Rapport sur les options
Sciences, impacts et adaptation

Établi par le :
Conseil du Programme climatologique canadien

À titre de contribution à la :
Stratégie nationale de mise en œuvre du Canada (changement climatique)

25 novembre 1999

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Résumé	
Avant-propos	
Chapitre 1 : Introduction	1
Chapitre 2 : Impacts – Un sujet de préoccupation	3
Chapitre 3 : Études scientifiques pour réduire les émissions conformément aux engagements de Kyoto (atténuation)	11
Chapitre 4 : Impacts et adaptation- Élaborer une stratégie dynamique	17
Chapitre 5 : La science du système climatique – Un investissement nécessaire	28
Chapitre 6 : Prendre des décisions éclairées	39
Chapitre 7 : Conclusions et recommandations	49

Résumé

Les concentrations de gaz à effet de serre (GES), en particulier celle du dioxyde de carbone, dans l'atmosphère se sont accrues considérablement, et on prévoit qu'elles vont continuer d'augmenter sous l'effet de l'activité humaine. Elles affectent le climat et continueront de le faire. Le problème du changement climatique, avec lequel nous devrons composer pendant encore des générations, aura des répercussions sur tous les aspects de notre société et dans toutes les régions du pays. Nous ne pouvons dire avec exactitude en quoi consisteront ces impacts, à quel moment ils prendront des proportions alarmantes, ni à quel endroit ils se manifesteront avec le plus d'acuité. La menace est cependant réelle. Nous devons agir dès maintenant pour trouver des réponses à ces interrogations, de manière à pouvoir informer et protéger les citoyens, ainsi que les écosystèmes et les économies dont ils dépendent. Nous devons aplanir ces incertitudes pour pouvoir faire des choix judicieux quant aux mesures à mettre en œuvre pour contrer la menace du changement climatique.

Pour lutter efficacement contre le changement climatique, il nous faut comprendre au préalable la nature et le mécanisme des transformations qui s'opèrent dans notre climat, et savoir comment les modéliser. Une fois ces connaissances acquises, nous pourrons adopter une démarche prospective et prévoir les changements climatiques et les impacts qu'ils auront. Nous serons alors en mesure de guider les Canadiens dans les choix qu'ils auront à faire en ce qui concerne le rythme et l'ampleur de la réduction des émissions de GES et les stratégies à mettre en place pour s'adapter aux impacts auxquels nous ne pourrons échapper.

Le présent Rapport sur les options, qui est l'œuvre du Conseil du Programme climatologique canadien (CPCC) et de ses deux comités consultatifs, examine des questions de science, d'impacts et d'adaptation en rapport avec le système climatique, à titre de contribution à la Stratégie nationale de mise en œuvre des mesures de lutte contre le changement climatique. Les recommandations qui y sont faites visent à positionner le Canada pour :

- augmenter considérablement les capacités scientifiques du Canada, à la grandeur du pays, pour comprendre et prévoir le changement climatique, et entrevoir les impacts qu'il aura sur les Canadiens et sur leurs systèmes socio-économiques et environnementaux ;

- préparer les Canadiens de façon qu'ils soient moins exposés aux risques du changement climatique, en mettant en place des mesures d'adaptation qui limitent le plus possible les coûts économiques et sociaux, maintiennent leur bien-être et protègent les écosystèmes vulnérables ;

- fournir de l'information aux Canadiens et aux décideurs, pour leur permettre de faire des choix judicieux au sujet des réductions d'émissions de GES et de mettre en place des stratégies d'adaptation appropriées ;

- permettre aux Canadiens et à leurs gouvernements de participer, en toute connaissance et avec une crédibilité scientifique établie, aux discussions qui se tiendront au pays et sur la scène internationale au sujet des mesures de lutte contre le changement climatique, par exemple sur l'utilisation des puits ;

- apporter une contribution utile, à titre de pays développé et dans notre intérêt personnel, à l'étude du climat, de son évolution et de ses impacts possibles ;

- respecter les engagements que nous avons pris au titre de la Convention-cadre sur les changements climatiques (CCCC) et du Protocole de Kyoto, en ce qui concerne les observations systématiques, la recherche sur le climat et l'étude des impacts.

Le CPCC propose le train de mesures suivant, qu'il estime nécessaire de mettre en œuvre dès maintenant.

Au chapitre de la **science du système climatique**, les recommandations du CPCC se répartissent entre trois grands domaines :

- Observations climatiques
- Augmentation des connaissances et aplanissement des incertitudes
- Prévision du climat

Observations climatiques *: Il est recommandé que le Canada renforce ses réseaux d'observation de façon à mieux surveiller, détecter et identifier les changements qui s'opèrent dans le système climatique.* L'observation est la base de la connaissance scientifique et de la prévision du climat. Or, il se trouve que les réseaux d'observation canadiens sont inadéquats, particulièrement en Arctique et sur nos océans. Sur la scène internationale, le Canada s'est engagé, à titre de signataire de la CCCC et du Protocole de Kyoto, à soumettre le système climatique à des observations méthodiques. Les observations climatiques devraient être gérées par un nouvel organisme national, par exemple une *Commission des observations systématiques*, pour que nous puissions en retirer des avantages optimaux. Cette recommandation se subdivise en deux éléments :

- *Augmenter les réseaux d'observation systématique pour les cinq composantes du système climatique :* l'atmosphère, les océans, la lithosphère, les cours d'eau et la cryosphère.

- *Effectuer des recherches en vue de développer, d'expérimenter et d'appliquer de nouvelles techniques d'observation.* Il faudrait surtout exploiter les ressources de la télédétection pour augmenter la couverture des réseaux d'observation systématique et réduire les coûts à long terme.

Augmentation des connaissances et aplanissement des incertitudes *: Il est recommandé que le Canada effectue des recherches scientifiques pour mieux comprendre le système climatique, en se concentrant tout particulièrement sur l'information dont il a besoin pour asseoir sur des bases scientifiques solides la position qu'il adoptera dans les négociations internationales, en particulier au sujet des sources et des puits de gaz à effet de serre.* Cette recommandation se subdivise en deux éléments :

- *Mettre en œuvre un programme pour étudier les sources et les puits de gaz à effet de serre*, en particulier ceux qui se trouvent dans les forêts, les sols agricoles, les terres humides et les océans.

- *Procéder à une série d'études sur le terrain et en laboratoire pour aplanir les incertitudes scientifiques* concernant le fonctionnement des principaux processus climatiques, comme en Arctique (circulation océanique et comportement de la glace de mer), et le forçage que les nuages et les aérosols exercent sur l'atmosphère.

Prévision du climat : *Il est recommandé que soient augmentés les efforts pour améliorer les prévisions du climat, en particulier à l'échelle régionale.* Ces travaux s'imposent de toute urgence pour nous permettre d'étudier les impacts et les mesures d'adaptation et de bien nous préparer aux négociations internationales. Cette recommandation se subdivise en quatre éléments :

- *Renforcer notre capacité de modélisation des océans.* Nous devons renforcer les moyens dont dispose le Canada pour élaborer des modèles océaniques. Il nous faut combler les lacunes dans les modèles établis à l'échelle des régions et à l'échelle des bassins, et mettre au point des techniques pour intégrer les nouvelles données dans ces modèles.

- *Renforcer le Réseau de recherche climatologique.* Ce programme gouvernemental/universitaire devrait être étendu aux domaines de recherche qui soulèvent le plus d'interrogations scientifiques, comme le cycle du carbone, les nuages et les rayonnements, ainsi que les événements climatiques extrêmes. Cette mesure accélérerait le développement de la capacité scientifique canadienne, en particulier dans les universités.

- *Améliorer la capacité canadienne de modélisation du climat.* Cette mesure augmenterait l'expertise en modélisation climatique qui existe au Centre canadien de modélisation et d'analyse climatiques, renforcerait notre capacité de formuler des prévisions à l'échelle régionale et mettrait à notre disposition des moyens de superinformatique pour faire tourner ces modèles de plus en plus complexes.

- *Établir un service de production de scénarios climatiques.* Il faut être en mesure de fournir des sorties de modèle climatique (scénarios) aux chercheurs qui participent aux études sur les impacts et l'adaptation. Les universités et le gouvernement fédéral collaboreraient à cette entreprise.

Les recommandations relatives à la science du système climatique ont été conçues pour pouvoir être appliquées en synergie, et fournir l'information nécessaire aux chercheurs qui participent à l'étude des impacts et des mesures d'adaptation de même qu'aux décideurs. Par exemple, l'élaboration des modèles climatiques et l'étude des processus climatiques dépendent des observations climatiques. Les résultats de ces travaux peuvent aider, à leur tour, à déterminer la configuration optimale des observations en termes d'espacement et de fréquence. Les scénarios climatiques servant à l'étude des impacts régionaux sont aussi fiables que les modèles climatiques régionaux sur lesquels ils reposent.

Pour ce qui est du volet **impacts et adaptation**, le CCCC formule quatre recommandations complémentaires qui vont dans le sens de l'exposé ci-dessus :

- Programme de recherches
- Prestation des programmes
- Développement des capacités
- Gestion de l'adaptation

Programme de recherches : Les impacts et l'adaptation sont un domaine de recherche relativement nouveau et posent un certain nombre de problèmes urgents. *Il est recommandé de mettre en œuvre un programme de recherches sur les impacts et l'adaptation, afin de régler ces problèmes urgents.*

Prestation des programmes. Les recherches qui se font au Canada sur les impacts et l'adaptation sont mal coordonnées. Afin d'assurer la coordination nécessaire, de fournir des évaluations des impacts climatiques et de disposer d'un mécanisme pour mobiliser les parties intéressées, *il est recommandé de constituer un réseau canadien de recherches sur les impacts et l'adaptation dont la composition serait à la fois régionale et sectorielle.*

Développement des capacités. Pour qu'il soit possible de s'attaquer de front à tous les problèmes urgents avec les moyens de recherche disponibles au Canada au sein des gouvernements, dans les universités et dans l'industrie, *il est recommandé d'investir massivement et dès maintenant dans le développement des capacités d'analyse et dans un programme de recherches ciblées, afin d'améliorer les capacités de recherches scientifiques sur les impacts et l'adaptation.*

Gestion de l'adaptation. *Il est recommandé de mettre en place une structure appropriée pour gérer les résultats des recherches sur les impacts et l'adaptation*. La mise en œuvre des mesures d'adaptation fera intervenir tous les ordres de gouvernement, le secteur privé et les particuliers. À l'échelle nationale, il faudra résoudre, entre autres, des questions de coûts et d'obstacles, et régler les différends qui pourraient survenir. Il faut mettre sur pied un processus officiel, semblable à celui qui existe pour les questions d'atténuation, afin de guider l'analyse des options d'adaptation.

Le CPCC recommande de rallier les spécialistes canadiens du changement climatique autour d'une vaste initiative de **communications** *sur le changement climatique*. Des études indépendantes confirment que les climatologues qui participent aux recherches sur la science, les impacts et l'adaptation sont les plus respectés ou les plus qualifiés pour communiquer l'information sur le changement climatique et sur ses conséquences. En outre, il incombe aux gouvernements de voir à ce que tous les décideurs, peu importe leur secteur d'activité, aient accès à des données scientifiques objectives et puissent compter sur des chercheurs qui participent activement à la recherche de solutions. Un programme de communications qui tiendrait compte de ces facteurs s'articulerait autour de deux grands axes :

- Éducation et sensibilisation du public
- Dialogue avec les décideurs

Éducation et sensibilisation du public. *Il est recommandé de créer un programme pour mieux faire connaître à la population canadienne le problème du changement climatique, et lui faire prendre conscience de la nécessité de réduire les émissions*

de gaz à effet de serre et de prendre des mesures pour s'adapter au changement climatique.

Dialogue avec les décideurs. Ce programme aurait pour objectif *d'engager un dialogue avec l'industrie et tous les ordres de gouvernement, pour faire en sorte que tous les décideurs aient à leur disposition l'information la plus récente sur la science du système climatique, les impacts et l'adaptation.* Il faudrait songer à aider le Conseil du Programme climatologique canadien à mettre en œuvre cette initiative.

Avant-propos

1. Le changement climatique touche l'ensemble de la planète; c'est pourquoi il faut l'aborder dans une optique internationale. Le Canada, avec 0,5 p. 100 de la population mondiale, produit 2 p. 100 des émissions annuelles de gaz à effet de serre (GES) dans le monde. Même si ce pourcentage est faible, nous pourrions en ressentir des impacts marqués qui risqueraient de se répercuter sur notre bien-être social et économique, et de nuire aux écosystèmes dont nous dépendons. Il est difficile de prévoir quelle sera la nature exacte des changements climatiques à venir. Nous ne savons pas non plus avec certitude quand leurs impacts se feront réellement sentir, ni où ils seront les plus perceptibles. Si nous voulons être en mesure de faire face à ce problème en temps voulu, il est indispensable de chercher dès maintenant des réponses à ces questions.

2. Les émissions de GES, comme le dioxyde de carbone, le méthane, les oxydes nitreux et les CFC, ont augmenté depuis la révolution industrielle. Elles ont fait grimper les concentrations de ces gaz dans l'atmosphère à des niveaux jamais atteints depuis des milliers d'années. Déjà en 1896, le lauréat du Prix Nobel, Arrhénius, affirmait que ces émissions allaient provoquer un réchauffement des couches basses de l'atmosphère, qui amènerait des changements climatiques. En 1938, le scientifique britannique Callendar a soulevé à nouveau cette question. Au milieu des années 60, Roger Revelle a lui aussi étudié cette question à la demande de la Maison blanche. Par la suite, le changement climatique a encore fait les manchettes en 1985, quand le rapport d'un groupe de scientifiques, publié lors d'une conférence tenue à Villach, en Autriche, a avivé les préoccupations des politiciens d'un grand nombre de pays. Par la suite, toute une série de réunions internationales ont rapidement attiré l'attention des gouvernements. L'une de ces réunions a eu lieu à Toronto en 1988. Même si elle était destinée à attirer l'attention sur les nombreuses transformations qui s'opéraient dans la composition de l'atmosphère, la conférence a porté essentiellement sur le changement climatique. Ce fut la première réunion à lancer un appel aux gouvernements pour réduire leurs émissions de GES (avec comme objectif initial de les ramener, en 2005, à 20 p. 100 des niveaux de 1988).

3. Pour faire le point sur l'état des connaissances dans ce domaine, les Nations Unies ont créé, en 1988, le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC). Celui-ci a publié son premier rapport en 1990. Il fournissait la preuve scientifique des liens entre les émissions de GES provoquées par l'activité humaine et le risque d'un changement climatique à l'échelle planétaire. Le rapport a été étudié lors de la Seconde conférence mondiale sur le climat, qui a eu lieu la même année. Cette réunion, qui a fait date, a abouti à la création, par l'Assemblée générale des Nations Unies, du Comité intergouvernemental de négociation pour une Convention-cadre sur les changements climatiques. La Convention a été signée par 154 pays au Sommet de la Terre, qui s'est tenu à Rio de Janeiro en 1992, et elle est entrée en vigueur en 1994. Elle a maintenant été ratifiée par environ 175 États.

4. Le GIEC a terminé sa seconde évaluation à la fin de 1995. Ses conclusions ont joué un rôle déterminant pour galvaniser l'opinion des gouvernements lors de la troisième Conférence des parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, qui s'est déroulée à Kyoto en décembre 1997. C'est là que les pays ont pris les premières mesures pour quantifier les réductions d'émissions de GES. Le Canada s'est engagé, par le Protocole de Kyoto, à réduire ses émissions de GES de 6 p. 100 par rapport au niveau de 1990, entre 2008 et 2012. Comme les émissions du

Canada ont augmenté régulièrement et qu'on s'attend maintenant à ce qu'elles dépassent de 20 à 25 p. 100 les niveaux de 1990, parvenir à une telle réduction constitue une tâche considérable.

5. Alors que les textes de la Convention-cadre et du Protocole de Kyoto insistent sur la nécessité de réduire ces émissions pour atténuer la menace du changement climatique, ils reconnaissent aussi qu'il faudra prendre d'autres mesures. À moyen terme, les émissions mondiales de GES continueront à augmenter. Comme certains de ces gaz restent présents dans l'atmosphère pendant des décennies, quand ce n'est pas pendant des siècles, la hausse de leurs concentrations dans l'atmosphère est inévitable, tout comme les changements climatiques qu'elle provoque. C'est pourquoi la Convention-cadre sur les changements climatiques et le Protocole de Kyoto traitent de la nécessité de s'adapter aux impacts du changement climatique. Ces documents reconnaissent aussi que toute mesure prise pour contrer ces impacts devra reposer sur une solide connaissance scientifique de l'évolution du climat, qui nous permettra de mieux comprendre, de modéliser et de prévoir les changements climatiques.

