300 millions de dollars. Pour les poissons, les plages thermiques de survie, de croissance et de reproduction sont des caractéristiques particulières à l'espèce. Ces températures se situent de 10 °C à plus de 25 °C. Vu l'importance de la température dans les activités vitales du poisson, la réponse des populations d'eau de mer et d'eau douce aux variations de la température de l'eau imputables au changement climatique est de deux ordres : modification de la production piscicole en un endroit donné et modification de la répartition géographique des poissons. Si, au Canada, le climat devient plus chaud et plus sec, nos ressources halieutiques subiront les impacts suivants :

Dans le Pacifique : On prévoit une exploitation durable plus basse et plus variable des populations de saumon du sud et une réduction de l'abondance de la morue du Pacifique. Par ailleurs, on prévoit une exploitation durable plus élevée et plus

régulière des populations de saumon du nord, le saumon rouge étant le plus touché.

Dans l'Atlantique : L'exploitation globale durable dans les eaux côtières et estuariennes pourrait baisser en raison des diminutions de l'apport d'eau douce et du déclin subséquent de la productivité des écosystèmes. Il pourrait se produire des changements généralisés dans l'exploitation durable, dans l'emplacement des secteurs de pêche et dans l'efficacité des engins de pêche pour de nombreuses espèces, du fait des modifications complexes et largement imprévisibles subies par les courants océaniques qui régissent l'habitat et la migration des espèces marines.

Dans l'Arctique : On prévoit une hausse de l'exploitation durable de la plupart des populations de poissons, puisque le rétrécissement de la couverture de glace permettra une remise en circulation des éléments nutritifs, donc une augmentation de la productivité des écosystèmes.

Dans les eaux douces du sud : L'exploitation durable de nombreuses espèces pourrait régresser en raison de la baisse du niveau des lacs et du débit des cours d'eau et de la réduction de la charge et de la remise en circulation des éléments nutritifs dans nombre de lacs et cours d'eau du Bouclier canadien. On pourrait voir une réduction du pourcentage des prises durables totales des espèces d'eaux froides, dont la truite, le brochet, le corégone et l'ombre.

Dans les eaux douces du nord : Il y aura une augmentation de l'exploitation durable de la plupart des espèces en raison des saisons de croissance plus longues et plus chaudes et des variations assez faibles des niveaux d'eau. Il pourrait également y avoir une augmentation de la diversité des espèces commerciales liée à celle des habitats thermiques convenant à de nouvelles espèces du sud dont les territoires s'étendent vers le nord.

Forêts

Les forêts jouent, depuis longtemps, un rôle important au sein de l'économie canadienne et elles contribuent à définir notre identité culturelle et sociale. Au Canada, sur les 417,6 millions d'hectares de forêt (soit 42 % de la superficie totale des terres), 119 millions d'hectares sont gérés en vue de l'exploitation et 50 millions sont protégés par législation contre toute exploitation. L'écosystème de nos forêts génère 1 emploi sur 15 et abrite environ 200 000 espèces sauvages. La réaction des forêts au changement climatique se traduit à la fois par des changements directs résultant de l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre et par des changements indirects, comme les variations de température et de précipitations.

Impact sur les forêts : Les forêts du Canada retiennent des quantités importantes de carbone en raison de la lente décomposition de la masse organique du sol. La hausse des températures accélérerait la décomposition, le taux de croissance des végétaux ou productivité primaire nette. Comme la vitesse du changement climatique devrait dépasser celle à laquelle les forêts peuvent s'adapter ou migrer, nos écosystèmes forestiers seront probablement dans des états transitoires en réaction à ce changement, avec des impacts surtout négatifs. De plus, les forêts canadiennes pourraient subir des dommages dus aux tempêtes et au vent plus fréquents et plus graves dans les régions côtières, des sécheresses dues au stress causé par le nouveau régime de précipitations ainsi que des incendies de forêt plus fréquents et plus dévastateurs.

Les essences individuelles des forêts actuelles devraient migrer vers le nord (ou vers de plus hautes altitudes) et les associations d'espèces devraient être modifiées. L'étendue de la forêt boréale diminuera considérablement, car la prairie et la forêt à feuilles caduques devraient envahir ce territoire par le sud. De plus, son expansion vers le nord est limitée par la pauvreté des sols et l'insuffisance de l'ensoleillement. La composition des forêts dans le nord-ouest du Pacifique demeurera sensiblement la même, sa riche diversité d'espèces compensant la migration des espèces individuelles. Les habitats et les réserves naturelles des espèces pourraient être menacés par la parcellisation et la perturbation de l'équilibre entre l'habitat et le climat causées par le changement climatique.

Industrie forestière : Avec des forêts mal adaptées au changement climatique projeté, on prévoit le déclin de grandes superficies forestières. La coupe de récupération de ces zones pourrait accroître le potentiel de récolte pendant un certain temps; cependant, à terme, il pourrait y avoir une pénurie de bois, parce que les nouvelles zones boisées du nord n'arriveront pas à maturité assez vite pour compenser les pertes encourues dans le sud. Les pertes dues au déclin des forêts, les nouveaux régimes de perturbation par les incendies et les insectes, ainsi que par la sécheresse à certains endroits pourraient donc mettre à l'épreuve la capacité d'adaptation de l'industrie, surtout dans une optique de rendement durable à long terme. L'incidence globale sur les forêts canadiennes variera donc selon les régions. Dans la région du Mackenzie, par exemple, on prévoit que la production du bois d'oeuvre commercial, tant de feuillus que de résineux, diminuera de 50 %, du fait du changement climatique.

Énergie

En général, les secteurs de l'énergie et du transport sont relativement peu sensibles au changement climatique si on les compare au secteur de l'agriculture et aux écosystèmes naturels.