Chapitre 1 : Introduction

1. Les menaces que les impacts du changement climatique font peser sur l'économie, sur la société et sur les écosystèmes ont retenu l'attention des gouvernements et les ont décidés à s'attaquer au problème. Au Canada, cette lutte a été perçue comme un défi à long terme, mais auquel il faut s'attaquer dès maintenant. Il y a pour l'essentiel deux types d'interventions :
    - réduire les émissions pour ralentir l'augmentation des concentrations atmosphériques des GES, ce qui diminuera la vitesse et l'ampleur des changements climatiques, et donc leurs impacts éventuels; et
    - s'adapter aux impacts[1] du changement climatique afin de protéger nos citoyens, les infrastructures, les économies et nos écosystèmes. La recherche scientifique[2] est indispensable pour acquérir les connaissances dont nous avons besoin pour élaborer ces deux types d'interventions et pour amener les Canadiens à y participer.

2. Notre connaissance de la science du système climatique a progressé énormément au cours de la dernière décennie[3]. Les scientifiques canadiens y ont largement contribué, ce qui a amélioré notre crédibilité sur la scène internationale et nous a permis de nous préparer à lutter contre cette menace. Toutefois, notre compréhension du comportement complexe du système climatique, et de ses impacts, est incomplète. On ne connaît toujours pas avec certitude les causes, les impacts, l'ampleur et la durée du changement climatique. D'autres travaux sont nécessaires pour combler ces lacunes et nous permettre de mieux prévoir l'avenir. Ils sont inévitables si nous voulons abaisser les coûts de nos interventions dans le domaine du changement climatique. Étant un grand pays nordique et industrialisé, le Canada est directement concerné, et il lui incombe, au sein de la collectivité internationale, de mieux comprendre la nature des menaces du changement climatique.

3. À la suite de la troisième Conférence des Parties (CDP), les participants ont mis en place un processus national pour déterminer comment le Canada pourrait tenir les engagements qu'il a pris en signant le Protocole de Kyoto. Il s'agit d'élaborer une Stratégie nationale de mise en œuvre (SNM). Les tables de concertation constituent la pierre angulaire de ce processus. Elles ont reçu le mandat de produire des *rapports sur les options,* qui font la synthèse des études de base pertinentes. Le Rapport sur les options : science, impacts et adaptation relève de la responsabilité du Conseil du Programme climatologique canadien (CPCC) et de ses deux comités consultatifs.

---

[1] Les impacts peuvent être chimiques, biologiques, géophysiques, sociaux, économiques ou encore toucher la santé. Ils peuvent être favorables ou défavorables.

[2] Pour les besoins du présent document, le terme « science » ou « recherche scientifique » englobe un grand nombre de disciplines, dont les sciences naturelles, les sciences sociales, l'économie, les sciences de la vie, les sciences humaines, qui contribuent à des degrés divers à étudier le changement climatique.

[3] On entend par « système climatique » l'ensemble que constituent l'atmosphère, l'océan et la surface terrestre ainsi que les flux de chaleur, de quantité de mouvement, d'humidité, de gaz à effet de serre et d'aérosols qui circulent entre ces milieux. Cette notion englobe tous les processus qui, sur la Terre, ont des impacts sur ces flux, y compris les processus hydrologiques, cryosphériques (dont la glace à la surface des océans, des lacs ou de la terre, etc.). Cette notion de système englobe également les impacts de la végétation, de l'évapotranspiration, de l'accumulation et des rejets de carbone dans les sols et les terres humides, etc. Sur une échelle de temps beaucoup plus longue, cela englobe aussi la déformation plastique de la surface terrestre par les nappes glaciaires, les glaciers, etc.

4. Le Rapport sur les options a pour objectif de formuler des recommandations pour observer l'évolution du climat, faire de la recherche, étudier les impacts et définir un programme d'adaptation. Il fait état des préoccupations des chercheurs et des décideurs canadiens. Il présente les données sur l'état actuel de l'entreprise scientifique au Canada et propose des mesures qui, si elles sont adoptées, permettront au Canada de disposer d'une solide base scientifique pour s'attaquer au problème du changement climatique.

5. Dans ce Rapport sur les options, nous commençons par expliquer, au chapitre 2, pourquoi les impacts éventuels du changement climatique au Canada suscitent des inquiétudes et poussent à l'action. Le chapitre 3 détaille les relations entre le présent rapport et d'autres documents consacrés essentiellement aux mesures permettant de réduire les émissions ou d'améliorer les puits. Plus important encore, il montre bien que le Protocole de Kyoto ne constitue que la première étape et qu'il faudra réduire encore davantage les émissions. Au chapitre 4, nous traitons des types d'impacts auxquels il faut s'attendre et de l'adaptation, qui constitue l'autre grande catégorie d'interventions. Nous expliquons pourquoi le Canada devrait se doter d'un programme pour étudier les impacts du changement climatique et pour élaborer des mesures et stratégies d'adaptation appropriées.

6. Le chapitre 5 précise les éléments d'un programme permettant d'acquérir les connaissances scientifiques nécessaires sur le système climatique afin de lever les doutes scientifiques et de prendre, en toute connaissance, les mesures d'atténuation et d'adaptation qui s'imposent. Ce programme devra nous permettre d'accroître notre capacité d'observation systématique du climat, de comprendre et de modéliser le système climatique et de prévoir les impacts du changement climatique sur le Canada. Le chapitre 6 formule des recommandations sur la façon de divulguer les connaissances scientifiques et sur certains des messages les plus importants à véhiculer.

7. Les recommandations touchant précisément à la science du système climatique, à ses impacts et à l'adaptation sont présentées au chapitre 7. S'appuyant sur le contenu des chapitres 3 à 6, elles reflètent l'opinion exprimée par le CPCC sur le niveau de ressources nécessaires pour mettre en œuvre un programme cohérent et solide. Un tel programme permettrait aux Canadiens de comprendre les changements que le climat subit aujourd'hui, mais aussi ceux qu'il subira demain, et les impacts prévus de ces changements. Ce programme devrait aussi comporter un volet d'information pour permettre aux Canadiens et à leurs gouvernements de faire des choix éclairés et de prendre des mesures judicieuses.

Chapitre 2 : Impacts – Un sujet de préoccupation

1. Nous savons que le climat subit des changements et que le Canada y est vulnérable. Nous savons également que, malgré les réductions des émissions de GES convenues à Kyoto, les concentrations dans l'atmosphère continueront à augmenter. La hausse de ces concentrations continuera à provoquer des changements climatiques auxquels le Canada et les Canadiens devront s'adapter.

Comment le climat change-t-il?

2. En 1995, le GIEC a signalé qu'à l'échelle mondiale, la température moyenne de l'air en surface a enregistré une hausse de 0,3 à 0,6 ^{o}C depuis la fin du XIXe siècle. Ce chiffre a été révisé récemment (1999) par l'Organisation météorologique mondiale, qui estime maintenant l'élévation des températures à 0,7 C. La température du Canada a augmenté d'environ 1 ^{o}C au cours du siècle dernier; la hausse a été encore plus marquée dans certaines régions, comme de 1,5 C dans l'ouest des Territoires du Nord-Ouest. Le GIEC estime que la température annuelle moyenne à la surface du globe augmentera de 1 à 3,5 C d'ici 2100 du fait des émissions de GES et d'aérosols, si la situation actuelle perdure. Pour mettre cette hausse en perspective, la reconstitution des climats antérieurs par les scientifiques montre que, au cœur de la dernière grande ère glaciaire, il y a environ 15 000 ans, la température annuelle moyenne ne différait de celle d'aujourd'hui que de 5 à 8 ^{o}C.

3. Le changement climatique va cependant au-delà de la simple variation de la température moyenne. Il pourrait aussi y avoir des variations de la fréquence, de la gravité et de la durée des événements extrêmes, et un cycle hydrologique plus vigoureux. Il est probable que le Canada va connaître, dans certaines régions, une augmentation des inondations à cause de précipitations plus intenses. D'autres régions pourraient, en revanche, enregistrer une aggravation des sécheresses sous l'effet de la diminution des précipitations et de la hausse des températures. Les événements extrêmes que le Canada a connus récemment, comme la tempête de verglas de 1998 dans l'Est du pays et les inondations de la rivière Rouge en 1997, montrent bien que de tels événements ont des coûts énormes pour les Canadiens. S'il n'est pas possible d'imputer directement ces types d'événements « extrêmes » au changement climatique, ils sont cependant en accord avec les prévisions des modèles climatiques qui indiquent que ces types d'événements pourraient se produire plus fréquemment du fait du changement climatique.

La tempête de verglas de 1998

La tempête de verglas exceptionnelle qui a frappé l'Ontario et le Québec en janvier 1998 a été provoquée par une conjonction de facteurs : températures d'une rare douceur pour l'époque, arrivée de masses d'air très humide en provenance des tropiques et présence d'un anticyclone stationnaire sur l'Atlantique Nord, qui a maintenu ces conditions pendant longtemps. Les évaluations récentes indiquent que le coût total de cette tempête de verglas, pour l'économie canadienne, pourrait dépasser les 4 milliards de dollars. Elle a aussi eu des coûts écologiques et sociaux importants. Le phénomène El Niño a encore amplifié la situation. Les projections des modèles climatiques amènent à penser qu'on pourrait constater, à la surface des mers du globe, des modifications de température comparables à celles enregistrées lors des épisodes d'El Niño.

Les impacts du changement climatique

4. Il existe des preuves convaincantes que notre climat subit actuellement des changements d'une ampleur sans précédent depuis au moins 14 siècles. Les températures sont demeurées élevées pendant toutes les années 90, et on constate déjà un certain nombre d'impacts biophysiques inhabituels au Canada et en périphérie.
    - En Arctique, les glaces ont reculé de 2,9 p. 100 par décennie depuis 1978, en enregistrant plusieurs records de couverture minimale dans les années 90. La répartition faunique semble aussi changer.
    - Les mesures récentes, prises tous les dix ans, montrent que la masse glaciaire diminue à un rythme conforme aux prévisions du forçage radiatif provoqué par l'homme.
    - On a constaté une réduction marquée de la couverture neigeuse du printemps, et de l'épaisseur de la neige à la fin de l'hiver et au début du printemps, sur la plupart des régions du Canada, et en particulier dans l'Ouest du pays, depuis 1950.
    - Dans la plupart des régions de l'Ouest du Canada et en Alaska, le pergélisol se réchauffe au point qu'il pourrait éventuellement disparaître dans sa partie la plus méridionale, en Alberta.
    - Une des invasions d'insectes (typographes) les plus dévastatrices jamais constatées en Amérique du Nord a décimé plus de 3 millions d'acres de forêt d'épinette blanche en Alaska. Normalement, les étés frais et les hivers froids éliminent les populations de typographes.
    - Une partie de la forêt boréale, et les trembles des forêts-parcs, montrent des signes de tension climatique.
    - Les herbages des Prairies migrent vers le nord.
    - La température des eaux intérieures se réchauffe, ce qui a des conséquences pour les espèces aquatiques.
    - Dans certaines parties de la région du Pacifique Nord, des vecteurs de maladie, comme les souris sylvestres, ont proliféré à cause du réchauffement des températures et de l'augmentation de l'humidité.
    - Les dommages provoqués par les hausses relatives du niveau de la mer et les ondes de tempête sont un problème persistant sur les côtes canadiennes, comme dans le delta du Fraser et sur le littoral atlantique.
    - On a constaté un refroidissement des températures océaniques en surface au large des côtes du Labrador et un réchauffement moindre dans la région de l'Atlantique, comme le laissent prévoir les modèles climatiques.

5. Les Canadiens et les Canadiennes sont touchés, et continueront de l'être, par les réactions biologiques, physiques et autres au changement climatique. Quand les conséquences des activités humaines viennent s'ajouter au changement climatique, les impacts peuvent être marqués. Ceux-ci peuvent aussi bien être favorables que défavorables. Nous voulons bien évidemment limiter les impacts défavorables et profiter des impacts favorables. Parmi les impacts socio-économiques sur la santé que nous constatons, ou que les projections nous annoncent pour bientôt, on peut citer :
    - des hivers plus doux avec des répercussions importantes sur les coûts des infrastructures routières, le tourisme et les loisirs, et sur d'autres secteurs d'activité;
    - des inquiétudes sur la santé des personnes à cause des impacts directs et indirects du changement climatique (p. ex. hausse de la fréquence des vagues de chaleur et migration possible de maladies vers le nord); et

- les impacts de la hausse des températures et des variations de la distribution des précipitations sur les secteurs de l'agriculture, de la pêche et de la forêt.

Les mesures d'atténuation des impacts

6. Le GIEC a calculé que les pays industrialisés produisent 84 p. 100 des émissions industrielles de CO_2 et les deux tiers de celles qui combinent CO_2 et méthane qu'on trouve maintenant dans l'atmosphère. Cependant, à l'avenir, les pays en développement contribueront davantage à la croissance des émissions de GES. À Kyoto, les pays industrialisés se sont engagés à exercer un leadership à l'échelle internationale sur le front de l'atténuation[4] des GES. La hausse des émissions, si on fait l'hypothèse d'un statu quo dans les pays en développement, devrait être beaucoup plus forte. La réduction des émissions de GES est un problème mondial, et pas simplement canadien.

7. À moins qu'on ne fasse des efforts particuliers pour les limiter, les émissions de GES continueront à augmenter du simple fait de la croissance normale de la population et de l'économie. Les concentrations de ces gaz se stabiliseront uniquement si on parvient à réduire sensiblement, à l'échelle mondiale, leurs émissions. Les concentrations atmosphériques permettant de stabiliser la situation dépendront de la vitesse et de l'ampleur des réductions d'émissions. Kyoto ne constitue qu'une première étape.

Les mesures d'adaptation aux impacts

8. Comme on l'indique à la fin de ce chapitre, il y a deux grands types de réactions pour limiter les impacts : l'atténuation et l'adaptation[5]. Nous pouvons atténuer les impacts du changement climatique, ou nous attaquer directement à ces impacts avec des mesures d'adaptation. Il n'y a pas à choisir entre les deux solutions – nous devons à la fois diminuer nos émissions pour réduire les risques des changements climatiques à venir et nous adapter aux changements qui sont inévitables.

9. Il faut inclure les mesures d'adaptation dans la gamme des solutions envisagées par le Canada pour réagir au changement climatique, parce que :
   - l'adaptation réduira la vulnérabilité des Canadiens et de leur santé, de leur environnement et de leurs secteurs économiques au changement climatique et contribuera au développement durable du Canada; et
   - les décisions d'adaptation peuvent se révéler coûteuses si elles ne sont pas appliquées en temps voulu : les décisions prises aujourd'hui se répercuteront demain sur la vulnérabilité des Canadiens et sur leur capacité à s'adapter.

Favoriser les mesures d'atténuation et d'adaptation

10. Les recherches scientifiques sur le système climatique mettent le changement climatique à l'ordre du jour de la politique publique, et continuent à jouer un rôle important dans notre façon d'y réagir. Nous avons besoin d'un programme de

---

[4] L'atténuation est l'intervention anthropique destinée à réduire les émissions ou à améliorer les puits de gaz à effet de serre.

[5] L'adaptation désigne l'ajustement possible des pratiques, des processus ou des structures des systèmes aux modifications prévues ou réelles du climat; l'adaptation peut se produire de façon spontanée ou être planifiée, et peut se faire en réagissant ou en parant à l'évolution des conditions. Il s'agit de mesures prises pour réduire à un minimum les risques et les inconvénients du changement climatique tout en maximisant les possibilités,

recherche fortement intégré pour étudier les systèmes climatiques, leurs impacts et les mesures d'adaptation nécessaires pour permettre au Canada de réagir à ces changements. Un tel programme doit répondre à un certain nombre de questions importantes.

- Quelles seront l'ampleur et la rapidité du changement climatique? Quelle sera l'ampleur des variations de température et de précipitations? Y aura-t-il davantage de catastrophes naturelles? Dans quelles régions le changement climatique aura-t-il les impacts les plus marqués?
- Quelles seront l'ampleur et la nature des impacts sur nos écosystèmes, sur notre économie et sur nos collectivités? Quels aspects de nos sociétés et de nos écosystèmes seront vulnérables et sensibles à ces impacts?
- Nous savons que le changement climatique nous réserve encore des surprises. La recherche peut-elle nous permettre de les voir venir ou nous donner des idées pour nous y adapter rapidement?
- En signant la Convention-cadre sur les changements climatiques et le Protocole de Kyoto, le Canada a pris des engagements précis et importants dans les domaines de l'étude des systèmes climatiques (observation et recherche) et de l'adaptation au changement climatique. D'autres engagements nécessiteront d'acquérir des connaissances scientifiques que nous n'avons pas actuellement ou qui sont incomplètes, comme dans le domaine des puits de GES. Que devons-nous faire pour nous assurer que nous respecterons nos engagements internationaux et pour consolider notre position lors des négociations internationales?

Le changement climatique et le saumon de Colombie-Britannique – Un cas préoccupant

Plusieurs espèces de saumon du Pacifique fréquentent le fleuve Fraser. Des milliers de poissons reviennent y frayer chaque année, alimentant la pêche commerciale, sportive et autochtone. Cela fait de la région le plus important producteur de saumon du Canada.

Les températures dans le cours supérieur du fleuve Fraser sont souvent de 21 à 22 °C en été, au moment où les poissons reviennent vers leurs frayères. Ces températures atteignent maintenant des niveaux mortels pour les reproducteurs. De plus, la hausse de la température de l'eau nuit à la capacité de migrer des poissons, en épuisant leurs réserves d'énergie et en compromettant la reproduction.

Si la température de l'eau se réchauffe encore, la migration et la fraie seront encore davantage touchées. Avec un ou deux degrés de plus, les reproducteurs mourront, amenant la disparition de la ressource de saumon. Les modèles climatiques faisant appel aux toutes dernières connaissances sur les systèmes climatiques serviront de base pour déterminer la sensibilité de cet écosystème à une hausse des températures.

Parmi les mesures d'adaptation, on pourrait envisager de permettre à un plus grand nombre de poissons de pénétrer dans la rivière pour que, malgré une mortalité accrue pendant le voyage, du fait de la hausse des températures, un nombre suffisant parvienne aux frayères. Toutefois, cela signifierait qu'un grand nombre de pêcheurs verraient le nombre de leurs prises diminuer. Si les conditions devaient s'aggraver au point de provoquer la mort d'un trop grand nombre de poissons, les migrations traditionnelles disparaîtraient et cela aurait des répercussions majeures sur les

investissements en écloserie et en reconstitution des stocks. Les stratégies d'adaptation pourraient prévoir la construction d'écloseries à d'autres endroits, la modification des régimes d'écoulement pour faire diminuer la température, l'abandon de la pêche du saumon au profit d'autres espèces ou de l'aquaculture, etc. Dans tous les cas, il faut faire davantage de recherches pour disposer des bases nécessaires à l'analyse du risque et pour choisir la bonne combinaison de solutions d'adaptation.

Gérer le risque du changement climatique

11. Les décideurs doivent réagir au risque que présente le changement climatique du fait des incertitudes. Celles-ci touchent trois domaines :
    - les connaissances scientifiques – les incertitudes technologies, sociales et économiques associées aux projections du changement climatique;
    - les systèmes biophysiques et humains – une compréhension scientifique insuffisante du fonctionnement de ces systèmes a nui dans de nombreux cas à la quantification des impacts du changement climatique, et
    - les instruments de politique – l'efficacité de certaines mesures d'atténuation ou d'adaptation et leurs impacts sur d'autres problèmes environnementaux et socio-économiques.

12. Le manque de certitude, toutefois, ne saurait servir de prétexte à l'inaction. La meilleure façon d'y faire face est de gérer les risques qui accompagnent les décisions. À la lumière des données apportées par le milieu scientifique, les leaders mondiaux ont jugé prudent de commencer à s'attaquer au problème du changement climatique. À l'échelle nationale, nos décideurs doivent respecter les engagements pris par le Canada à Kyoto, et ils doivent pour cela concevoir un ensemble intégré de mesures d'atténuation et d'adaptation. Les questions d'égalité, d'échéancier des mesures, de contrôle des impacts des décisions et de réévaluation de l'efficacité du train de mesures sont des éléments importants de cette réaction. Au bout du compte, pour faire face au changement climatique, il faudra faire une série de choix concernant les ressources, des choix qui comporteront des incertitudes. Les décideurs devront évaluer les risques allant de pair avec ces choix. Si l'élaboration d'un modèle de gestion du risque n'est pas l'objectif essentiel du présent Rapport sur les options, il est bon de rappeler que les connaissances scientifiques fournissent les bases nécessaires pour prendre des décisions éclairées intégrant la gestion du risque.

Le rôle des scientifiques dans l'éducation et la sensibilisation du public

13. La participation du grand public à la réduction des émissions de GES et à l'adoption de mesures d'adaptation dépend, dans une certaine mesure, de la compréhension que les Canadiens et les Canadiennes ont des bases scientifiques qui justifient les préoccupations dans le domaine du changement climatique, de ses conséquences et de ses répercussions sur le développement durable. Les résultats de l'étude scientifique, de l'observation du changement climatique, de l'analyse de ses impacts et de l'élaboration des solutions d'adaptation doivent être communiqués de façon précise et efficace aux Canadiens. Il incombe au milieu scientifique qui étudie le système climatique, les impacts de ses changements et les moyens d'adaptation d'entamer le dialogue avec les Canadiens de tous horizons sur ses préoccupations dans ce domaine.

L'excellence des scientifiques canadiens qui étudient le système climatique

L'équipe canadienne de modélisation du climat mondial, située à Victoria, a mis au point un des modèles les plus poussés de système climatique dont on dispose maintenant. Les résultats de ce modèle montrent qu'il est en mesure de très bien reproduire le comportement du climat actuel. Les projections des climats à venir, si les humains continuent à rejeter impunément des gaz à effet de serre et des aérosols dans l'atmosphère, indiquent que la température moyenne au Canada pourrait augmenter de 5 à 6 d'ici le milieu du XXIe siècle. Le GIEC a accepté les projections du modèle canadien pour les distribuer plus largement aux chercheurs de toutes les régions du monde qui étudient les impacts du changement climatique. Une autre équipe de modélisation, à l'Université du Québec à Montréal, élabore maintenant un modèle climatique régional complémentaire qui utilise les résultats du premier pour fournir des descriptions plus détaillées des changements climatiques possibles.

Les chercheurs canadiens ont aussi acquis une excellente réputation dans les milieux scientifiques internationaux, dans plusieurs autres domaines d'étude du changement climatique. On peut citer en particulier l'étude de la dynamique et de la biogéochimie des océans, les processus hydrologiques des écosystèmes terrestres, le rôle des sols, de la forêt boréale et des terres humides du Canada dans le cycle global du carbone, et les méthodologies à utiliser pour l'étude des impacts du changement climatique.

Les responsabilités et les possibilités à l'échelle internationale

14. La dimension mondiale du changement climatique a rendu indispensable la coopération internationale des scientifiques. Celle-ci a profité aux décideurs et aux scientifiques canadiens. Le Canada, qui joue maintenant un rôle majeur dans les travaux scientifiques et l'élaboration des politiques à l'échelle internationale, doit respecter les engagements qu'il a pris, et même aller plus loin. Pour cela, il lui faut :
    - des réseaux d'observation pour mieux surveiller, détecter et identifier les changements climatiques;
    - parvenir à mieux comprendre le comportement des sources et des puits de GES;
    - disposer de meilleurs renseignements sur les vulnérabilités et les impacts, à l'échelle régionale, afin de proposer des solutions d'adaptation.

15. Plusieurs engagements précis ont été pris en matière scientifique sur la scène internationale :
    - Le troisième rapport d'évaluation du GIEC, qui doit être publié en 2000-2001, est en cours de préparation. Il constituera la principale contribution scientifique à l'évolution de la Convention-cadre sur les changements climatiques.
    - Les scientifiques canadiens, qui se sont engagés à participer à cette évaluation, doivent disposer des bases scientifiques pour justifier cette évaluation.
    - Il faut être en mesure d'étayer la position canadienne, lors des négociations internationales, par des connaissances scientifiques sur l'origine des GES et sur les puits.
    - La Convention-cadre sur les changements climatiques et le Protocole de Kyoto comportent des engagements précis destinés à permettre l'observation du climat et des changements climatiques. Lors de la quatrième Conférence des Parties, qui a eu lieu à Buenos Aires, en 1998, les pays ont été invités à préparer des plans nationaux pour l'observation du climat.
    - Le Canada doit absolument convenir qu'il doit contribuer à renforcer la capacité scientifique des pays en développement, pour qu'ils puissent développer leur

propre point de vue sur ces questions et ainsi prendre des décisions éclairées en matière d'atténuation et d'adaptation.

- La conception de programmes nationaux et régionaux, la mise à jour et la publication de l'information sur ces programmes pour documenter les impacts du changement climatique et pour faciliter l'adaptation voulue à ce changement, dépassent notre propre intérêt puisque la Convention-cadre sur les changements climatiques et le Protocole de Kyoto, ainsi que l'engagement permanent que nous avons pris au sujet des évaluations du GIEC, nous imposent de le faire.

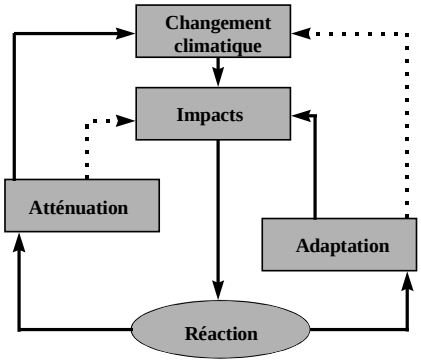
Résumé

16. L'ensemble de la communauté scientifique s'entend pour reconnaître que le changement climatique est déjà en cours et que les risques de changement climatique importants sont réels. L'ensemble des observations, les résultats des modèles climatiques et les impacts constatés des changements climatiques indiquent tous qu'il y a des raisons de s'inquiéter. L'étude du système climatique a fourni les bases pour reconnaître l'importance de ce problème à l'échelle internationale. Cette étude continuera à étayer nos mesures d'atténuation et d'adaptation au changement climatique.

17. La formulation des stratégies d'atténuation et d'adaptation est un processus dynamique. Il faut, en effet, pouvoir l'adapter aux nouveaux objectifs et processus négociés, au progrès de nos connaissances, aux nouvelles technologies et aux résultats de l'analyse des impacts résiduels éventuels. Pour réussir dans ces domaines, nous aurions avantage à disposer d'une base scientifique adaptée. Pour contribuer aux mesures d'atténuation et d'adaptation, nous devons soigneusement choisir les domaines dans lesquels nous concentrerons nos recherches.

18. Même si les répercussions des changements climatiques sur l'humanité sont incertaines, nous n'avons pas les connaissances voulues pour nous adapter le mieux possible à ces changements, ni pour compenser les impacts négatifs actuels et à venir, ni pour tirer parti des éventuels impacts favorables. L'adaptation ne constitue pas une solution de remplacement à l'atténuation. Nous avons besoin des deux. En vérité, les efforts d'atténuation sont une condition préalable à la réussite des stratégies d'adaptation, parce que l'adaptation a beaucoup plus de chances de réussir si le rythme du changement climatique reste modéré et si les pressions humaines sur le système climatique se stabilisent.

Atténuation et adaptation



Lectures recommandées

L'étude pan-canadienne sur l'adaptation à la variabilité et au changement climatiques, sommaire national pour les décideurs, Canada, Environnement Canada, 1997.

Changement climatique 1995 : Analyse scientifique et technique des incidences de l'évolution du climat, mesures d'adaptation et atténuation -- Groupe de travail II du GIEC, 1995.

Chapitre 3 – Études scientifiques pour réduire les émissions conformément aux engagements de Kyoto (atténuation)

Études scientifiques pertinentes pour les politiques visant à réduire les émissions de GES

1. Comme indiqué au chapitre 2, le Protocole de Kyoto exige que les mesures prises par le Canada pour atténuer les risques imputables au changement climatique reposent sur des bases scientifiques crédibles. Pour faire un choix judicieux de mesures permettant d'atteindre cet objectif de Kyoto, il faudra bien comprendre leur efficacité dans un contexte en évolution. Il nous faut acquérir les connaissances et les renseignements scientifiques pertinents qui nous manquent, à la fois dans le contexte national et dans le contexte international.

Fonds d'action pour le changement climatique – Sciences, impacts et adaptation
L'objectif du volet Sciences, impacts et adaptation du Fonds d'action pour le changement climatique (FACC) est de combler les lacunes importantes dans les connaissances scientifiques dont le Canada a besoin pour remplir ses obligations en vertu de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et du Protocole de Kyoto. Les résultats des travaux du FACC sont destinés à contribuer à l'élaboration d'un plan national à long terme touchant les sciences climatiques, les impacts et l'adaptation. Les chercheurs des gouvernements fédéral et provinciaux et des universités, et le secteur privé mettront en œuvre ce plan.

Au cours de la dernière année, le FACC a organisé plusieurs ateliers scientifiques bien ciblés et lancé des appels d'offres afin de catalyser la recherche scientifique nécessaire à la prise de décisions dans les domaines suivants :
Amélioration des modèles climatiques
Systèmes d'observation du climat mondial
Sources et puits de gaz à effet de serre
Recherche et observation du système climatique arctique
Impacts et adaptation

Outre le financement de la planification de la recherche et des activités, le FACC viendra en aide aux scientifiques canadiens participant aux travaux du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GEIC), en consacrant essentiellement son aide aux chercheurs responsables des chapitres de la troisième évaluation. Près de 30 scientifiques canadiens, répartis à peu près également entre les universités et les gouvernements, ont reçu l'aide du FACC.

2. Les préoccupations scientifiques sont de deux ordres :
   - Nous ne savons pas bien comment le carbone est stocké dans nos forêts, dans nos sols et dans nos terres humides, comment il s'accumule et est conservé dans ces puits, et comment les mesures adoptées pour retenir le carbone peuvent affecter les émissions des autres GES. Nous manquons également de connaissances sur l'origine des GES provenant de l'agriculture et des autres écosystèmes gérés.

   - Les variations des températures et des ressources en eau sous les climats plus chauds peuvent avoir des répercussions importantes sur l'efficacité à long terme de certaines mesures d'atténuation envisagées pour respecter les engagements de Kyoto.

3. Les sections qui suivent présentent une évaluation de ces besoins et présentent des recommandations en vue de l'élaboration de la Stratégie nationale de mise en œuvre.

L'étude scientifique du système climatique dans le domaine de la séquestration du carbone[6]

4. Le Canada est un vaste pays qui renferme un large éventail d'écosystèmes complexes : toundra arctique, marais salés du milieu côtier, terres humides intérieures, prairies, forêts boréales, forêts caducifoliées et forêts ombrophiles côtières. Le taux d'absorption et d'émission de dioxyde de carbone et d'autres gaz à effet de serre dans ces écosystèmes dépend dans une large mesure d'un certain nombre de variables, dont la température et l'hydrologie locales, l'état des sols, la topographie, les perturbations naturelles et le moment de la saison. Ces conditions peuvent varier beaucoup à un mètre de distance au sein d'un écosystème, et d'un écosystème à l'autre. Certaines peuvent aussi connaître des variations de grande amplitude en l'espace de quarante-huit heures. De plus, au fur et à mesure que le climat change, l'amplitude des variations de ces variables peut largement dépasser ses bornes traditionnelles et donc exposer les écosystèmes canadiens à des conditions sans précédent dans l'histoire humaine connue.

5. Comme indiqué dans les rapports sur les options de la Table des puits, de la Table du secteur forestier et de la Table de l'agriculture et de l'agroalimentaire, l'aire des écosystèmes canadiens qui est touchée par les activités humaines (et qu'il faut donc évaluer du point de vue de leur contribution aux sources et aux puits de GES dans le cadre du Protocole de Kyoto et des accords ultérieurs) peut être estimée avec une précision raisonnable, à condition d'améliorer les inventaires de l'utilisation des terres et les systèmes d'observation des changements d'utilisation de ces terres. Toutefois, l'ampleur et la durabilité des puits de carbone (c.-à-d. la quantité nette de dioxyde de carbone retiré de l'atmosphère et stocké sous forme de carbone) par hectare de surface terrestre sont beaucoup plus difficiles à préciser, en particulier si les conditions climatiques et d'autres paramètres environnementaux déterminants varient de façon importante. Il faut ajouter à cela que les changements de vocation des terres ont des implications mal comprises en ce qui concerne les émissions ou les retraits des autres gaz à effet de serre, comme l'oxyde nitreux et le méthane. Ces lacunes dans nos connaissances constituent donc actuellement des entraves importantes à notre capacité de faire état de façon crédible et vérifiable de puits de carbone durables et des autres flux de GES découlant des mesures de séquestration du carbone. Plusieurs questions importantes sont décrites dans les paragraphes suivants.

6. *Contrôle et rapport sur les puits*. Les inventaires disponibles de carbone stocké dans les écosystèmes terrestres, pour certains sites à travers le pays, ont en général été préparés de façon indépendante et selon d'autres objectifs. Cela pose un certain nombre de problèmes pour l'évaluation des inventaires actuels de carbone. Il faut donc établir des définitions convenables ainsi que de procédures de mesure et de rapport (faisant intervenir un ensemble de systèmes d'observation satellitaires, aériens et au sol) pour aborder ces problèmes. De plus, la séquestration du carbone dans un

---

6 Dans le présent document, on entend par séquestration du carbone l'élimination du dioxyde de carbone de l'atmosphère en faisant pousser des arbres et d'autres types de végétation et en le stockant à long terme dans un réservoir stable, comme le sol, le bois des arbres ou la tourbe des marais. Le carbone ainsi entreposé est souvent appelé puits de carbone. Si le carbone est à nouveau relâché sous forme de dioxyde de carbone, on a une source de carbone.

écosystème donné, comme une forêt ou un champ agricole, peut avoir des répercussions sur les systèmes voisins comme les marais, les tourbières ou les systèmes océaniques du littoral. Par exemple, les tourbières du Canada, qui contiennent environ dix fois plus de carbone par unité de surface que la biomasse forestière et les sols agricoles mis ensemble, se trouvent essentiellement dans les forêts boréales. Toute mesure destinée à séquestrer le carbone dans ces dernières grâce au reboisement devrait donc tenir compte des conséquences de la production du méthane et des oxydes nitreux dans les tourbières. Comme les processus connexes mis en œuvre sont mal compris, les impacts secondaires des mesures de séquestration seront difficiles à évaluer.