Leur capacité d'adaptation devrait être élevée si on effectue une gestion adéquate et un remplacement normal des immobilisations. Toutefois, les activités de ces secteurs demeurent vulnérables à la fréquence et à l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes.

Demande d'énergie : La demande en énergie pour le chauffage ou la climatisation de l'espace ambiant pourrait varier, avec une réduction des besoins de chauffage en hiver et un accroissement des besoins de climatisation en été. On prévoit une baisse globale d'énergie dans tout le pays, sauf au Québec où l'on prévoit une augmentation générale de la demande. En Ontario, il pourrait y avoir une diminution de la demande en énergie pour le chauffage ou la climatisation, mais la demande de pointe pourrait augmenter. On s'attend également à des variations de la demande d'énergie pour d'autres besoins. Dans les Prairies, par exemple, l'utilisation de l'énergie pour le transport diminuera, mais elle augmentera pour l'irrigation, le séchage du grain et la récolte.

Approvisionnement - hydroélectricité : Le potentiel de production d'hydroélectricité est sensible aux changements de la disponibilité de l'eau et des régimes des débits. On prévoit donc des changements, différents selon les régions, de ce potentiel, qui refléteront les fluctuations projetées de la disponibilité de l'eau et des débits, par exemple à la hausse au Labrador et dans le nord du Québec et à la baisse en Ontario, dans les Prairies et dans le sud-est de la Colombie-Britannique. Si les phénomènes météorologiques extrêmes changent tel que prévu, il y aura davantage de pannes d'électricité causées par les orages. Les industries consommatrices d'électricité (comme les alumineries) pourraient être particulièrement touchées.

Approvisionnement - combustibles fossiles : Les exploitations pétrolières et gazières en mer pourraient bénéficier de la diminution des risques naturels, comme la glace, voire les icebergs, mais être exposées à de violentes tempêtes qui seront plus intenses et plus fréquentes. Les économies qui pourraient être réalisés seraient en partie annulées par les coûts plus élevés des installations sur les côtes, exposées à une plus forte activité des vagues. Les coûts des pipelines dans l'Arctique pourraient être plus élevés en raison des problèmes causés par l'instabilité accrue du pergélisol. On prévoit une réduction des coûts des opérations des navires-citernes brise-glace. Il subsiste, néanmoins, trop d'incertitudes pour que l'on puisse intégrer les impacts positifs aux calculs actuels alors que les impacts négatifs doivent être inclus en raison de l'approche prudente adoptée par l'industrie pour ses opérations en régions éloignées. Par conséquent, il pourrait y avoir à court terme une hausse des coûts du pétrole et du gaz en provenance de ces régions. Pour ce qui est de l'exploitation du charbon, l'augmentation de l'érosion des côtes et des glissements de terrain pourrait con-

stituer un problème dans certaines régions, comme la Colombie-Britannique.

Transport

Par voie terrestre : On prévoit que les coûts généraux des transports par voie terrestre seront réduits, puisque les hivers seront plus courts et/ou moins rigoureux (fonctionnement plus efficace des moteurs, temps de réchauffage plus court, saison de déneigement moins longue, mais avec des quantités de neige plus élevées dans certaines régions du pays). Ces projections valent surtout pour le sud du Canada. Dans le nord, cependant, comme dans le bassin du Mackenzie, le coût du transport en hiver pourrait être plus élevé à cause du raccourcissement de la saison d'utilisation des routes de glace. L'accroissement de l'instabilité du pergélisol entraînera probablement une augmentation des coûts d'entretien des routes praticables en tous temps et des plates-formes des voies ferrées.

Par voie maritime : La saison de navigation pourrait s'allonger dans les endroits actuellement recouverts de glace de mer une partie ou tout au long de l'année, comme dans la baie d'Hudson et dans l'ouest et le centre de l'Arctique. Les normes de conception navale liées à la glace de mer pourraient également être modifiées. De façon générale, l'élévation du niveau de la mer augmentera les profondeurs d'eau dans les ports et dans les chenaux, mais toute l'infrastructure des zones côtières en subira de sérieux dommages dans l'Atlantique et dans l'Arctique. L'intensification possible des tempêtes a soulevé de nombreuses inquiétudes, car elle pourrait entraîner un recours accru aux services d'aides à la navigation.

En eaux douces : Malgré l'allongement de la saison de navigation en eau libre, la baisse prévue des niveaux d'eau aura généralement beaucoup d'effets négatifs pour la navigation commerciale sur les principaux lacs et cours d'eau, comme dans le système des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Sur le Mackenzie, la saison de navigation des barges pourrait s'allonger (jusqu'à 40 % de plus), mais il sera plus difficile d'y naviguer en raison de la baisse des niveaux d'eau.

Par voie aérienne : Les impacts sur le secteur de l'aviation n'ont pas encore été analysés de façon rigoureuse. Toutefois, il est à prévoir que l'efficacité des moteurs sera réduite. Pour les petits aéronefs, cela se traduira par un allongement de la saison d'exploitation des hydravions et un raccourcissement de la saison d'utilisation des pistes de neige et de glace.

Milieu bâti

Le milieu bâti inclut les demeures, les immeubles, les routes, les voies ferrées et des ouvrages tels que les digues et pipelines. Les

impacts du changement climatique sur le milieu bâti pourraient entraîner des modifications des normes de construction, de la stabilité du sol (p. ex. glissements de terrain et fonte du pergélisol) et de la fréquence et de la gravité des inondations et autres phénomènes extrêmes.