7. *Viabilité à long terme des puits*. Une autre préoccupation importante dans l'évaluation des impacts des projets de séquestration de carbone qui découlent du Protocole de Kyoto est que, dans une large mesure, la compréhension que nous avons des processus qui contrôlent les variations de carbone dans nos écosystèmes ne s'étend pas à la façon dont ces processus peuvent évoluer au fur et à mesure que l'environnement se transforme. Pourtant, comme on l'a déjà indiqué au chapitre 2, le climat du Canada change déjà, la fonte du pergélisol modifie nos systèmes nordiques, et l'âge et la composition des forêts se transforment. La hausse des concentrations de dioxyde de carbone et de composés azotés dans l'atmosphère (qui sont tous deux des éléments nutritifs des plantes) affectera aussi directement les flux de carbone au sein des écosystèmes. On ne dispose que de très peu d'information sur la façon dont ces changements environnementaux modifieront les flux de carbone au sein des écosystèmes, ce qui rend encore plus difficile l'évaluation de la séquestration du carbone dans le cadre du Protocole de Kyoto.

8. *Se doter d'outils crédibles pour faire rapport sur la séquestration du carbone*. Si les mesures et les recherches concernant les flux de carbone peuvent aider à combler les lacunes dans les connaissances mentionnées ci-dessus, il faut disposer de modèles complexes d'écosystèmes pour décrire précisément ces processus et ces relations de façon intégrée et dynamique. Si un certain nombre de ces modèles ont été mis au point au Canada et ont acquis une notoriété internationale en étant reconnus comme des outils de qualité pour étudier la dynamique du carbone dans les divers écosystèmes, ils ont toutefois été conçus pour des applications autres que l'évaluation des possibilités de séquestration du carbone par l'homme. Ces outils ne parviennent pas non plus à simuler de façon satisfaisante le comportement de certains composés du carbone dans les sols, en particulier ceux qui ont à voir avec la respiration. Il faut affiner ces modèles, les valider en fonction des observations et les tester dans le milieu scientifique international qui étudie le système climatique.

9. *Les puits océaniques*. La séquestration du carbone dans les océans, que ce soit en déversant directement du dioxyde de carbone en haute mer ou en en retirant par stimulation de la production biologique (enrichissement en fer des eaux de surface des océans déficientes en éléments nutritifs), est une solution alternative à l'étude dans certains pays pour réduire la croissance des concentrations de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Il reste un grand nombre de questions techniques et environnementales à résoudre au sujet de la fiabilité ou de l'acceptabilité de telles mesures. Il est donc peu probable qu'elles soient retenues dans les stratégies nationales d'atténuation mises en œuvre en vertu du Protocole de Kyoto dans un proche avenir. Toutefois, les négociateurs du Canada ont besoin de connaître les possibilités, l'état des connaissances scientifiques dans ce domaine et les avantages et les risques que présentent de tels puits, pour le cas où ces solutions seraient proposées par d'autres pays. L'ampleur de tels puits, qui pourrait se révéler énorme, et

la possibilité de dommages irréversibles et à long terme aux écosystèmes que pourraient entraîner des techniques de stimulation de la production biologique (comme la fertilisation par le fer), font que de telles recherches présentent une importance particulière à long terme.

Questions scientifiques en rapport avec d'autres options d'atténuation

10. Les variations des températures et des ressources en eau dans les climats plus chauds peuvent avoir des répercussions importantes sur l'efficacité à long terme de certaines mesures d'atténuation qui sont considérées comme des solutions pour respecter les engagements de Kyoto. De plus, de telles mesures peuvent avoir des impacts indirects sur l'environnement, qui peuvent compenser en partie (ou peut-être améliorer) les réductions attendues des émissions de GES. Ces diverses mesures d'atténuation sont abordées ci-dessous.

11. *Hydroélectricité*. L'hydroélectricité constitue une solution importante pour produire de l'électricité sans consommer de combustible fossile. Toutefois, sa production dépend des ressources en eau, qui sont, elles, vulnérables aux changements climatiques. Toutes les mesures d'atténuation qui prévoient une augmentation de l'utilisation de l'hydroélectricité pour réduire les émissions de GES doivent tenir compte du fait que, à l'avenir, la distribution des précipitations et de l'évaporation pourrait varier sensiblement. La plupart des études prévoient que les ressources en eau diminueront dans le sud du Canada mais qu'elles pourraient augmenter dans les régions septentrionales du pays. Cependant, notre capacité de prévoir les variations des ressources en eau est encore bien imparfaite. Certains barrages hydroélectriques peuvent aussi provoquer l'inondation de grandes étendues de végétation avec la mise en eau des réservoirs. Les études sont parvenues à la conclusion que ces inondations peuvent provoquer le rejet de grandes quantités de méthane dans l'atmosphère. Comme le méthane est beaucoup plus nuisible par unité de volume que le dioxyde de carbone, une partie des gains obtenus en réduisant les émissions de GES du fait de l'abandon des centrales thermiques brûlant des combustibles fossiles pourrait être neutralisée. Toutefois, comme dans le cas des marais, les processus qui régissent la production et le rejet de méthane à partir des réservoirs hydroélectriques sont toujours mal compris et nécessitent des études plus poussées.

12. *Les énergies éolienne et solaire*. Les énergies éolienne et solaire, qui pourraient remplacer les combustibles fossiles pour produire de l'énergie électrique, sont sensibles au changement climatique. L'énergie solaire est limitée par la quantité de rayonnement solaire qui atteint la surface de la Terre. Cette quantité est elle-même déterminée en partie par l'étendue et la nature de la couverture nuageuse, qui peut changer en même temps que le climat. Ces énergies sont également sensibles aux concentrations d'aérosols, comme les sulfates qui produisent les pluies acides, qui sont rejetés par nos activités industrielles. Toutefois, la réaction des masses nuageuses au changement climatique et le rôle des sulfates restent aujourd'hui deux des problèmes les plus difficiles à résoudre dans la modélisation du changement climatique; il s'agit donc de sujets de recherche prioritaires dans ce domaine. Il faut les résoudre pour considérer leurs impacts sur la performance des futurs projets de production d'énergie à partir de l'énergie solaire. Dans le cas de l'énergie éolienne, il faut avoir une bonne connaissance des variations de l'intensité du vent. Ces variations sont déterminées en partie par des modifications des systèmes de circulation atmosphérique qui régissent les modèles et les comportements du vent à grande échelle. Toutefois, les entités géographiques qui contribuent à l'état des vents locaux, comme les brises de lac et de mer, peuvent aussi avoir une importance capitale pour déterminer les possibilités d'utilisation de l'énergie éolienne. Les futures variations de

ces variables et leur rôle dans la disponibilité de l'énergie éolienne n'ont pas encore été étudiés de façon satisfaisante.

13. *L'énergie de la biomasse*. Les plantations d'arbres destinés à servir de biocombustibles, que ce soit par combustion directe ou en les transformant en carburant liquide, pourraient constituer d'importantes solutions de rechange aux combustibles fossiles. La sélection des espèces, et donc des possibilités de croissance et des chances de succès de ces plantations, dépend des températures locales et des régimes de précipitation, et de la façon dont ces paramètres évolueront au fur et à mesure que le climat mondial se modifiera. On ne maîtrise pas encore bien ces facteurs, en particulier à l'échelle locale.

14. *Autres sources d'énergie renouvelable*. D'autres options proposées pour réduire les émissions de GES sont également sensibles au changement climatique. Par exemple, l'utilisation des eaux de fond des lacs pour refroidir les édifices en été et à les chauffer en hiver, grâce à des échangeurs de chaleur, est sensible aux variations de la température des lacs qui accompagnent le changement climatique. De la même façon, les projets d'utilisation de l'énergie marémotrice sont sensibles aux variations du niveau de la mer et de la hauteur des vagues. Il y a là des relations qu'il faut étudier.

15. *L'efficacité énergétique*. Un grand nombre de programmes d'efficacité énergétique veulent faire adopter des systèmes de chauffage plus efficaces pendant la saison froide et des systèmes de refroidissement plus performants pendant la saison chaude. Les incidences de ces mesures sur la consommation d'énergie, et donc sur les émissions de GES, seront sensibles aux variations climatiques. C'est ainsi que des hivers plus chauds réduiraient la demande de chauffage. Une variation du climat aurait aussi des effets sur le rendement des investissements dans des technologies de chauffage efficaces. De la même façon, des étés plus chauds feraient grimper la demande d'air frais et augmenteraient les avantages économiques de l'utilisation de technologies de climatisation efficaces. Les caractéristiques régionales du changement climatique sont donc importantes pour évaluer la rentabilité de ces mesures, et il faut les prévoir avec plus d'exactitude.

16. *L'agriculture et les mesures d'enfouissement*. Un grand nombre de sources de méthane et d'oxyde nitreux sont liées à des processus biologiques dans des systèmes agricoles et des sites d'enfouissement. Les processus qui régissent ces émissions ne sont pas bien compris. Les conséquences des mesures destinées à les réduire sont donc difficiles à évaluer. Ces mesures comprennent la gestion du fumier, l'application d'engrais à base d'azote sur les terres agricoles et la cueillette et le traitement des émissions de gaz provenant des sites d'enfouissement.

17. *Les puits géologiques*. L'industrie pétrolière a proposé d'injecter du dioxyde de carbone dans des formations pétrolifères en exploitation et dans des réservoirs non rentables ou épuisés, afin de séquestrer du carbone profondément dans le sol. Si cette technologie semble prometteuse, on ne connaît pas au juste la longévité ni l'ampleur de la séquestration du carbone que l'on obtiendrait.

Projet de dioxyde de carbone de Weyburn
PanCanadian Petroleum envisage de commencer à injecter du dioxyde de carbone dans son gisement de Weyburn, dans le sud-est de la Saskatchewan, à l'automne 2000, dans le cadre d'un projet de récupération assistée du pétrole. Ce projet pourrait servir à séquestrer du dioxyde de carbone dans des formations pétrolifères en exploitation, et

dans des réservoirs épuisés ou non rentables. PanCanadian estime que, au total, environ 20 millions de tonnes de dioxyde de carbone seront séquestrées en permanence dans le sous-sol pendant les 40 ans de durée de vie restante du gisement.

On envisage de lancer un vaste programme de contrôle dès la mise en œuvre du projet, pour améliorer la compréhension scientifique de cette technologie. Ce programme permettra également de vérifier les quantités de dioxyde de carbone ainsi séquestrées, de trouver les méthodes qui permettent d'améliorer la sécurité de l'injection du dioxyde de carbone et de fournir les renseignements dont on a besoin pour rendre cette technique de séquestration du dioxyde de carbone dans le sous-sol plus acceptable au grand public.

Résumé

18. Avec les mécanismes de coordination voulus et les ressources nécessaires, une meilleure connaissance du système climatique contribuera sensiblement à des négociations éclairées et à la mise en œuvre de mesures d'atténuation dans le cadre du Protocole de Kyoto. Les recherches devront porter sur deux aspects distincts des mesures d'atténuation.

19. Les processus qui permettent de séquestrer le carbone dans les écosystèmes du Canada. La coordination des recherches doit être améliorée, et il faut consacrer des ressources additionnelles et durables à l'observation systématique, à l'analyse et à la modélisation des réactions de ces processus à l'interférence humaine dans un environnement en évolution.

20. Les conséquences du changement climatique pour les mesures d'atténuation proposées. Nombre des mesures proposées pour réduire les émissions de GES du Canada sont sensibles au changement climatique et à d'autres facteurs environnementaux. Il faut faire davantage de recherches sur ces questions sensibles et sur leurs implications pour la Stratégie nationale de mise en œuvre.

Lectures recommandées

Rapports sur les options des tables des puits, de l'agriculture et du secteur forestier.

Report on Carbon Flux Process Experts Meeting, 18 et 19 janvier 1999.

Changement climatique 1995 : Analyse scientifique et technique des incidences de l'évolution du climat, mesures d'adaptation et atténuation -- Groupe de travail II du GIEC, 1995.

Chapitre 4 : Impacts et adaptation – Élaborer une stratégie dynamique

Modifier les perceptions

1. Notre climat est en train de changer. De plus, il est maintenant largement admis que, même après avoir mis en œuvre des mesures d'atténuation majeures, le changement climatique continuera à se manifester et aura des impacts sur le Canada et sur les Canadiens. Ces impacts seront à la fois favorables et défavorables. Il faut disposer de stratégies d'adaptation complètes, en complément des mesures d'atténuation, pour minimiser les impacts néfastes éventuels et pour maximiser les possibilités qui découleront de ces changements.

Le Protocole de Kyoto et la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques

2. Le Protocole de Kyoto et la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques imposent aux « Parties » des exigences précises en ce qui concerne les impacts, les efforts d'adaptation, les rapports et les principes.

   - L'article 10b) du Protocole de Kyoto commence comme suit :
     [...] élaborent, appliquent, publient et mettent régulièrement à jour des programmes nationaux et, là où il y a lieu, régionaux, contenant les mesures destinées [...] à faciliter une adaptation appropriée à ces changements.

   - Le texte de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques donne les précisions suivantes :
     Article 4 : *[...] Prépare, en coopération, l'adaptation à l'impact des changements climatiques [...]*

     [...] Tiennent compte, dans la mesure du possible, des considérations liées au changement climatique dans leurs politiques et actions sociales, économiques et environnementales et utilisent des méthodes appropriées [...]

   - Article 2 :
     « [..] L'objectif ultime de la présente Convention [...] est de stabiliser, conformément aux dispositions pertinentes de la Convention, les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. Il conviendra d'atteindre ce niveau dans un délai suffisant pour que les écosystèmes puissent s'adapter naturellement aux changements climatiques, que la production alimentaire ne soit pas menacée et que le développement économique puisse se poursuivre d'une manière durable. »

3. Les chercheurs qui étudient les impacts et l'adaptation (y compris les chercheurs dans les domaines socio-économiques) ont un rôle important à jouer dans la détermination des niveaux de stabilisation et des taux de changement qui conviennent. On ne peut pas définir les interférences dangereuses uniquement à partir des connaissances scientifiques sur le système climatique.

4. Les inquiétudes soulevées par les impacts éventuels du changement climatique, y compris les extrêmes climatiques, motivent les réactions nationales et internationales au changement climatique. Qu'elle en ait conscience ou non, la société canadienne s'adapte aux conditions climatiques actuelles, même si c'est de façon improvisée et

imparfaite. Certains estiment que nous dépensons déjà environ 11 milliards de dollars par année pour le faire. Une partie de notre problème est que nous continuons à planifier, à concevoir et à construire en faisant l'hypothèse que notre climat est passablement statique. Cette attitude n'est pas justifiée par les observations climatiques faites au Canada au cours des 50 dernières années ou plus, qui montrent des tendances très nettes.

5. Le changement climatique a des impacts néfastes, directs et indirects, sur la santé humaine. C'est ainsi que les fortes vagues de chaleur provoquent le décès de personnes fragiles comme les jeunes enfants, les personnes âgées et les gens atteints de maladies cardiaques et pulmonaires. Les conditions météorologiques extrêmes, comme les inondations qui paralysent les usines de traitement des eaux usées, peuvent engendrer des épidémies. Les insectes et d'autres vecteurs de maladie prolifèrent dans les milieux chauds et humides, des agents pathogènes se développent dans les eaux lacustres, fluviales et côtières plus chaudes. Des maladies dangereuses transmises par les moustiques (encéphalite virale, fièvre rouge et peut-être malaria), qui sont rares ou absentes au Canada aujourd'hui, pourraient y apparaître. L'élévation du niveau de la mer, les inondations et les sécheresses graves provoquent le déplacement d'une foule de personnes (réfugiés de l'environnement). Ces personnes ont besoin d'un tel volume de soins d'urgence que cela peut étirer l'infrastructure de santé publique au-delà des limites acceptables.

6. Pour parvenir à une adaptation cohérente et positive, nous ne pouvons pas nous contenter de continuer à nous adapter uniquement de façon ponctuelle et autonome au changement climatique. L'adaptation autonome se fait en réaction, après que les dommages se sont produits, et entraîne donc des risques, des coûts et des pertes qu'il serait possible d'éviter. Il est donc indispensable de planifier et de concevoir de façon proactive avant les changements (adaptation anticipative). Celle-ci peut permettre de réduire sensiblement les coûts et d'engranger les avantages. Elle se révèle également utile pour la gestion des risques actuels. Nous avons donc avantage à prendre des mesures aujourd'hui pour nous préparer au climat de demain. L'inaction est coûteuse, et les solutions et les possibilités qui s'offrent à nous peuvent diminuer avec le temps. Nous devons analyser soigneusement les options réalisables aujourd'hui. Ces mesures doivent faire intervenir, au besoin, les divers ordres de gouvernement.

7. En clair, le choix que le monde devra faire pour son avenir est de déterminer le niveau auquel il stabilisera les concentrations de GES dans l'atmosphère, et quand. En réalité, il est probable que cet objectif nécessitera des rajustements constants ou fréquents et deviendra plutôt un but à long terme auquel on aspire. Cela implique que le processus d'adaptation sera une réaction dynamique aux impacts prévus du changement climatique.