Saison de construction : La saison estivale de construction devrait s'allonger et la saison hivernale pourrait raccourcir. Alors que c'est un avantage dans le sud du Canada, ce raccourcissement de la saison hivernale de construction dans le Nord pourrait rendre difficiles l'accès (routes d'hiver) et la réalisation de grands travaux (pour ne pas perturber les zones de toundra sensibles par le passage d'équipements lourds).

Pergélisol : L'augmentation du soulèvement par le gel, du tassement dû au dégel et de l'instabilité des pentes affecteront l'intégrité structurelle et la conception des structures nordiques, comme les pipelines. Pour les fondations, les conditions seront différentes dans le Nord lorsque le pergélisol dégèlera, le tassement différentiel pouvant affecter l'intégrité des structures, voire entraîner leur effondrement. Les lignes de transmission et les pipelines peuvent se rompre. Les opérations minières pourraient se trouver facilitées, mais les terrils, les digues à stériles et les chenaux de dérivation de l'eau exigeraient une maintenance accrue et coûteuse.

Neige : Les économies réalisées grâce à la diminution de la charge de neige sur les immeubles et les ouvrages pourraient être réduites par l'accroissement des charges dues au vent et à la pluie, des cycles de gel/dégel et de la sécheresse des étés.

Inondations et autres phénomènes extrêmes : Bien que les projections des changements dans les inondations et autres phénomènes extrêmes restent entachées de beaucoup d'incertitude, leurs implications pour les immeubles et constructions méritent que l'on s'y arrête. On craint particulièrement l'inondation des quais, installations portuaires et maisons situées dans les terres basses et la surcharge des réseaux d'adduction d'eau et d'égout, situations liées à l'élévation prévue du niveau marin, aux chutes extrêmes de pluie ou de neige et aux embâcles printanières. Les lignes de transport d'électricité et autres (en raison des charges dues au vent et à la glace), les piles de ponts, les barrages (en raison des niveaux des inondations et des embâcles) sont particulièrement vulnérables aux changements dans les phénomènes extrêmes. Avec l'augmentation de la densité de population et des biens, les phénomènes extrêmes pourraient faire plus de dommages, et les pertes seraient plus élevées, même sans changement climatique. Les défaillances structurales dues à la détérioration au fil des mois et des années pourraient survenir plus rapidement dans les régions où l'on prévoit qu'il y aura davantage d'extrêmes de températures et d'épisodes de pluie et de vent combinés.

Assurances

Tout changement dans la fréquence ou l'intensité de ces phénomènes extrêmes modifiera le nombre de réclamations. Il s'ensuivra un changement de la couverture et des primes en vertu de l'approche actuarielle classique de l'industrie qui veut que « le passé est le garant de l'avenir ». On s'inquiète sérieusement de ce qu'un changement climatique brutal, entraînant des désastres, et donc des réclamations, plus fréquents, obligerait à verser des montants plus élevés et plus nombreux, avant que les réserves adéquates n'aient pu être constituées. L'approche traditionnelle de l'industrie n'aurait donc pas le temps de prendre ces changements en compte.

Assurance des biens : Les assurances des biens seront sans doute directement touchées (soit via des restrictions de la couverture, soit via une augmentation sensible des primes), et on encourage l'adoption de codes du bâtiment plus stricts de façon à réduire les sensibilités. De plus, il faudra assumer une plus grande responsabilité publique ou personnelle face aux catastrophes naturelles, comme les inondations, les sécheresses et les tempêtes de vent. Le coût des assurances ainsi que leur disponibilité auront également des répercussions sur la viabilité des entreprises existantes et futures.

Assurance-récolte : Tout changement soudain dans la fréquence ou dans l'intensité des phénomènes extrêmes risque de produire des épisodes plus fréquents de grêle, de sécheresse, de gel et d'humidité excessive qui affecteront l'industrie. Dans les Prairies, on s'attend à ce que les primes soient plus élevées dans le secteur agricole, des changements à la disponibilité et à l'admissibilité étant possibles. Cette restructuration pourrait mettre à l'épreuve la viabilité financière de l'agriculture et d'autres secteurs.

Assurance maritime : Le changement climatique et ses effets possibles sur les côtes, les banquises, les quantités de glace et le moment où elles se brisent, ainsi que divers autres impacts océaniques auront une incidence sur la marine marchande et sur les compagnies d'assurances qui en assurent la protection.

Santé humaine

L'évolution du climat aura des impacts généralisés et généralement néfastes pour la santé humaine. Certains facteurs climatiques risquent d'avoir un effet direct sur la biologie humaine, dont :

Stress dû à la chaleur : Des vagues de chaleur plus intenses et plus fréquentes entraîneraient une augmentation des maladies et des décès, notamment chez les jeunes enfants, les personnes âgées, les malades ou les gens fragiles, plus particulièrement

dans les grands centres urbains. Selon une étude exhaustive et empirique sur le lien entre le changement climatique et le nombre de décès causés par la chaleur, qui a été réalisée dans dix villes au Canada, si les températures se comportent comme prévu avec un doublement des concentrations de CO₂, les régions urbaines du sud-est de l'Ontario et du sud du Québec seront affectées. Un été « moyen » en l'an 2050 pourrait provoquer de 240 à 1 140 nouveaux décès liés à la chaleur par année à Montréal, de 230 à 1 220 à Toronto et de 80 à 500 à Ottawa, si aucune mesure d'acclimatation à la hausse des températures n'était mise en place.

Dans les impacts indirects du changement climatique, on inclut l'augmentation de certains polluants atmosphériques, du pollen et des spores de moisissure, la malnutrition, l'augmentation de maladies transmises par des vecteurs ou par l'eau et les impacts sur la santé humaine.

Pollution de l'air : Les troubles respiratoires et les problèmes d'allergie seront exacerbés par des chaleurs extrêmes et un taux d'humidité élevé. Toutefois, les épisodes de smog seront moins fréquents dans les régions du sud de l'Ontario et du Québec et dans la vallée du Fraser, par exemple, en raison des concentrations moins élevées de matières particulaires en suspension.

Phénomènes météorologiques extrêmes : On s'inquiète des hausses prévues de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes, bien qu'elles demeurent incertaines, car elles pourraient avoir une incidence sur les décès, les blessures, les maladies contagieuses (par ex. les eaux de ruissellement contaminées pourraient altérer la qualité de l'approvisionnement en eau) et les troubles liés au stress, et avoir d'autres effets néfastes sur la santé du fait des perturbations sociales et des migrations pour motifs environnementaux.

Vecteurs de maladie : On croit que les cas d'encéphalite équine de l'Ouest, d'encéphalite équine de l'Est, d'encéphalite de Saint-Louis et le virus du lièvre d'Amérique (SSH) se multiplieraient au Canada en raison du changement climatique. De plus, la malaria pourrait s'étendre vers le nord jusqu'au Canada. Toutefois, une étude a suggéré que, dans les climats tempérés, des mesures rigoureuses de contrôle, comme le suivi des maladies et un traitement immédiat des cas, seraient probablement suffisantes pour enrayer toute augmentation de la capacité des vecteurs. D'autres maladies transmises par les moustiques qui pourraient, avec l'évolution du climat, se propager vers le nord jusqu'au Canada sont la dengue et la fièvre jaune. Les maladies transmises par les tiques, comme la maladie de Lyme et la fièvre pourprée des montagnes Rocheuses, pourraient également se propager sur un plus grand territoire sous l'effet du changement climatique.

Contamination de l'environnement : Le changement climatique entraînera également un plus grand nombre de troubles de la santé liés à la contamination de l'environnement et de l'eau par des bactéries (par ex. *Bacillus anthracis*), virus et protozoaires (comme *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium* et *Leptospira*) et des parasites. Le régime alimentaire des Canadiens risque aussi d'être modifié par l'apport de nourriture provenant d'autres pays. Les importations de nourriture pourraient entraîner une augmentation des maladies virales, parasitaires et bactériennes, comme l'hépatite A.

Système de soins de santé publique : Le changement climatique fera probablement un plus grand nombre de réfugiés environnementaux. Ces réfugiés pourraient introduire au pays des maladies qui n'y sont pas endémiques. Le système de soins de santé actuel du Canada n'est pas prêt à faire face aux changements que subiront les politiques liées à la fiscalité, à l'agriculture, au transport et à l'énergie et à leurs impacts sur la santé humaine.

Loisirs et tourisme

Tourisme : Les destinations touristiques qui attirent leur clientèle grâce surtout à leurs ressources naturelles, comme les montagnes et les plages, risquent plus de souffrir du changement climatique que les destinations qui dépendent de leur attraits historiques et culturels.

Activités aquatiques : L'eau joue un rôle primordial dans les activités de plaisance; toute variation qualitative ou quantitative de l'eau provoquée par le changement climatique les menacerait donc directement. En outre, l'élévation du niveau de la mer affectera les communautés côtières qui tirent leurs revenus des activités de loisir. Les plages, les milieux humides marins, le milieu bâti et l'approvisionnement en eau potable en subiraient également les répercussions. Les variations du niveau d'eau dans les Grands Lacs auraient une incidence sur les marinas et les activités de plaisance.

Zones naturelles : Le changement climatique pourrait altérer les écosystèmes prisés par les amateurs de plein air. Les répercussions se situeront dans la quantité de terrains consacrée aux parcs, sur la taille de ceux-ci, le choix et la désignation des parcs et la délimitation des zones. Le changement climatique aura également une incidence sur les méthodes de gestion, comme la teneur des programmes d'interprétation, la protection des espèces en péril et la définition des activités récréatives appropriées.

Hiver : Les régions où l'on pratique le ski alpin auront à s'adapter à des quantités de neige réduites et moins certaines, et aux réductions cela pourrait imposer à la saison de ski dans

de nombreuses régions. Certaines devront recourir davantage à la neige artificielle pour garder à la saison une longueur raisonnable. D'autres activités hivernales qui dépendent de la couverture de neige ou de glace pourraient en subir les contre-coups, comme le ski de randonnée, la motoneige, la pêche sur glace etc.

Été : Le réchauffement projeté pourrait entraîner un allongement de la saison de sports d'été dans tout le Canada (p. ex., au Québec, la saison de golf pourrait durer jusqu'à 3 ou 4 semaines de plus). Selon plusieurs scénarios de changement climatique, la période propice au camping en Ontario bénéficierait parfois de 40 jours de plus. Les activités de chasse et d'ornithologie seront également affectées par le déplacement d'espèces sauvages causé par la perte de leur habitat ou par l'augmentation du nombre d'espèces concurrentes.

C. ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Plusieurs éléments doivent être gardés à l'esprit quand on examine jusqu'à quel point l'on peut se fier aux mesures d'adaptation. D'abord, l'adaptation s'accompagne toujours de coûts et sa mise en oeuvre va donc mobiliser des ressources naturelles et financières déjà rares, et qui auraient pu être consacrées à d'autres activités productives.

Les Canadiens dépensent des milliards de dollars par année pour s'adapter au climat actuel et à sa variabilité. De plus, notre climat engendre une multitude de perturbations sociales et environnementales auxquelles nous devons également nous adapter et dont les « coûts » ne sont pas entièrement définis. S'adapter à un climat en évolution entraînera aussi des « coûts » pour les Canadiens, mais déterminer ces coûts demeure une tâche exceptionnellement difficile. On pense, toutefois, que les augmentations de ces coûts éventuels pourraient être réduites si davantage de renseignements sur les changements, sur leurs impacts et sur les mesures d'adaptation viables étaient disponibles à temps (occasions proactives) et s'il existait des mécanismes financiers et institutionnels de soutien et d'information.