Comprendre les impacts du changement climatique

8. Les impacts du changement climatique sont de trois ordres : physiques, sociaux et économiques. Ils se manifesteront dans toutes les régions du Canada. Il faut recourir à la science du système climatique pour élucider ces impacts et déterminer les moyens de s'y adapter. La confiance que nous inspirera une stratégie d'adaptation déployée, pour corriger ces impacts ou en profiter sera aussi bonne que la plus faible des hypothèses sous-jacentes à l'estimation des impacts. La définition de l'ampleur, de la fréquence, de la durée, de la soudaineté et de l'étendue des variations climatiques à l'échelle locale est fondamentale. Malheureusement, il faudra probablement encore de nombreuses années avant que les modèles climatiques régionaux et la façon dont ils traitent les résultats ci-dessus nous inspirent suffisamment confiance.

9. De plus, nous ne pouvons déterminer les impacts auxquels nous devrons nous adapter que si nous comprenons pleinement les sensibilités climatiques des systèmes pour lesquels il faut concevoir des stratégies d'adaptation. La détermination de ces sensibilités passe par un programme de recherches intensives, mais elle n'a pas besoin, au préalable, d'une connaissance détaillée des changements climatiques à venir.

10. Nous devons donc améliorer nos connaissances, aussi bien dans le domaine des sciences climatiques que dans celui des impacts et de l'adaptation. Un objectif à long terme est l'élaboration d'une capacité de modélisation fiable, qui nous permette d'intégrer les résultats du modèle climatique en même temps que ceux du modèle des écosystèmes et du modèle socio-économique.

11. Nous avons déjà une connaissance suffisante de l'orientation probable du changement climatique, et des résultats à grande échelle qui en découleront, pour commencer à mettre en place le programme efficace dont nous avons besoin. Les impacts du changement climatique sont déjà manifestes dans certaines régions du pays. Le pergélisol recule dans l'ouest de l'Arctique. La glace de mer s'amincit. La sécheresse est une préoccupation constante dans certaines régions des Prairies. Le niveau de la mer augmente et les vagues de tempête posent déjà des problèmes importants dans la région de l'Atlantique. Dans l'Ouest, les forêts sont touchées par la sécheresse. Dans toutes les régions, on enregistre une augmentation de la fréquence des feux de forêt et les collectivités doivent faire face à des inondations majeures. Tout cela cadre avec les types de changements que nous nous attendons à voir s'amplifier à l'avenir. Nous pouvons dès aujourd'hui prendre des mesures d'adaptation.

12. Pour y parvenir plus facilement, il faut étudier plus en détail les impacts et les vulnérabilités qui découlent de ces tendances climatiques (et autres) historiques et actuelles. Dans certains cas, elles vont probablement se poursuivre dans l'avenir immédiat (20 ans ou plus). Par exemple, dans la région de Halifax, le niveau de la mer monte d'environ 40 cm tous les 100 ans et il est probable que cette tendance va se maintenir. Ces prévisions doivent être combinées aux scénarios climatiques produits par les modèles de circulation générale et régionale, pour évaluer les impacts à venir.

13. Il faut aller de l'avant rapidement pour obtenir de l'information sur les réactions des systèmes écologiques, sociaux et économiques au changement climatique. Une activité essentielle de cette recherche consistera à définir les sensibilités, les vulnérabilités et les seuils climatiques critiques pour des espèces importantes et pour des systèmes dans leur ensemble. À partir de quelle température de l'eau les truites disparaîtront-elles des lacs? Quels sont les régimes de précipitation qui empêcheraient de procéder à certaines cultures? Dans quelles conditions climatiques la zone géographique dans laquelle on trouve des maladies transmises par certains vecteurs pourrait-elle s'élargir? Quand nous aurons les réponses à de telles questions, nous disposerons d'une bonne indication des réactions régionales au changement climatique probable, et nous commencerons à avoir une bonne idée du moment auquel les interférences dangereuses pourraient commencer à se manifester. Nous devons également observer les impacts au fur et à mesure qu'ils se produisent.

14. Les recherches doivent faire appel en priorité à des études de cas détaillées dans des « collectivités » représentatives de ces régions, afin d'analyser les impacts actuels des changements et de trouver les solutions d'adaptation que nous pourrions mettre en œuvre à l'échelle régionale en réaction aux impacts que nous constatons déjà. Dans

quelles régions pouvons-nous réduire notre vulnérabilité aux changements climatiques? Nous pouvons entamer cette recherche immédiatement à partir de nos connaissances actuelles.

15. Dans l'avenir prévisible, les objectifs de la modélisation du climat seront déterminés en grande partie d'après les résultats de la recherche sur les impacts et l'adaptation. Après que celle-ci aura permis de cerner des seuils climatiques critiques pour les écosystèmes et les systèmes socio-économiques, à l'échelle nationale ou régionale, il incombera au milieu de la modélisation de définir les probabilités que ces seuils climatiques soient dépassés et d'indiquer quand. Forts de ces renseignements, nous pourrons élaborer des mesures d'adaptation reposant sur l'analyse du risque.

Qui sera touché par le changement climatique?

16. Pratiquement tous les secteurs de l'économie et de la société, ainsi que l'environnement physique et écologique au sens le plus large, seront touchés par le changement climatique. Voici la liste des plus importants secteurs dans lesquels il faudra mettre en place des mesures d'adaptation pour faire face aux impacts du changement climatique :
    - L'agriculture
    - Les collectivités et les municipalités
    - Les écosystèmes (environnement biologique)
    - L'énergie
    - Les pêches et l'aquaculture
    - La foresterie
    - Les infrastructures (y compris les services publics, les déchets, les pipelines)
    - La santé humaine
    - Les paysages (environnement physique)
    - L'industrie légère et l'industrie lourde
    - Les transports
    - Le tourisme
    - Les ressources en eau

17. Chacun de ces secteurs sera touché à sa façon, et tous ne seront pas en mesure de réagir avec la même efficacité. De la même façon, des événements extrêmes et des situations d'urgence continueront à poser des problèmes. L'expertise et la capacité de faire face au problème du changement climatique doivent être multidisciplinaires (sciences physiques, sciences de la vie, sciences sociales) et multisectorielles (gouvernement, universités, secteur privé). Il y a certes des aspects nationaux et internationaux qu'il faut garder à l'esprit, mais il ne faut pas non plus oublier les considérations régionales.

18. Comme les impacts du changement climatique varieront considérablement d'un endroit à l'autre et d'un secteur à l'autre, les mesures se viseront plutôt l'échelle locale ou communautaire. C'est pourquoi il sera difficile de faire la synthèse des impacts et des solutions d'adaptation à l'échelle sectorielle, comme s'ils s'appliquaient à l'ensemble du pays. Ce serait trop simple. Ce travail doit aussi garder une dimension régionale. Il faut donc s'efforcer de se doter de compétences non seulement à l'échelle nationale, mais aussi dans les régions, et de coordonner et de faciliter la mise en œuvre des mesures.

Sur quels domaines devons-nous faire porter nos efforts en premier?

19. Dans les limites de nos connaissances actuelles sur le changement climatique à venir, nous pourrions, moyennant un financement optimal et les moyens de recherche adéquats, considérer les impacts éventuels du changement climatique et réaliser des études de cas pour élaborer des stratégies d'adaptation pour tous les grands secteurs et toutes les régions du Canada. Avec un financement et une capacité plus limités, nous devrions nous concentrer sur les grands secteurs et les régions du pays qui subissent déjà des impacts et qui sont les plus exposés à des risques.

Un programme de travail échelonné

20. Quelle que soit l'ampleur du programme, il doit se dérouler par étapes, et ses produits doivent être livrés de façon à mettre en évidence les variations régionales afin que nous ayons en main l'information nécessaire pour discuter de la mise en œuvre à l'échelle nationale, régionale et locale.

21. Pour chaque sujet et chaque secteur, dans les limites d'une option donnée, un programme de travail échelonné devra apporter des réponses aux questions suivantes concernant les impacts et l'adaptation :

a. Quels sont les impacts climatiques (favorables et défavorables) auxquels les secteurs devront s'adapter?

- Quelles sont l'ampleur et la vitesse prévues des changements climatiques auxquels les secteurs pourraient être exposés?

b. Qui (secteur ou région) est vulnérable?

- Quelle est la sensibilité de ce secteur ou de cette région au changement climatique éventuel? Quels sont les impacts probables, et peut-on s'y adapter (c.-à-d. vulnérabilité)? Quelles sont les variations régionales de la sensibilité et de la vulnérabilité du secteur?
- Quels sont les problèmes intersectoriels et interrégionaux qui se présentent? Selon le degré de sensibilité des divers secteurs à la variabilité et au changement climatiques, nous pourrons définir les priorités d'action.

c. Quel est l'objectif de l'adaptation?

(C'est-à-dire, étant donné les impacts éventuels, quels résultats essayons-nous d'obtenir avec l'adaptation?)

- Pouvons-nous réduire la vulnérabilité au changement climatique?
- Une réaction d'adaptation donnée nous permettra-t-elle de gagner quelques années de grâce, ou nous assurera-t-elle une protection plus permanente? En répondant à cette question, nous pourrons cibler nos efforts de façon plus efficace et de façon plus économique.
- En nous adaptant, quels gains en retirerons-nous et quelles pertes encourrons-nous? Y a-t-il des problèmes de synergie ou des conflits?

d. Dans quelle mesure sommes-nous déjà adaptés?

- Quelles mesures ont été expérimentées dans diverses circonstances, jusqu'à maintenant, pour s'adapter à des variations extrêmes climatiques (c.-à-d., que faisons-nous maintenant)?
- Quels rôles les personnes, les sociétés, les municipalités, le gouvernement provincial et le gouvernement fédéral ont-ils joués?
- Quels ont été les freins à l'adaptation et ont-ils été éliminés (peuvent-ils l'être)? Quels autres facteurs déterminants jouent dans le secteur ou la région (population, changement d'industrie, marchés des ressources).

e. Qu'avons-nous besoin de savoir d'autre? Que nous faut-il pour parvenir à cet objectif?

- Quelles sont les implications sociales (gains ou pertes) des décisions qu'il faut prendre : dislocations, disparition d'un mode de vie, disparités régionales (y compris les conséquences environnementales), possibilités régionales et comment en tirer profit?

f. Quels en seront les coûts? Quels avantages en retirera-t-on?

- Quelles sont les mesures valables à prendre? Quelle valeur accordons-nous à chacune? Quels sont les coûts et l'efficacité globale du train de mesures envisagé? Sommes-nous prêts à accepter tel ou tel impact? Pour certains impacts, il n'existe peut-être pas de solution d'adaptation (sauf les accepter). Si c'est le cas, quels sont-ils et quelle valeur leur accordons-nous?
- Tient-on compte conjointement de stratégies d'atténuation et d'adaptation, à l'échelle communautaire par exemple? Certaines stratégies d'atténuation peuvent contribuer à accroître la portée des stratégies d'adaptation, alors que d'autres peuvent empêcher leur mise en œuvre.

Les priorités de la recherche

22. Il faut donner suite à l'Étude pan-canadienne pour préciser davantage les impacts du changement climatique sur le Canada et pour élaborer des solutions d'adaptation. Même s'il faut réaliser des recherches plus poussées pour mieux cerner les points chauds, à partir des travaux réalisés à ce jour, des rapports sectoriels, des ateliers et des consultations. Dans le cas où l'on ne disposerait pas du financement optimal, il semble que se consacrer aux secteurs suivants donnerait les résultats les plus intéressants et les plus immédiats :
    - Municipalités/infrastructures (en obtenant une contribution importante du secteur de l'assurance, par exemple)
    - Ressources en eau
    - Approvisionnement alimentaire (engloberait l'agriculture, la pêche et la faune du Nord)
    - Santé humaine
    - Zone côtière (englobe à la fois les infrastructures et les moyens d'existence)
    - Foresterie

23. Il semble que, de tous ces secteurs, c'est dans celui des municipalités qu'on obtiendrait les avantages les plus immédiats et les plus largement répandus. La liste ci-dessus, dans laquelle les municipalités viennent en tête, constitue donc une liste de priorités pour la recherche. Il faudrait aussi accorder une attention toute particulière aux régions nordiques du Canada, à cause de leur vulnérabilité.

La technologie

24. L'adaptation aux impacts éventuels du changement climatique peut relever du comportement, de l'administration ou de la technologie. Elle peut avoir une dimension commerciale si les technologies deviennent très répandues au pays ou à l'étranger. Toutefois, il faudra peut-être plusieurs années pour savoir dans quels domaines les possibilités seront les plus importantes. Les pompes solaires deviendront-elles plus efficaces et plus populaires dans les régions sujettes aux sécheresses? Les besoins en solutions technologiques seront définis non seulement pour les collectivités en fonction de leurs principaux objectifs, mais aussi pour des secteurs comme l'aquaculture, la biotechnologie, l'agriculture assistée par satellites, les ouvrages de protection contre les crues et les systèmes d'irrigation favorisant la conservation de l'eau. De la même façon, il faudra bien cerner les mécanismes nécessaires pour diffuser l'innovation nécessaire afin de passer à la phase d'adaptation, c'est-à-dire de la recherche-développement à la commercialisation pour répondre aux besoins nationaux et internationaux.

Le Réseau canadien de recherche sur les impacts climatiques et l'adaptation

25. Afin de relever le défi et de réaliser les recherches nécessaires, on propose de créer le Réseau canadien de recherche sur les impacts climatiques et l'adaptation pour coordonner la recherche sur les impacts et l'adaptation au Canada et se doter d'une capacité de recherche et d'évaluation mieux centrée. Il est nécessaire, de façon systématique et continue :
    - d'élaborer et de communiquer une image cohérente à l'échelle nationale (c.-à-d. géographique) qui traduise les différences et les besoins régionaux et sectoriels dans la recherche sur les impacts et l'adaptation;
    - d'examiner et d'étudier les questions de recherche communes et les synergies entre plusieurs secteurs ou régions;
    - de fournir, de façon périodique, des évaluations nationales de l'état actuel des connaissances sur les impacts du changement climatique au Canada; et
    - de considérer la dimension internationale des impacts et de l'adaptation.

    Ce réseau reliera les chercheurs des universités, du gouvernement fédéral et des gouvernements provinciaux, ainsi que des intervenants importants. Il complétera les efforts actuels de portée sectorielle et régionale.

26. Ce réseau serait constitué d'une série de nœuds correspondant aux grandes régions et aux grands secteurs. On s'attend à ce qu'il y ait six nœuds régionaux et dix nœuds sectoriels. Chaque nœud devrait être au moins animé par un chercheur principal, bénéficiant de l'aide d'une personne. Il incomberait à chacun de ces chercheurs principaux d'assurer la coordination de la recherche sur les impacts et l'adaptation dans son champ de responsabilité (une région ou un secteur) et de représenter cette région ou ce secteur dans la gestion d'ensemble du réseau. Un bureau national de coordination faciliterait le fonctionnement du réseau au quotidien. Ce bureau fournirait aussi des services de soutien au conseil des représentants, qui fixerait l'orientation de la recherche et assurerait la liaison avec le Processus national sur le changement climatique.

La capacité de recherche

27. La capacité à mener à bien le programme de recherche sur les impacts et l'adaptation est limitée par les moyens de recherche disponibles au Canada et dans le monde. Comparée à l'importance accordée dans le monde aux mesures d'atténuation et d'économies d'énergie, la recherche sur les impacts et sur l'adaptation n'en est encore

qu'à ses débuts, au Canada comme ailleurs. Rares sont les établissements de recherche qui, dans les universités, les gouvernements et l'industrie, se consacrent au problème de l'adaptation au changement climatique. Il faut y affecter de nouveaux fonds pour se doter d'une capacité de recherche sectorielle et régionale permettant l'intégration des résultats au Canada.

Le recours aux partenariats pour se doter de cette capacité

28. Un modèle à envisager pour se doter d'une capacité de recherche est une forme de partage des coûts. En disposant de nouveaux fonds dans le cadre de la Stratégie nationale de mise en œuvre, les universités pourraient créer un nouveau poste en recherche sur les impacts et l'adaptation. Le titulaire de ce poste pourrait faire des demandes d'aide financière et participer à des concours pour obtenir des fonds additionnels afin de financer les travaux d'un deuxième chercheur (jusqu'à un maximum de 50 000 $ par an pendant cinq ans). Parallèlement, les organismes gouvernementaux seraient incités à affecter leur personnel actuel à des programmes s'intéressant à la recherche sur les impacts et l'adaptation, en offrant de financer les travaux d'un second chercheur (jusqu'à un maximum de 50 000 $ par an pendant cinq ans). Il faudrait un fonds distinct dans chacun de ces deux cas. L'attribution de fonds dans le cadre de ces concours se ferait en fonction de la pertinence des recherches proposées par rapport aux besoins cernés.

29. Une aide additionnelle serait consentie aux conseils subventionnaires (médecine, sciences naturelles et génie, sciences sociales et sciences humaines) pour financer des bourses de chercheurs stagiaires et des bourses de recherche postdoctorale permettant d'étudier les impacts et l'adaptation. Cette aide financière serait accessible à tout établissement réalisant des recherches dans ce domaine (pas seulement dans les universités et les établissements gouvernementaux, mais également dans les laboratoires de l'industrie dont les travaux sont publiés librement).