Deuxièmement, plus le changement climatique sera rapide, plus les coûts économiques et sociaux de l'adaptation devraient augmenter. Troisièmement, bien qu'il y ait de nombreuses possibilités d'adaptation technologique et comportementale, il demeure des incertitudes quant aux éventuels obstacles et limites à leur mise en application. Quatrièmement, il pèse aussi des incertitudes sur l'efficacité et les effets secondaires possibles

de certaines stratégies d'adaptation. Cinquièmement, au cours du prochain siècle, outre le changement climatique, les Canadiens devront faire face à de grands changements touchant la technologie, l'économie, les marchés, les produits et la démographie. Nos réponses d'adaptation devraient être adoptées dans une approche d'intégration et, au lieu de viser un seul changement, prendre en compte la totalité des changements possibles.

Enfin, il existe peu d'information sur les différentes mesures d'adaptation et, lorsqu'elle est disponible, elle est peu fiable. Si l'on veut évaluer la capacité d'adaptation d'une région ou d'un secteur donné, il est essentiel d'effectuer des recherches rigoureuses sur le niveau d'acceptabilité sociale et culturelle et sur les mécanismes financiers et institutionnels nécessaires pour faire face au changement climatique.

Eau

Les Canadiens dépensent près de un milliard de dollars par an pour adapter le secteur des ressources en eau aux conditions climatiques actuelles. Ces mesures d'adaptation comprennent la construction de barrages, de réseaux d'égout, de fossés de drainage, d'ouvrages de protection contre les crues, etc. On prévoit que les coûts liés aux mesures d'adaptation augmenteront considérablement.

En plus d'augmenter la capacité de l'infrastructure actuelle, on peut mettre en place d'autres méthodes, comme d'avoir recours aux polices d'assurances, à l'aide gouvernementale et à l'aide aux sinistrés pour la compensation des dommages; de demander aux individus d'assumer leurs propres pertes financières; de mieux informer la population sur les impacts du changement climatique et sur les mesures d'adaptation; de mieux connaître les liens qui existent entre l'eau et le climat à l'aide de travaux ultérieurs de recherche dans certains secteurs, comme l'évapotranspiration, le pergélisol, les eaux souterraines, les régions et les petits lacs nordiques; de définir des approches non structurales afin de réduire les impacts, par exemple en pratiquant une gestion intégrée des ressources hydriques, en favorisant la planification des sous-bassins versants; en maintenant et en améliorant les programmes de conservation de l'eau (p. ex. changement de comportement); en améliorant les processus de zonage et d'émission de permis de construction; en mettant en place des mesures de gestion de la demande en eau (p. ex. fixer le coût d'utilisation de l'eau) et en utilisant des approches structurelles, comme la lutte contre la pollution; l'amélioration des réseaux municipaux d'approvisionnement en eau; la modification mineure de la construction des infrastructures (p. ex. en y intégrant les scénarios de changement climatique); la mise en place d'un plus grand nombre de mesures préventives en cas d'inondations; la construction de nouveaux barrages, digues et

réservoirs; le maintien et l'amélioration des programmes de conservation de l'eau (p. ex. réducteur de volume d'eau dans les toilettes et modification des codes du bâtiment) et le choix de tracés de chenaux naturels.

Écosystèmes, biodiversité, espèces sauvages et milieux humides

Il existe de nombreuses incertitudes quant à la façon dont les écosystèmes non aménagés donnés réagiront au changement climatique, surtout si son ampleur se situe dans le haut des plages prévues par les modèles actuels. On ne peut cependant affirmer avec certitude si la structure et la fonction des futures communautés écologiques au Canada seront les mêmes sous le climat projeté. La population pourrait tenter de minimiser les effets négatifs du changement climatique sur les écosystèmes, et ceux d'autres stress liés à l'activité humaine, comme l'acidification et le transport des substances toxiques.

Il sera nécessaire d'exercer une gestion plus rigoureuse si les populations d'espèces sauvages diminuent abruptement et deviennent ainsi menacées d'extinction. Parmi les mesures d'adaptation à considérer figurent la désignation d'un plus grand nombre de zones protégées couvrant davantage de territoire et reliées par des corridors; la mise en oeuvre de programmes de transplantation; de reproduction sélective des éléments des populations qui sont le mieux adaptés aux nouvelles conditions climatiques et le stockage hors place du matériel génétique, ce qui accentuerait les activités d'« écologie de sauvetage ». Les autres mesures d'adaptation pourraient comprendre : la protection des futures zones importantes, comme les régions plus susceptibles d'être inondées, et la gestion à l'échelle du paysage, de sorte que les activités humaines comme la foresterie et l'agriculture seraient intégrées aux considérations générales liées à l'habitat.

Agriculture

L'évaluation des stratégies d'adaptation a été surtout ciblée sur les Prairies ou sur les limites actuelles imposées par le climat à l'agriculture (sols non appropriés à certaines cultures). Les mesures d'adaptation préconisées au niveau local ou des fermes sont : opter pour des cultivars différents ou introduire des cultures spécialisées de plus grande valeur, améliorer l'utilisation de l'irrigation et diversifier les activités agricoles afin d'y inclure l'élevage du bétail. Aux échelles régionale ou nationale, les approches pourraient consister à modifier le système d'aide gouvernementale afin de mieux refléter les risques liés au climat actuel, à lier les programmes d'assistance-récolte à la conservation des sols et à améliorer les programmes d'éducation dans les milieux ruraux afin de promouvoir des pratiques agricoles favorisant l'utilisation durable des sols.