30. L'investissement servant à former de nouveaux chercheurs et à réorienter les travaux de ceux qui sont déjà à l'œuvre permettrait de faire progresser la compréhension des impacts et de développer des solutions d'adaptation dans chacun des secteurs mentionnés ci-dessus. Cet investissement s'impose étant donné la nature à long terme du problème.

Considérations nationales

31. De toute évidence, les options de financement sont nombreuses. Il faut faire en sorte que tous les secteurs et toutes les régions du pays en bénéficient conformément à la solution de financement optimal. Si le niveau de financement est inférieur à celui qu'on souhaite obtenir, les domaines de travail prioritaires dans chacun des secteurs ci-dessus varieront en fonction du financement disponible.

32. Si on ne dispose pas du financement voulu et de la capacité de recherche optimale, il faudra mettre en place un programme échelonné qui couvrira un nombre de secteurs plus faibles que dans le cas idéal. Il est probablement plus réaliste et productif de se concentrer sur un plus petit nombre de secteurs plutôt que de répartir également les efforts entre de nombreuses activités de toutes sortes, ce qui risquerait de donner des résultats insuffisants.

33. Parmi les six secteurs mentionnés ci-dessus, c'est celui des municipalités qui se verra attribuer la priorité si le niveau de financement oblige à faire des choix. Un niveau de financement optimal, en revanche, permettrait de s'attaquer à tous les secteurs. Un

niveau de financement intermédiaire permettrait de réaliser un travail plus détaillé et des études de cas sur les six secteurs mentionnés.

34. Les travaux sur les impacts et l'adaptation doivent être menés à terme et faire l'objet de rapports dans le cadre de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto.

Considérations internationales

35. Si les impacts et l'adaptation au changement climatique sont, avant tout, des préoccupations nationales, ils ont aussi une dimension internationale importante. Nos systèmes économiques sont liés à l'économie mondiale. Les différences d'impacts du changement climatique entre les diverses régions du monde et les mesures d'adaptation prises exerceront une influence importante, tout comme les ramifications internationales de nos mesures d'adaptation. Cela se vérifie tout particulièrement le long de nos frontières avec les États-Unis et en Arctique, où le Canada partage une responsabilité particulière avec ses voisins de la zone circumpolaire.

36. Si nous voulons exercer une influence sur la politique internationale et sur les recherches scientifiques qui concernent les impacts et l'adaptation, nous devons participer très activement au GIEC.

37. Comme dispensateur d'aide internationale, le Canada devra composer avec les conséquences d'une situation où les pays en développement ne parviendraient pas à bien s'adapter au changement climatique ou ne seraient pas en mesure de le faire. Nombre de ces pays n'ont pas l'infrastructure nécessaire pour s'adapter aux nombreux problèmes du changement climatique auxquels ils sont confrontés. Ces pays en développement ont indiqué que l'adaptation est une préoccupation majeure pour eux. Il est donc de l'intérêt du Canada de les aider à s'adapter et à améliorer leur capacité d'adaptation.

38. Avec un financement minimal, sauf pour la participation au GIEC, les implications internationales ne seront étudiées que dans le cadre des travaux sectoriels sur les impacts et l'adaptation ou au moyen de mécanismes de financement distincts. La limite fixée aux investissements dans les travaux internationaux est une décision plus politique que scientifique. Il faut préparer de toute urgence un document qui passerait en revue les possibilités qui s'offrent au Canada sur la scène internationale. Avec le financement voulu, le travail pourrait commencer immédiatement.

Gouvernance : rôles et responsabilités

39. L'adaptation au changement climatique nécessitera des décisions socio-économiques à trois niveaux :
    - Gouvernements (secteur public)
    - Industrie (secteur privé)
    - Particuliers

40. C'est aux industries, aux collectivités et aux particuliers les plus touchés qu'il incombera de s'adapter à tel ou tel impact. Les divers ordres de gouvernement (administration municipale, gouvernements provinciaux et gouvernement fédéral) peuvent exercer leur leadership et leurs pouvoirs législatifs, en éliminant les entraves, en définissant des normes et en adoptant des règlements pour mettre en œuvre les stratégies d'adaptation. Ces mesures auront aussi des incidences sur le fonctionnement et les biens du gouvernement – les gouvernements peuvent montrer l'exemple. La difficulté est de définir les rôles et les responsabilités des secteurs

public et privé avec plus de précision. Quand les gouvernements devront-ils intervenir et pourquoi? Quelles décisions et quelles mesures faut-il laisser à l'industrie et aux particuliers? Il faut se doter d'un processus, non seulement pour choisir la stratégie d'adaptation la plus pertinente, mais également pour préciser comment cette stratégie sera mise en œuvre. Dans le cadre de la Stratégie nationale de mise en œuvre, il serait urgent de commander un rapport décrivant les solutions possibles pour la gestion du processus d'adaptation. À plus long terme, il faudra disposer de fonds, à la fois pour organiser des séries de consultations et pour mettre le processus en marche.

Résumé

41. Nous en savons assez sur l'orientation et sur les impacts généraux éventuels du changement climatique pour justifier le lancement immédiat de recherches sur les impacts les sensibilités et les vulnérabilités au changement climatique dans toutes les régions du Canada. Ces recherches doivent comprendre une évaluation des avantages éventuels. Le programme devrait, à tout le moins, s'assurer que nos possibilités d'adaptation restent ouvertes pendant que nous étudions de plus près les sensibilités et les vulnérabilités des principaux secteurs et que nous évaluons les priorités pour les travaux à venir.

42. Il y a des endroits au Canada où les impacts du changement climatique sont déjà perceptibles. Il s'agit de régions clés dans lesquelles nous pouvons commencer à étudier les impacts et les seuils de façon plus détaillée et commencer à envisager les stratégies d'adaptation à retenir aujourd'hui et demain. Dans certains cas, les mesures d'adaptation sont nécessaires immédiatement.

43. Nous pouvons également commencer immédiatement à définir les besoins en développement technologique dans les régions clés et à cerner les mécanismes qui seront nécessaires pour stimuler l'innovation.

44. Nous aurons à nous occuper des impacts du changement climatique et du processus d'adaptation au cours de l'avenir prévisible. Nous devons investir dans notre capacité d'adaptation. Nous devons investir dans notre capacité de faire ce travail, de le coordonner et de le faciliter (c.-à-d. développer le Réseau canadien de recherche sur les impacts et sur l'adaptation), et de gérer les conséquences de sa mise en œuvre, en particulier dans les régions transfrontalières où plusieurs administrations peuvent intervenir (c.-à-d. se pencher sur les questions de processus).

45. Comme ce domaine de recherche est relativement nouveau, l'ampleur du programme dépendra largement de l'importance des fonds investis. Les recommandations dans ce domaine et les besoins en financement sont abordés au chapitre 7.

Lectures recommandées

Shriner, David et Roger Street, Amérique du Nord, cité dans R.T. Watson, M.C. Zinyowera et R.H. Moss (éditeurs), *Incidences de l'évolution du climat dans les régions : évaluation de la vulnérabilité,* rapport spécial du Groupe de travail II du GIEC, Cambridge, Cambridge University Press, 1998, p. 253-330.

Maxwell, Barrie, Nicola Mayer et Roger Street, *L'étude pan-canadienne sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et au changement climatique, Sommaire national pour les décideurs,* Canada, Environnement Canada, 1997.

De Loe, Rob, Reid Kreutzwiser et Moraru Liana, *Climate Change and the Canadian Water Sector : Impacts and Adaptation,* rapport préparé pour le Bureau de liaison sur l'adaptation, Ressources naturelles Canada, 1999.

Smit, Barry, *Agriculture Adaptation to Climate Change,* rapport préparé pour le Bureau de liaison sur l'adaptation, Ressources naturelles Canada, 1999.

Muir, Langley R., *Adaptability of the Canadian Energy Sector to Global Climate Change,* rapport préparé pour le Bureau de liaison sur l'adaptation, Ressources naturelles Canada, 1999.

Bein, Peter, et al., *Costing Climate Change in Canada* : *Impacts and Adaptation,* rapport préparé pour le Bureau de liaison sur l'adaptation, Ressources naturelles Canada, 1999.

Andrey, Jean et Brian Mills, *Adaptation to Climate Change in the Canadian Transport Sector,* rapport préparé pour le Bureau de liaison sur l'adaptation, Ressources naturelles Canada, 1999.

Hauer, Grant, T. Williamson et M. Renner, *Socio-economic Impacts and Adaptive Responses to Climate Change A Canadian Forest Sector Perspective*, rapport préparé pour le Bureau de liaison sur l'adaptation, Ressources naturelles Canada, 1999.

*On peut se procurer des copies des rapports préparés pour Ressources naturelles Canada sur le site Web http://sts.gsc.nrcan.gc.ca/adaptation/
ou en s'adressant au :
Bureau de liaison sur l'adaptation
Ressources naturelles Canada
Tél. : (613) 943-8199
Téléc. : (613) 992-0190

Chapitre 5 : La science du système climatique – un investissement nécessaire

Pourquoi a-t-on besoin de la science? Pour les négociations à venir

1. Nos efforts dans le domaine scientifique nous ont aidés à comprendre ce qu'il advient de notre climat, pourquoi cela se produit, quels sont les changements auxquels nous pouvons nous attendre et quels impacts ils auront sur nos systèmes naturels et sur l'économie humaine. Nous aurons besoin de la science pour aider à réduire les émissions de GES (atténuation) et pour nous adapter aux changements inévitables. Il devient manifeste que, dans tous les scénarios d'atténuation que nous pouvons réalistement envisager, nous subirons encore des changements climatiques importants. Il sera donc très utile de comprendre ces changements climatiques, ainsi que leurs variations et leurs implications régionales, pour être en mesure de nous adapter de façon efficace. Il faut que nous sachions comment les mesures d'adaptation et d'atténuation se répercuteront sur la vitesse et les impacts du changement climatique.

2. Au fur et à mesure que nous en apprendrons sur les effets des activités humaines sur le changement climatique, nous pouvons nous attendre à ce que les textes des accords, comme celui conclu à Kyoto en 1997, soient précisés et fassent l'objet de nouvelles négociations. Le Canada devra à tout prix conserver un niveau de compétence élevé en science climatique, et plus précisément dans les domaines de la modélisation et de l'analyse, pour que les négociations s'appuient sur des données fiables et pour accroître sa crédibilité. Les négociations qui ont débouché sur les accords concernant l'appauvrissement de l'ozone stratosphérique sont riches d'enseignement à cet égard. Avec les dispositions de la première version du Protocole de Montréal, la concentration des produits chimiques responsables de la destruction de la couche d'ozone dans la stratosphère aurait continué à augmenter à un rythme à peine inférieur à celui du statu quo de l'époque. Les divers pays n'étaient pas prêts, alors, à prendre des engagements plus énergiques. Les modifications apportées par la suite à l'accord, à la lumière des preuves scientifiques qui s'accumulaient sur la nécessité de mesures plus rigoureuses, y ont remédié. Il a fallu plusieurs séries de négociations, mais les pays participants ont fini par s'entendre sur le train de mesures plus vigoureuses qui sont maintenant en vigueur. La question du changement climatique semble suivre une évolution comparable. Toutefois, les mesures qu'il faudra prendre pour réduire les émissions de GES seront beaucoup plus difficiles et gênantes que celles destinées à limiter les émissions de produits chimiques destructeurs de la couche d'ozone. Il sera donc encore plus indispensable d'être bien informés. On peut s'attendre que les négociations soient très longues et ardues. La science du système climatique jouera un rôle essentiel.

3. Le système climatique est d'envergure planétaire, et nous savons que les changements climatiques ne se limiteront pas à un simple réchauffement. Certaines régions du globe se réchaufferont à des degrés variables, alors que d'autres se refroidiront. Plus important encore, la variabilité et la fréquence des événements extrêmes changeront, et ce à l'échelle locale. Les enjeux sont énormes pour nous qui sommes les gestionnaires de la moitié nord du continent nord-américain ainsi que des plates-formes continentales et des océans qui le bordent. Ce sont en effet des régions où, prévoit-on déjà, les impacts seront considérables. Nous devons être en mesure de déterminer, pour nos propres besoins, la nature et l'ampleur des changements climatiques qui surviendront dans ces régions et d'apprécier les risques qu'ils feront peser sur nos écosystèmes et sur les activités socio-économiques qui dépendent des ressources.

4. Pour acquérir les connaissances scientifiques nécessaires, nous devrons accroître nos observations systématiques, entreprendre des recherches sur le système climatique, élaborer des modèles de son comportement, préparer des scénarios de changement climatique et en étudier les effets sur les systèmes naturels, sur l'économie et sur la santé humaine. Nous devrons aussi, pour évaluer les diverses possibilités d'atténuation des changements climatiques, ou d'adaptation à leurs effets, mieux intégrer ces connaissances dans le processus décisionnel. Nous avons besoin de modèles permettant d'évaluer, de façon intégrée, les diverses possibilités d'adaptation et d'atténuation qui s'offrent à nous.

L'observation systématique du climat

5. Pour prévoir le climat et la façon dont il évoluera, il faut commencer par connaître ses caractéristiques d'hier et d'aujourd'hui. Nous devons décrire l'état moyen et la variabilité naturelle du régime climatique actuel avant de pouvoir conclure qu'une part quelconque du changement climatique est imputable à l'activité humaine. Il faut procéder, sur une longue période, à l'observation systématique et régulière des principales variables atmosphériques, océaniques, hydrologiques, cryosphériques et terrestres en utilisant des techniques qui permettent non seulement de déterminer les conditions moyennes, mais également de fournir des renseignements sur les taux de variation et sur les extrêmes. Les observations doivent être représentatives, à l'abri de l'influence des facteurs exogènes et corrigées de la dérive à long terme. La qualité de ces observations doit être garantie et documentée. Elles doivent être archivées et accessibles, en conformité avec les normes internationales. Même si la télédétection peut assurer une excellente surveillance spatiale d'un grand nombre de variables climatiques, l'utilisation d'instruments sur le terrain en continu reste essentielle, à la fois pour valider les observations de la télédétection et pour fournir des données qu'aucune autre technique ne permet de recueillir. La couverture des observations sur le terrain a diminué dans de grandes régions du pays, à telle enseigne que nos programmes de données sont en deçà des normes internationalement reconnues pour la capacité de définir le climat.

6. Les programmes canadiens de surveillance de l'atmosphère sont le fruit d'un compromis entre l'abordabilité, la faisabilité et la capacité de satisfaire les besoins à diverses échelles. En conséquence, les réseaux d'observation du climat sont d'autant plus denses que la population est nombreuse et l'activité économique, importante. Par contre, dans les régions du Nord, qui constituent les deux tiers de la superficie du pays, ces réseaux sont nettement inférieurs aux normes recommandées à l'échelle internationale. Face à ces lacunes, le gouvernement fédéral a mis en place un programme appelé Réseau climatologique de référence pour disposer de données d'observation stables, homogènes et recueillies sur une longue période. Les stations automatiques nous permettent maintenant de recueillir un minimum d'observations n'importe où et d'améliorer la couverture spatiale des réseaux d'observation climatique. Les capacités des programmes de télédétection par satellite sont en expansion. Le Canada doit appuyer fermement ces mesures qui vont dans le bon sens, pour pouvoir disposer de la capacité voulue et respecter ses engagements internationaux.

7. Avec le plus long littoral au monde, le Canada est bordé par trois océans. Ses programmes d'observation des océans ont actuellement une portée très limitée; ils ne sont ni conçus ni perçus comme des systèmes d'observation du climat. Les observations recueillies par les bouées côtières et par le réseau de surveillance des marées, ainsi que les observations météorologiques transmises par les navires qui

parcourent notre zone économique constituent nos seuls efforts systématiques dans ce domaine, avec les travaux de quelques sections et stations océanographiques qui s'intéressent au long terme. Les observations à long terme effectuées à des stations autonomes dans le nord du Pacifique, dans la mer de Beaufort et dans la mer du Labrador, ainsi que les résultats des programmes de recherche mis en œuvre dans ces mêmes régions, mettent en évidence une forte variabilité au cours des dernières décennies. Il faut poursuivre et accroître ces observations afin de déterminer s'il s'agit d'un changement climatique et, dans l'affirmative, de prévoir ses impacts. Nous devons nous doter d'un système national d'observation des océans qui, simultanément, réponde à nos besoins nationaux, respecte nos engagements internationaux et contribue au programme international d'observation des climats océaniques. Le Canada devra aussi mettre en place un système d'observation consacré aux impacts du changement climatique sur la plate-forme continentale et les eaux intérieures.

8. La réaction de nos ressources aquatiques sera un élément critique pour déterminer les coûts environnementaux, économiques et sociaux du changement climatique au Canada. Il est donc important que nos programmes d'observation hydrologique aient la capacité voulue pour contrôler et détecter l'impact du changement climatique sur le cycle hydrologique. La télédétection et la modélisation jouent un rôle de plus en plus important depuis la réduction des programmes de mesure sur le terrain. La télédétection permet d'évaluer, à l'échelle nationale, les eaux de surface, en particulier les lacs et les marais, et d'améliorer la base de données hydrologiques. De la même façon, on peut recourir à la modélisation hydrologique pour évaluer les principales variables hydrologiques en remplacement ou en complément des mesures directes.

9. La cryosphère comprend les nappes glaciaires, les plates-formes de glace, les calottes glaciaires, la glace de mer, la couverture neigeuse saisonnière, la glace des lacs et des rivières, le sol gelé de façon saisonnière et le pergélisol. Elle fait partie intégrante du système climatique mondial, exerçant une influence sur les flux d'énergie et d'humidité en surface, les nuages, les précipitations, l'hydrologie et la circulation atmosphérique et océanique. Il faut donc des données à long terme sur les variables cryosphériques à diverses échelles spatiales et temporelles afin de faciliter la détection des changements climatiques. Le Canada se trouve dans une situation privilégiée pour fournir les données nécessaires sur la cryosphère. En fait, c'est pour lui une obligation internationale. Il faut améliorer l'accès aux ensembles de données canadiennes sur la cryosphère, et en faciliter l'échange. Nous devrons aussi faire des efforts additionnels pour combler les lacunes spatiales et temporelles dans nos bases de données en procédant à l'intégration des données *in situ*, des modèles physiques et de l'information provenant de la télédétection.

10. Il n'y a que fort peu de programmes canadiens d'observation de l'écosystème terrestre qui recueillent massivement des données à long terme d'une qualité suffisante pour suivre le changement climatique et ses effets sur les écosystèmes gérés comme les forêts et les terres agricoles, et en particulier ses effets sur la faune et la flore des écosystèmes non gérés. De plus, aucun réseau de stations terrestres n'enregistre des données climatologiques à long terme parallèlement aux observations sur la végétation terrestre. Nous avons besoin, en particulier, d'observations des zones de transition et des écosystèmes sensibles au climat comme l'étage alpin, la frange sud du pergélisol, les plaines inondables côtières et la bordure des herbages. Les modifications constatées dans la distribution des feux de forêt et la tendance à une augmentation de l'intensité et de l'étendue des feux constituent également des indicateurs utiles du changement climatique. Une observation plus fine de l'occurrence

et de la distribution des feux de forêt permettrait d'établir des corrélations entre les tendances à long terme du climat et les caractéristiques des incendies de forêt. Il serait possible, en tirant pleinement parti des nouvelles technologies de la télédétection et de la modélisation, de concevoir un système de surveillance de l'écosystème terrestre qui réponde avant tout aux besoins nationaux d'observation du climat, au lieu d'être ajouté après coup à des systèmes conçus à d'autres fins.

11. En plus d'exercer une surveillance des impacts sur les écosystèmes, nous devons recueillir de façon systématique des données sur les impacts du climat et du changement climatique sur les systèmes économiques et sociaux et sur la santé humaine. Il faut recueillir des renseignements importants comme les réclamations d'assurance, les rendements agricoles, les niveaux des lacs, les tonnages expédiés, etc., et plus spécialement les impacts des phénomènes météorologiques violents (on pense ici, par exemple, à la tempête de verglas de 1998 dans l'Est du pays), et préserver ces données.

12. La difficulté d'accès aux données climatiques est un thème qui revient constamment dans les commentaires des chercheurs. Il faudrait réviser les politiques de recouvrement des coûts du gouvernement pour s'assurer qu'elles ne limitent pas inutilement l'accès aux données. L'archivage des données climatiques est tellement fragmenté qu'il est difficile de savoir quelles données sont disponibles, sans parler de la façon d'y accéder. On peut connaître l'existence de certaines données, mais sans savoir comment y avoir accès. Une grande quantité de données climatiques ont été recueillies dans le cadre d'autres programmes et ne sont pas étiquetées comme données climatiques. D'autres données sont considérées comme la propriété du chercheur qui les a recueillies et non pas comme celle de la communauté scientifique.

Parvenir à une meilleure compréhension du système climatique.

13. Il faudra accroître la recherche sur le système climatique pour mieux comprendre comment il fonctionne, et donc améliorer notre capacité de le modéliser et de prévoir comment les activités humaines le touchent. Si nous avons besoin de bien connaître les probabilités de variation des conditions moyennes, il est encore plus important de connaître les probabilités de changement dans la variabilité climatique, la fréquence des situations extrêmes et les risques de tempêtes violentes, d'inondations et de sécheresses importantes. Nous sommes aussi exposés à des « surprises » climatiques, comme à une interruption de la circulation thermique des eaux marines dans l'Atlantique Nord (le Gulf Stream), le courant qui réchauffe l'Europe du Nord et qu'il faut étudier davantage.

14. La science du système climatique progresse sur plusieurs fronts. L'un des axes de la recherche est l'analyse du comportement antérieur du climat, reconstitué à partir des observations du système climatique ou d'approximations acceptables. Un autre concerne la mise au point de modèles conceptuels ou simplifiés des processus dynamiques et physiques du système climatique. La dernière étape consiste à se doter de modèles du système climatique mondial, aussi complets que possible, qui rendent compte des principaux processus le plus fidèlement possible et qui représentent bien leur impact sur les résultats. Le Canada a contribué de façon importante à la planification et à la mise en œuvre des programmes internationaux d'étude scientifique du système climatique depuis leur origine, au début des années 1970. Il a, en particulier, apporté une large contribution à la science et à la technologie de la modélisation du système climatique, à partir d'une solide base de contributions antérieures et actuelles au domaine connexe de la modélisation numérique des prévisions météorologiques.

15. Les effets du mélange complexe de GES sur les flux de radiation qui pénètrent dans l'atmosphère terrestre et qui en sortent sont relativement bien compris, mais ceux des aérosols (liquides et particules solides en suspension) ou des gaz à faible durée de vie, comme l'ozone, le sont beaucoup moins. Notre connaissance de l'effet des aérosols sur les propriétés des nuages est actuellement insuffisante pour en évaluer l'amplitude de façon crédible. Les variations de la répartition verticale et horizontale de la vapeur d'eau, en réaction à ces aérosols, sont des mécanismes d'amplification très importants mais complexes du système climatique et sont encore difficiles à prévoir. Ils constituent une source importante d'incertitude. La façon dont réagissent les propriétés des nuages et la couverture nuageuse, les variations de la répartition de la glace de mer et celles de la circulation océanique sont aussi des indicateurs importants du système climatique dont nous n'avons pas une connaissance suffisante. Il faut poursuivre les études dans ces domaines afin de réduire le degré d'incertitude des prévisions des modèles. L'étude des changements climatiques antérieurs montre aussi que les climats régionaux peuvent subir des changements brutaux, ce qui porte à croire qu'il est possible que nous soyons vivement surpris par la façon dont le système planétaire réagira à l'accroissement des émissions de GES.

16. Le Centre canadien de modélisation et d'analyse climatiques[7] a développé toute une série de modèles du climat mondial de plus en plus sophistiqués. Il a récemment terminé la version II d'un modèle de circulation générale océan-atmosphère. Cependant, ce centre a du mal à attirer les scientifiques talentueux dont il a besoin pour intégrer l'ensemble des processus physiques et (de plus en plus) biologiques des systèmes climatiques parce qu'il ne dispose que de ressources limitées. Comme nous l'indiquons ci-dessous, ce groupe reçoit une aide importante des chercheurs universitaires, mais il a besoin d'un personnel professionnel additionnel dans un certain nombre de nouvelles disciplines pour faciliter l'intégration de nouveaux algorithmes et de nouveaux éléments au modèle. Au départ, on avait envisagé d'équiper ce groupe d'un superordinateur. Cela n'a pas été possible, et il continue à partager des installations superinformatiques avec les services de prévisions météorologiques opérationnels. Ce type de modélisation exige un accès permanent à la plus forte capacité de calcul disponible.

17. Le Centre canadien de modélisation et d'analyse climatiques a bénéficié des travaux des autres laboratoires gouvernementaux et des universités, en particulier du Réseau de recherches climatologiques (RRC)[8], un réseau facilitant la collaboration dans le domaine de la recherche qui a été créé en 1994, et qui est largement financé par Environnement Canada. Cet arrangement novateur permet à l'organisme de profiter des talents dont disposent les universités, au lieu de tenter d'acquérir ses propres ressources. Le réseau comporte actuellement neuf nœuds ou grands projets auxquels participent plus d'une douzaine d'universités. La plupart d'entre elles ont réussi à obtenir des fonds additionnels d'autres sources, en particulier du CRSNG. De

---

[7] Le Centre canadien de modélisation et d'analyse climatiques est une entité qui relève d'Environnement Canada. Il est installé sur le campus de l'Université de Victoria depuis 1994 afin de faciliter l'interaction avec les spécialistes de la modélisation des océans. C'est le centre national de modélisation climatique du Canada.

[8] Le Réseau de recherches climatologiques (RRC) est un réseau facilitant la collaboration entre les chercheurs universitaires sur des problèmes touchant à l'amélioration des modèles climatiques. Il est financé grâce à un programme des contributions à la recherche géré par le Canadian Institute for Climate Studies, une société canadienne sans but lucratif implantée dans les locaux de l'Université de Victoria.

cette façon, les détenteurs de bourses de perfectionnement postdoctoral et les étudiants des deuxième et troisième cycles des universités ont pu acquérir des connaissances et se consacrer aux questions climatiques comme cela n'aurait pas été possible autrement. Les recherches réalisées au RRC portent surtout sur des domaines comme la variabilité du climat, la modélisation des océans (dans le monde, océan Arctique et Atlantique Nord), la modélisation des processus de surface, la modélisation des nuages et des aérosols, la modélisation de la glace des lacs et des océans, la modélisation des processus stratosphériques, la modélisation du cycle du carbone et la modélisation des climats régionaux. Toutes ces études sont indispensables pour comprendre et prévoir le changement climatique au Canada. De plus, les résultats de ces recherches permettront d'améliorer l'exactitude de la modélisation mondiale et régionale au Centre canadien de modélisation et d'analyse climatiques.

18. Les activités du RRC ont stimulé les travaux sur la modélisation des océans dans les universités, et certains chercheurs y ont participé. Toutefois, les laboratoires gouvernementaux n'ont pas droit au financement du RRC. Il faut donc trouver d'autres sources de financement pour ce type d'activités dans les grands instituts océanographiques du Canada.

19. Les modèles climatiques doivent, de plus en plus, incorporer des éléments des systèmes biologiques et des systèmes physiques qui ont été traités jusqu'à maintenant. Afin d'analyser complètement le cycle du carbone, il faut disposer d'un modèle biogéochimique des systèmes vivants terrestres et océaniques qui absorbent ce carbone, qui le séquestrent et qui le relâchent sous forme de dioxyde de carbone, de méthane et d'autres GES. Même si la contribution humaine à la production et à la combustion des combustibles fossiles au Canada ne représente qu'un faible pourcentage du total mondial, nos abondantes forêts et terres humides pourraient jouer un rôle important à l'échelle de la planète comme puits de carbone. Comme on l'a indiqué dans les chapitres précédents, le Canada améliorerait considérablement sa position dans les négociations internationales sur la réduction des émissions et sur les puits de carbone s'il connaissait ce potentiel. Pour parvenir à ajouter ces éléments au modèle canadien du climat mondial, nous aurons besoin de beaucoup plus de compétences et de ressources informatiques.

20. La modélisation climatique régionale n'en est qu'à ses débuts, mais c'est à cette échelle que les impacts du changement climatique se feront sentir. Le Canada se trouve dans une situation unique, étant tributaire d'écosystèmes agricoles, forestiers, marins et aquatiques qui peuvent être particulièrement vulnérables au changement climatique. Nous ne pouvons pas nous attendre à ce que les solutions viennent des spécialistes de la modélisation des autres pays. Nous n'avons fait que commencer à les aborder. Le Modèle canadien des climats régionaux a été élaboré à l'Université du Québec à Montréal, à titre de projet du RRC, en utilisant des éléments du modèle du climat mondial du Centre canadien de modélisation et d'analyse climatiques. Il faut développer davantage cette technologie et diffuser les résultats du modèle pour élaborer des scénarios qui alimenteront la recherche sur les impacts et sur l'adaptation.

21. Nous commençons à mieux comprendre la variabilité du climat, en particulier le rôle des oscillations quasi cycliques du système climatique océan-atmosphère, comme dans le cas des phénomènes El Niño et La Niña. Ces cycles ont des répercussions sur tous les climats régionaux du Canada et, bien sûr, des autres pays. Il est pour le moins possible que le système climatique mondial réagisse au forçage exercé par les

GES en prolongeant une phase donnée de ces oscillations. Le climat de demain pourrait, par exemple, se rapprocher des conditions provoquées par El Niño. Notre connaissance de ces questions est encore élémentaire, tout comme les questions d'absorption et de rejet du carbone par les océans en fonction des variations de température, et de leurs effets sur le changement climatique.

Les gaz à effet de serre et les puits

22. En règle générale, nous connaissons assez bien les processus responsables de l'émission directe de GES par la plupart des sources industrielles, comme le CO_2 émis par la combustion des combustibles fossiles, et nous pouvons donc les évaluer avec beaucoup d'exactitude. Cependant, les émissions de GES provenant de processus biologiques, comme le méthane rejeté par le bétail, le fumier, les sites d'enfouissement et les réservoirs hydroélectriques, ou les oxydes nitreux provenant des sols cultivés, varient beaucoup dans l'espace et dans le temps et sont beaucoup moins bien comprises. Si nous voulons que les décideurs appréhendent mieux la façon dont les options de réduction des émissions de GES contribueront à atteindre les objectifs de demain, il faut étudier plus avant les processus concernés et élaborer de nouveaux modèles, ou améliorer ceux qui existent, pour simuler la façon dont ces processus contribueront aux émissions de GES dans diverses conditions. Cela touche particulièrement le Canada, vu l'immensité de son territoire.

23. Une part importante des GES rejetés chaque année dans l'atmosphère par les activités humaines est éliminée par des processus naturels. Dans le cas du méthane, par exemple, les processus chimiques éliminent la plupart des gaz excédentaires rejetés, alors qu'environ 50 % des émissions de dioxyde de carbone d'origine humaine sont détruites par les processus de photosynthèse et d'absorption dans les systèmes océaniques et terrestres. Ces processus sont sensibles au climat et aux autres conditions environnementales et peuvent varier d'une année à l'autre et d'un endroit à l'autre. La connaissance de ces processus d'élimination pourrait progresser, étant donné que la dynamique des variations du système climatique mondial déterminera dans une large mesure la rapidité de l'augmentation des concentrations de GES à la suite des émissions à venir. De plus, le changement climatique peut aussi contribuer à accroître ou à diminuer de façon marquée les sources naturelles des GES. Cet élément présente une importance particulière pour les dioxydes de carbone, puisque leurs émissions naturelles sont beaucoup plus importantes que leurs émissions anthropiques. Si les recherches internationales ont contribué à améliorer notre compréhension d'un grand nombre de ces processus, nous connaissons encore mal la façon dont certaines émissions humaines sont éliminées ni où elles s'accumulent. Les prévisions des impacts des émissions de GES reposent sur des modèles physiques et chimiques qui tentent de simuler la façon dont les cycles naturels des divers GES évolueront avec le réchauffement du climat, les modifications de la circulation océanique et l'accroissement de la fertilisation des plantes par le CO_2. Une grande partie des recherches connexes entreprises pour améliorer ces modèles se font dans les forêts, les terres humides et les océans qui bordent le Canada. Toutefois, il n'y a pas actuellement de programme important pour intégrer toutes ces recherches, réduire les incertitudes dans ces domaines et améliorer les prévisions des impacts des émissions humaines sur ces concentrations. Nous comprenons également mal comment la séquestration du carbone par la végétation et les sols pourrait être accrue au moyen d'une intervention humaine, afin de compenser en partie les émissions anthropiques.

Les scénarios climatiques

24. Les impacts sur le climat dépendent de la vulnérabilité et de la sensibilité du système touché. Les recherches sur les impacts et sur l'adaptation au changement climatique exigent des scénarios décrivant les climats possibles à plusieurs échelles et tenant compte de diverses variables, surtout pour les écosystèmes naturels et les secteurs socio-économiques. Le fait de disposer de renseignements climatologiques plus détaillés (à plus haute résolution) sur le climat actuel et futur faciliterait la tâche des chercheurs. Il faut pousser plus avant les travaux sur les techniques d'interpolation sophistiquées permettant, par exemple, d'intégrer les effets topographiques pour produire des champs climatologiques à haute résolution à partir des données des réseaux de stations d'observation à long terme à faible résolution.

25. Les chercheurs doivent également disposer : i) de jeux de données climatiques actuelles comportant des analyses de fréquence des événements extrêmes; et ii) de reconstitutions paléo-environnementales des climats du passé récent pour guider ou éclairer les discussions sur l'éventail possible des impacts.