Foresterie

L'adaptabilité du secteur forestier dépend de la capacité et de la volonté de l'industrie de s'adapter aux essences qui deviendront prédominantes sous le nouveau climat, de récupérer les peuplements mourants, de reboiser avec des essences mieux adaptées aux nouvelles conditions climatiques et de déplacer leur activités vers des régions où les ressources sont plus abondantes. La confiance en la capacité d'adaptation de l'industrie tient, en partie, au fait que les impacts futurs ne seront qu'un prolongement des conditions auxquelles nous faisons face actuellement, donc les mêmes problèmes, seuls le lieu et la portée seront différents. De plus, outre les coûts sociaux et environnementaux, l'adaptation devra prendre en compte de grandes questions comme : augmenter les paysages forestiers afin d'en réduire la parcellisation, gérer les peuplements et les paysages pour diminuer les feux de cimes et de grandes superficies, et trouver des façons de maintenir les corridors migratoires.

Pêches

Les options d'adaptation du secteur des pêches qui répondraient au changement climatique ont pour la plupart déjà été utilisées face à d'autres changements du milieu ou de l'utilisation; chacune a ses limites, en particulier le fait que l'on suppose que le changement climatique se fera de manière régulière. Les facteurs à prendre en compte dans l'élaboration de ces options sont donc les suivants : reconnaissance de la possibilité d'une accélération du changement et du potentiel de surprises; nécessité de liens étroits avec les objectifs d'utilisation durable des écosystèmes; nécessité d'adopter des stratégies au niveau local pour minimiser les impacts négatifs et maximiser les gains en vue d'un gain net global; élaboration de régimes de gestion robustes qui établissent un équilibre entre le court et le long terme; approche « sans regrets » basée sur les écosystèmes dans laquelle tous les stress sont réduits.

Énergie

L'industrie de l'énergie s'est toujours assez bien adaptée aux variations de l'offre et de la demande et elle a su s'attaquer à de nouveaux défis, comme la recherche de pétrole et de gaz sous des eaux recouvertes de glace, grâce à des technologies innovatrices. On considère donc que le secteur de l'énergie a une forte capacité d'adaptation et qu'il saura faire face au changement climatique, surtout si celui-ci se produit lentement et que l'industrie n'est pas confrontée à des surprises. Parmi les mesures d'adaptation envisagées figurent la modification des critères de conception, l'économie d'énergie et le recours à d'autres sources d'énergie (solaire et éolienne).

Milieu bâti

Dans de nombreux cas existants, la marge actuelle de sécurité intégrée dans le Code national du bâtiment du Canada sera suffisante pour maintenir des structures sécuritaires et économiques, sous réserve de la qualité de l'exécution et des matériaux. Des mesures visant à améliorer et/ou à déplacer des installations et des ouvrages (comme les systèmes de régulation des crues des cours d'eau), bien que coûteuses, pourraient être nécessaires. Afin d'éviter de nouveaux développements dans les régions susceptibles de subir des dommages, un renforcement des règlements d'urbanisme sur l'utilisation des terres devrait être considéré. Pour toute nouvelle construction, les critères de conception et le choix du site devraient tenir compte des conditions climatiques. On devrait, en particulier, mettre l'accent sur la sécurité des structures soumises à des phénomènes extrêmes, sur l'économie d'énergie et sur la réduction des coûts des immeubles et des ouvrages sur leur durée de vie. Pour faire face à l'érosion des côtes qu'entraîne l'élévation du niveau de la mer, on devra, dans l'élaboration de la stratégie d'adaptation, intégrer une gestion des zones côtières qui allie ingénierie et solutions naturelles.

Assurances

Des activités de modification du temps, comme l'ensemencement des nuages dans les Prairies, ont été financées par l'industrie pour réduire les dommages causés par la grêle et le paiement de réclamations par les compagnies d'assurances. Des fonds ont été alloués à des travaux de recherche sur l'amélioration des matériaux et techniques de construction et à des activités de lobbying visant la modification du Code national du bâtiment pour réduire les risques. De leur côté, les compagnies d'assurances pourraient changer les clauses et les conditions des couvertures d'assurances, limiter, par exemple, le nombre de polices et la protection assurable en dollars dans une région géographique donnée, réduire les limites des polices d'assurances, augmenter les franchises, modifier les modalités de règlement, les risques couverts, se retirer complètement de ce segment du marché ou faire assurer les risques via la réassurance.

Santé humaine

L'acclimatation physiologique progressive des populations, l'utilisation de la climatisation et la mise en place d'un système adéquat d'avertissement de vague de chaleur pourraient, dans l'avenir, réduire la morbidité et la mortalité dues à la chaleur. Bien que le changement climatique puisse entraîner la migration vers le nord de divers vecteurs, comme ceux de la malaria, le système des soins de santé canadien pourrait être en mesure de faire face à une augmentation importante des cas de maladies.

Loisirs et tourisme

Les adeptes d'activités de sports et de loisirs savent s'adapter au changement climatique, puisqu'ils s'adonnent à leurs activités par choix; même si ce choix n'est pas sans contraintes, ils savent faire preuve de souplesse. Leurs activités de loisirs et les lieux où ils les pratiquent pourraient être changés ou déplacés sans pour autant que la qualité en soit altérée.

L'industrie pourrait s'adapter en diversifiant ses activités de façon à ce que les sommes investies dans l'achat de propriétés ou les infrastructures génèrent des profits tout au long de l'année. Par exemple, en construisant des glissades d'eau, on pourrait utiliser les télésièges en été; on pourrait ouvrir des terrains de golf, des sentiers pédestres et des piscines, construire des habitations en copropriété et ajouter des installations multifonctions (combinant des centres de conférence et des activités de loisirs) pour attirer la clientèle toute l'année. Ces mesures élimineraient l'aspect saisonnier des entreprises de loisirs et créeraient des emplois plus stables, entraînant ainsi un renforcement des communautés environnantes, et tireraient profit d'un éventuel allongement de la saison estivale.

Transports

Le climat est un facteur important dans le secteur des transports. L'industrie du transport, les organismes gouvernementaux et le public en général consacrent énormément d'efforts et d'argent (des centaines de millions de dollars chaque année) pour réduire le risque de retards ou d'accidents lié au mauvais temps. Il n'existe cependant pas d'inventaire exhaustif de ces diverses mesures d'adaptation, et l'efficacité de nombre d'elles est en grande partie inconnue.

D. LACUNES DES RECHERCHES ET RECOMMANDATIONS POUR LES TRAVAUX FUTURS

Aspect géographique : Effectuer des études sur les régions pour lesquelles on manque le plus d'information, comme l'est de l'Arctique, l'intérieur de la Colombie-Britannique, le centre des Prairies, le nord de l'Ontario et le Labrador, ainsi que sur les régions urbaines et leurs infrastructures.

Eau : Générer des scénarios plus plausibles sur les phénomènes extrêmes pour analyser la sensibilité de l'hydrologie et des bassins fluviaux; améliorer l'évaluation du taux d'évapotranspiration en fonction des changements imposés aux végétaux par l'évolution du climat; procéder à des analyses empiriques des

processus climatologiques et écologiques en haute montagne pour améliorer notre connaissance des impacts du changement climatique sur les processus d'accumulation de neige; évaluer les impacts d'El Niño et de La Niña sur le ruissellement et les débits des cours d'eau au Canada; évaluer les impacts du changement climatique sur la qualité de l'eau, les petits lacs, la glace de lac et les eaux souterraines au Canada; intensifier la recherche sur l'utilisation des ressources en eau et sur les mesures d'adaptation dans les secteurs de l'agriculture, des pêches, des loisirs et du tourisme, de l'hydroélectricité, de la navigation commerciale, de l'approvisionnement des municipalités en eau et de la santé humaine; trouver des façons d'inclure l'information sur le changement climatique dans la planification et la gestion à long terme des ressources hydriques.

Écosystèmes, biodiversité et espèces sauvages : Poursuivre et prolonger les programmes pluridisciplinaires à long terme de surveillance et de recherche sur les tendances et conditions fondamentales de l'écologie au Canada; améliorer notre compréhension des changements de paramètres physiques de base, comme la température de l'eau, sa salinité et les courants marins; augmenter notre connaissance des cycles biologiques des poissons et d'autres organismes marins afin de comprendre les impacts du changement et de la variabilité climatiques; mener des expériences à long terme sur les effets d'un accroissement des concentrations de CO₂ sur des écosystèmes comme la prairie, la toundra et les forêts; poursuivre les études sur les relations végétaux-herbivores et autres interactions trophiques dans des conditions de CO₂ accru; améliorer notre compréhension des mécanismes régissant les cycles biogéochimiques et la productivité biologique; déterminer les effets des rétroactions des sols et des interactions biologiques entre les différents organismes sur les effets écophysologiques directs des changements des variables climatiques.; améliorer notre connaissance des conditions naturelles de la diversité génétique au Canada; déterminer la diversité des microbes du sol et des plantes non vasculaires et leur sensibilité au changement climatique; mener des études d'intégration sur les comportements au niveau des écosystèmes et améliorer notre compréhension des impacts globaux du climat sur la dynamique des populations d'espèces sauvages.

Milieux humides : Il demeure d'importantes lacunes dans notre compréhension des milieux humides et de leur réaction probable au changement climatique. Les milieux humides n'ont pas encore été aussi bien modélisés que les autres écosystèmes et sont souvent exclus des modèles globaux de l'effet du changement climatique. Il faudra donc effectuer des recherches sur les processus hydrogéochimiques en jeu dans les milieux humides et sur les interrelations entre les niveaux d'eau et les réponses de ces milieux en termes de superficie et de végétation. On aura besoin de simulations des modifications des

habitats liées au changement climatique pour comprendre les changements potentiels dans le nombre et la qualité des milieux humides, et leurs impacts sur la biodiversité et la production d'oiseaux aquatiques. Il faudra entreprendre des travaux pour déterminer la superficie, la profondeur et le type des tourbières, ainsi que leur capacité de stockage du carbone et leurs réponses au changement climatique, surtout en ce qui concerne le méthane et le dioxyde de carbone. L'utilisation des modèles du climat en conjonction avec d'autres modèles, comme ceux des précipitations, du ruissellement et des eaux souterraines, aiderait à estimer les conséquences du changement climatique pour les milieux humides du Canada, ainsi que leurs fonctions et les valeurs qu'ils fournissent.

Agriculture : Uniformiser la recherche en utilisant un ensemble commun de modèles climatiques et de productivité des récoltes pour toutes les régions du Canada afin de produire des résultats plus faciles à comparer quant aux impacts du changement climatique sur les rendements des cultures; procéder à d'autres études sur les impacts du changement climatique à divers niveaux du secteur agricole (p. ex. ferme, région, nation) et pour différentes activités liées aux variétés et au bétail; mieux comprendre l'adaptation des fermes et des pratiques agricoles en intégrant aux scénarios de changement climatique les indicateurs agroclimatiques que les exploitants agricoles jugent importants dans la prise de décision et déterminer les implications du changement climatique sur le secteur agricole canadien dans le contexte de l'évolution des marchés mondiaux des produits agricoles.

Pêches : Mener des études comparatives sur les écosystèmes aquatiques et les populations de poissons à diverses latitudes et altitudes; améliorer notre compréhension des facteurs qui déterminent la distribution des poissons; accroître nos connaissances des cycles biologiques des salmonidés qui sont particulièrement vulnérables au changement climatique; surveiller les réponses biologiques et les indicateurs écologiques du climat dans des écosystèmes aquatiques où se pratique une pêche importante; améliorer notre compréhension des liens entre le climat et les variations de la productivité marine; améliorer notre compréhension du rôle des éléments nutritifs, de la lumière, de la température et du mélange dans les écosystèmes d'eaux douces sur la productivité de poisson; améliorer nos connaissances de base sur l'évolution biologique et les niveaux de productivité du biote des milieux marins et d'eau douce de l'Arctique; évaluer les impacts sur les estuaires de l'élévation du niveau de la mer et de la diminution de l'apport des cours d'eau; améliorer les évaluations des capacités des écosystèmes et des ressources halieutiques; améliorer les mesures et l'évaluation des pêches autochtones et de subsistance.

Foresterie : Améliorer nos connaissances sur les liens entre le climat et la croissance des arbres afin de mieux prévoir les seuils climatiques physiologiques pour les arbres matures; accroître nos connaissances sur les cycles du carbone, du méthane et de l'azote et sur les interactions entre les processus physiques (albédo de la surface, profil des températures, etc.) et biologiques (cycle des éléments nutritifs, décomposition, etc.) des écosystèmes des sols afin d'améliorer les modèles biologiques actuels; uniformiser et améliorer les activités de surveillance pour y inclure des données sur la composition en espèces, la vitesse et les sites de la déforestation, améliorer les mesures des interactions hydrologiques; la croissance, la mortalité et les perturbations de la biomasse des forêts amélioreront les modèles de la végétation et de la fixation du carbone; améliorer l'interaction entre les modèles climatiques et biologiques en établissant des liens via les processus biochimiques pour mieux simuler les cycles du carbone et de l'azote; développer des modèles qui incluraient des facteurs non climatiques pour déterminer le rôle que jouera le changement climatique dans les futures pratiques de gestion des forêts et mettre au point des modèles des écotones et de leurs réponses au changement climatique afin de définir la phase de transition du changement climatique et les changements continus et composés des conditions atmosphériques et de leur relation dynamique avec les processus écologiques.

Énergie : Améliorer notre connaissance de la distribution régionale et de l'intensité des changements climatiques, car la diversité du climat canadien a des impacts directs sur la façon dont l'énergie est produite, transportée et utilisée; évaluer la sensibilité de l'offre et de la demande d'énergie au changement climatique; cibler les recherches plus sur les mesures d'adaptation que sur les mesures d'atténuation dans le secteur de l'énergie; améliorer les estimations des coûts des impacts et des mesures d'adaptation; utiliser une approche plus intégrée dans les travaux de recherche pour aborder les questions technologiques, sociales et économiques entre les secteurs.

Transport : Mener des études d'impacts plus détaillées sur les implications du changement climatique pour les principaux modes de transport au Canada (automobile, camion, train, avion, bateau); approfondir la question des phénomènes extrêmes et de leurs impacts sur la sécurité du transport; déterminer les impacts des changements causés par le climat dans les économies régionales et les établissements sur la demande de transport; et inventorier/évaluer les diverses mesures d'adaptation applicables dans le secteur du transport.

Milieu bâti : Améliorer la collecte et l'analyse des données climatiques pertinentes à l'industrie de la construction, notamment la pluie poussée par les vents, le rayonnement solaire, les

charges de neige et les phénomènes météorologiques extrêmes; évaluer les impacts du changement climatique sur l'efficacité énergétique (isolation) et l'utilisation de l'énergie (air climatisé, chauffage d'espaces) dans les immeubles; améliorer notre compréhension des impacts du changement climatique sur le pergélisol et sur les fondations des édifices, les infrastructures et sur les constructions actuelles et futures; améliorer nos connaissances des phénomènes météorologiques extrêmes afin de réduire les dommages en concevant des constructions plus résistantes et en évitant les régions à risques élevés.

Assurances : Améliorer notre connaissance des effets possibles du changement climatique sur l'industrie de l'assurance des biens et de l'assurance contre les accidents au Canada; améliorer les prévisions quant aux effets du changement climatique sur le nombre de désastres météorologiques, dont les glissements de terrain et avalanches qui les accompagnent; améliorer les modèles afin de déterminer les impacts du changement climatique (température plus élevée et temps violent) sur le taux de mortalité au Canada.

Santé humaine : Améliorer la collecte de données sur les tendances géographiques de la distribution et de l'abondance des insectes vecteurs de maladie au Canada; améliorer la surveillance des populations d'anophèles, vecteurs de la malaria, et la migration de la souris sylvestre, vecteur de l'hantavirus; déterminer les impacts du changement climatique sur le comportement humain, comme l'utilisation de l'air climatisé et l'augmentation des actes d'agression.

Loisirs et tourisme : Mesurer les implications du changement climatique sur le choix et la gestion des zones naturelles; évaluer les façons de diversifier les installations de loisirs afin de réduire la vulnérabilité de l'industrie; évaluer la perception des amateurs de loisirs potentiels face aux nouvelles activités proposées; évaluer l'effet des phénomènes météorologiques extrêmes sur les nouvelles activités proposées; évaluer l'importance relative des variables climatiques et non climatiques sur le lieu et le type des activités de loisirs; évaluer la longueur actuelle des saisons d'exploitation, leur variabilité temporelle et spatiale et la viabilité économique des activités de loisirs qui en découle.