26. Parmi les scientifiques qui se consacrent à l'étude des impacts du changement climatique, on trouve des spécialistes d'un grand nombre de disciplines. Ils n'ont pas l'habitude d'utiliser les résultats bruts des modèles de prévision climatique. Ils n'ont pas toujours non plus une bonne connaissance des pièges à éviter quand ils utilisent les scénarios modélisés. Il n'existe pas actuellement d'interfaces pour traduire leurs besoins en spécifications pouvant être comprises des responsables de la modélisation climatique, qui permettraient aux scientifiques qui étudient les impacts d'obtenir des conseils sur l'utilisation prudente de ces informations. Il est évident que les études sur les impacts du changement climatique et l'élaboration des solutions d'adaptation progresseraient plus rapidement avec un tel outil. D'autres pays s'attaquent eux aussi à ce problème.

L'intégration des évaluations et de la modélisation des évaluations

27. Pour élaborer des scénarios climatiques dignes de foi, il faudra disposer d'évaluations crédibles des émissions de GES et des concentrations futures. Jusqu'à maintenant ces scénarios étaient traités indépendamment des modèles climatiques. Comme on le verra ci-dessous, ces évaluations devront devenir des éléments interactifs de « modèles d'évaluation intégrés ».

28. Si les scientifiques, au fil de leurs recherches, parviennent à comprendre les diverses facettes des risques et des effets du changement climatique, ils ont aussi besoin d'outils interactifs pour intégrer ces divers éléments et parvenir à une description complète et simple des phénomènes pour en discuter avec les décideurs. Des centaines d'outils de ce genre sont actuellement en cours d'élaboration dans le milieu international de la recherche, mais le Canada accuse du retard dans ce domaine. Ces outils renferment des modules correspondant aux diverses composantes du système climatique dont il est question dans le présent Rapport sur les options. En ce qui concerne le système climatique, les modules climatiques simplifiés ont l'avantage de ne pas nécessiter de puissance de calcul énorme et de pouvoir être développés beaucoup plus rapidement. Les responsables de la modélisation commencent aussi à concevoir des modèles des répercussions des changements climatiques sur les processus écologiques et sur la façon dont ceux-ci modifient à leur tour les cycles du dioxyde de carbone, du méthane et des oxydes nitreux. Certains pays commencent à établir des liens entre ces modèles climatiques et des modèles économiques auxquels on peut commencer à intégrer les coûts et les avantages humains, économiques et sociaux du changement climatique, de l'adaptation à celui-ci et des mesures d'atténuation. De cette façon, il est possible d'étudier divers scénarios

d'adaptation et d'atténuation couvrant de grandes régions, dans le contexte de leurs réactions au système climatique et, donc, des changements climatiques prévus. Il se fait peu de modélisation intégrée des évaluations au Canada, même s'il y a des embryons de recherche dans ce domaine et que certaines propositions font l'objet de discussions. C'est une lacune importante dans l'élaboration de la politique canadienne d'adaptation et d'atténuation et dans l'argumentation sous-jacente à notre position de négociation.

Résumé

29. Dans les résolutions adoptées par la Conférence des parties à la Convention-cadre sur les changements climatiques, on affirme qu'il faut renverser la tendance à la diminution des observations systématiques du climat à long terme. Les réseaux d'observation sur le terrain doivent respecter les normes internationales en matière de densité et de qualité des observations. Il faut accorder une attention particulière à l'Arctique canadien, où tous les éléments du système d'observation climatique sont loin de répondre aux besoins et, dans certains cas, inexistants. Les organismes qui, jusqu'à maintenant, ont mis en œuvre des programmes à la pièce en utilisant les fonds de recherche ou en les greffant après coup à d'autres programmes, doivent dorénavant considérer que la surveillance du climat est une priorité. C'est particulièrement vrai dans le cas des océans et de la cryosphère. Le Canada est tenu, du fait de ses engagements internationaux et de ses propres besoins, de contribuer au système d'observation océanique mondial et donc de soumettre à une surveillance continue ses eaux côtières et arctiques, suivant les modalités exposées en détail dans le plan national de participation au Système mondial d'observation du climat (SMOC)[9]. Le contrôle des écosystèmes terrestres et de leur réaction au changement climatique est nécessaire dans toutes les régions du pays. Il faut tenir compte des avantages marqués qu'offrent les techniques modernes de plates-formes d'observation automatisées et de communications par satellite, de télédétection et de modélisation numérique, ainsi que d'assimilation de données pour l'intégration des observations *in situ* et à distance. Celles-ci devraient permettre de rendre le système canadien d'observation systématique aussi efficace que possible. La création d'un conseil canadien de l'observation systématique du climat est indispensable pour coordonner les efforts des nombreux organismes œuvrant dans ce domaine. Ce conseil devrait avoir le mandat d'améliorer l'archivage et l'accessibilité des données climatiques.

30. Le Centre canadien de modélisation et d'analyse climatiques, l'entité qui intègre les nouvelles connaissances produites par le Réseau de recherches climatologiques (la manifestation la plus efficace et la plus visible de l'engagement du Canada dans le domaine de la science du système climatique), doit être renforcé et voir son mandat élargi. La capacité de modélisation, en particulier dans le cas des océans, doit être considérablement accrue. Le manque de ressources et d'installations modernes pour réaliser une grande partie des travaux nécessaires dans ce domaine explique la difficulté à conserver nos scientifiques, à embaucher des chercheurs de haut calibre et à former la prochaine génération de spécialistes du système climatique. Il faut mettre à contribution et consolider les forces éprouvées du Canada dans le domaine de la modélisation numérique des systèmes climatiques. Nous devons raffiner les modèles globaux atmosphère-océans, les techniques d'élimination des ajustements de flux et le traitement des processus d'échelle inférieure à la maille dans les éléments atmosphériques et océaniques. Il faut aussi entreprendre des travaux

[9] Voir la section Lectures recommandées.

additionnels considérables dans le domaine de la modélisation des climats régionaux, des nuages et de leurs effets sur les radiations, ainsi que dans celui de la modélisation du cycle du carbone. Les techniques d'assimilation de données, surtout pour les climats océaniques, mais aussi pour les autres composantes du système climatique, peuvent permettre de maximiser l'efficacité du traitement des données climatiques. Les recherches sur les variations de la fréquence des événements extrêmes, qui font appel à la fois aux données antérieures et aux prévisions des modèles climatiques, ne font que commencer. Il faut les mettre en corrélation avec les travaux sur la vulnérabilité des systèmes naturels et humains, afin de calculer les risques potentiels. Le risque de surprises climatiques, par suite de changements de régime du système climatique provoqués par le dépassement de certains seuils critiques, constitue une menace importante qu'il faut préciser. Le Canada a participé aux programmes internationaux de science du système climatique à un degré proportionné à sa situation économique et à son importance géographique. Il en a retiré des avantages considérables, à la fois en améliorant sa connaissance de son propre climat et des changements auxquels il peut s'attendre, et en rehaussant sa crédibilité dans les négociations internationales.

31. Il faudrait constituer un groupe chargé de la production et de la diffusion de scénarios climatiques, qui servirait d'interface entre les milieux de la modélisation climatique et ceux de l'étude des impacts. Des scénarios reposant sur l'extrapolation de données antérieures et de prévisions amélioreraient le processus d'élaboration des politiques sur le changement climatique au Canada.

32. Le Canada doit commencer à construire des modèles intégrés du climat, de l'écologie et de l'économie humaine, tenant compte des interactions non linéaires et des rétroactions entre toutes les composantes du système climatique.

Lectures recommandées

The Case for Canadian Contributions to the Global Climate Observing System (GCOS), rapport au Conseil du programme climatologique canadien et au Conseil du programme canadien des changements à l'échelle du globe, 5 mai 1995.

Report on the Adequacy of the Global Climate Observing Systems, Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, 2 au 13 novembre 1998, Buenos Aires, Argentine.

Draft Plan for Canadian Participation in the Global Climate Observing System (GCOS), rapport final dans le cadre du contrat KM040-8-6683, préparé pour la Direction de la recherche climatologique du Service de l'environnement atmosphérique, 4905, rue Dufferin, Downsview (ON), Canada, M3H 5T4 par le Canadian Institute for Climate Studies, 130, Saunders Annex, University of Victoria, C.P. succ. CSC, Victoria (C.-B.), Canada, V8W 2Y2.

Climate Scenarios for the Canadian Effets Community in Identifying the Needs, rapport sur un atelier organisé les 27 et 28 mai 1999 à Sainte-Adèle (Québec), préparé à l'intention du Groupe de recherche sur l'adaptation et les répercussions, Service de l'environnement atmosphérique, 4905, rue Dufferin, Downsview, (ON), M3H 5T4 par Climate Research and Consultancy, 2256, rue King, Regina (Saskatchewan), S4T 4H1.

Chapitre 6 - Prendre des décisions éclairées

Le contexte

1. Tous les Canadiens seront confrontés à des décisions complexes et difficiles, qui les laisseront perplexes quand ils s'interrogeront sur les politiques et les mesures d'atténuation et quand les stratégies d'adaptation prendront forme. Nous avons montré que ces décisions doivent se prendre à partir de connaissances scientifiques solides. Nous croyons qu'il est essentiel que les Canadiens comprennent la science, réalisent ce que nous savons et ce qui est incertain. Nous croyons que c'est aussi un domaine dans lequel les risques de confusion sont très importants, étant donné les dédoublements éventuels et les conflits entre les stratégies que chaque secteur de la société voudrait mettre en œuvre pour aller de l'avant, aussi bien en ce qui concerne l'atténuation que l'adaptation.

2. Il est essentiel, pour optimiser l'analyse des décisions et écarter les risques de confusion, que le gouvernement fédéral s'assure que tous les Canadiens disposent de renseignements clairs, cohérents, objectifs et judicieux pour prendre leurs décisions. De plus, nous sommes d'avis que cette information doit être présentée aux Canadiens de façon intelligible.

3. Comme il est indispensable de disposer d'un programme d'éducation et de sensibilisation du public (ESP) bien conçu sur la politique publique et sur les mesures de lutte contre le changement climatique, nous joignons au présent document des recommandations sur la conception d'un tel programme.

4. Nous reconnaissons l'importance de s'assurer que la politique du changement climatique envisagée par le gouvernement fédéral s'appuie sur les meilleurs conseils scientifiques disponibles. C'est pourquoi nous formulons des recommandations précises en ce sens.

Les principes

5. Les programmes d'information du public dans les domaines de la science du système climatique, des impacts et de l'adaptation doivent respecter un certain nombre de grands principes.

Besoin d'une vision à long terme

6. Le monde découvre le changement climatique. Les Canadiens apprendront de plus en plus de choses au fur et à mesure que progresseront la science et l'expérience. Il faut donc investir à long terme dans l'ESP. Les programmes d'ESP que le Canada mettra sur pied en matière de science, d'impact et d'adaptation devront reposer sur ce principe et laisser un legs en permanence.

7. Au fur et à mesure que la science nous permettra de mieux comprendre le fonctionnement du système climatique, le Canada devra raffiner ses mesures de réduction des émissions de GES et d'adaptation au changement climatique, en intégrant les nouvelles données. Cela imposera probablement des changements additionnels au mode de vie des Canadiens. Les solutions et les stratégies d'adaptation évolueront au rythme du progrès des connaissances sur les impacts du changement climatique. En jetant des bases solides dès maintenant, il sera plus facile par la suite de présenter de nouvelles données scientifiques afin d'inciter les Canadiens à mettre en œuvre les changements nécessaires.

8. Comme le changement climatique est un problème à long terme, il est également nécessaire de planifier des révisions régulières de tout programme d'ESP et de mesurer périodiquement la compréhension que les Canadiens ont du changement climatique et leur attitude face à ce problème.

Plus qu'une politique de réduction des émissions de GES

9. Une grande partie des efforts actuels pour conseiller le gouvernement en matière de changement climatique ont porté, à juste titre, sur l'épineux problème de la réduction planétaire des émissions de GES. Il faudrait inciter les Canadiens à prendre connaissance des effets éventuels du changement climatique, qu'ils soient favorables ou défavorables. Les impacts et les mesures d'adaptation doivent être abordés de façon prioritaire dans les politiques et les programmes d'éducation et de sensibilisation du public. Les Canadiens devraient réaliser que la réduction des émissions de GES est un objectif vital, mais pas le seul.

Les avantages environnementaux de l'action

10. Les Canadiens seront invités à prendre des mesures pour contribuer à atténuer les risques d'effets négatifs du changement climatique. Un grand nombre de mesures auront des effets positifs sur l'air que nous respirons tous et sur l'environnement. En fait, ces avantages concomitants pourraient être des arguments plus convaincants. Il y a des domaines dans lesquels les changements que nous constatons aujourd'hui sont conformes à ceux que nous prévoyons (comme nous le précisons au chapitre 2). Les mesures que nous prendrons à cet égard aujourd'hui nous seront profitables demain. Il faut indiquer ces avantages aux Canadiens dans les programmes gouvernementaux d'éducation et de sensibilisation du public.

L'incertitude et le risque

11. Les travaux scientifiques nous ont montré que l'homme exerce une influence sur le climat terrestre. Ces travaux ne peuvent toutefois pas nous donner le détail des impacts du changement climatique, en précisant où et quand ils se manifesteront de façon perceptible, et cela devrait suffire à retenir l'attention et à convaincre tous les intervenants de participer à la résolution du problème. L'incertitude qui règne sur la science du système climatique et sur les impacts du changement climatique est à l'origine du malaise que ressentent de nombreuses personnes qui ne saisissent pas bien la nature exacte du problème. Les programmes d'éducation et de sensibilisation du public devraient tenir compte de ce facteur.

Réduire le plus possible les dédoublements et la confusion dans la diffusion des messages

12. Le public reçoit de plus en plus d'information sur le changement climatique. Il y a toutefois un risque de « surinformation » si le public est noyé sous une masse de messages d'origines diverses, y compris ceux provenant des milieux scientifiques et mettant en évidence les incertitudes. Cela ne ferait que créer de la confusion. Il est donc important de veiller à ce que tout programme de sensibilisation du public soit conçu pour éviter ce type de cacophonie. Les messages doivent être simples, clairs et complémentaires.

1. Les différences régionales

2. Toute activité d'éducation et de sensibilisation du public, en particulier dans le domaine des impacts et de l'adaptation, doit reconnaître qu'il y a et qu'il y aura des différences régionales importantes dans la façon dont le changement climatique touchera les Canadiens. Le Canada est un grand pays aux nombreux climats. La science comme

l'expérience nous montrent que les impacts seront différents. Il est donc important que la politique fédérale tienne compte de ces spécificités.

La crédibilité

14. Lors de « Opportunities for Action », un forum sur la sensibilisation du public au changement climatique organisé à Toronto en juin 1998, les participants sont venus à la conclusion que les messages concernant le changement climatique passent mieux s'ils sont livrés par des personnes qui n'ont aucun intérêt particulier dans ce domaine.

15. Le Forum national sur le changement climatique parrainé par la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie a insisté sur ce besoin de crédibilité.

16. De plus, des secteurs et des groupes d'intérêt particuliers auront tendance à trouver l'opinion des leaders de leurs collectivités plus crédible que celle des personnes de l'extérieur. Il est donc important de reconnaître la valeur des sources crédibles, qui donneront plus de poids aux messages.

Le rôle important des médias

17. Le public et la plupart des décideurs continueront à recevoir des médias leur information sur les derniers développements. Or, les médias ont souvent un penchant pour la controverse ou sont mal informés dans le domaine scientifique. Les politiques d'éducation et de sensibilisation du public sur le changement climatique doivent accorder une attention particulière aux besoins des médias, en leur fournissant des informations équilibrées, à jour, compréhensibles et crédibles.

Adapter les messages et les mécanismes de diffusion aux divers publics

18. En règle générale, les programmes de communication organisent leurs thèmes, leurs message et leurs approches de diffusion en fonction du contexte et du public visé. Étant donné la complexité, l'ampleur, l'incertitude et l'échelle temporelle du problème du changement climatique, il importe d'organiser soigneusement des programmes d'éducation et de sensibilisation du public à long terme en ayant à l'esprit des publics précis. Les communications doivent être parfaitement adaptées à leur destinataire, en particulier aux décideurs des divers ordres de gouvernement.

Approche interpersonnelle avec les leaders, les décideurs et les responsables des politiques

19. La science du changement climatique est complexe et relativement nouvelle pour de nombreux leaders et décideurs de la société canadienne. S'il est impossible d'envisager une approche interpersonnelle et interactive avec chaque citoyen canadien, c'est le meilleur moyen dont disposent les experts pour communiquer avec les leaders, les décideurs et les responsables des politiques et leur faire connaître les progrès qu'ils ont réalisés et les incertitudes qui subsistent dans ce domaine complexe.

Les objectifs

20. Voici les objectifs généraux proposés pour un programme de communications sur les sciences, les impacts et l'adaptation :
    - expliquer l'effet de serre dans une langue simple, en utilisant des images explicites;
    - établir le lien entre les GES, le changement climatique, le comportement humain et l'adaptation;
    - favoriser la compréhension de la science du changement climatique et corriger les renseignements erronés;

- montrer que les compétences canadiennes sont une source importante de renseignements scientifiques crédibles sur le changement climatique;
- chercher à faire approuver l'approche scientifique par des tierces parties et faire intervenir des intermédiaires importants dans des activités de communication contribuant au même objectif;
- communiquer l'information concernant les impacts éventuels du changement climatique sur la santé des personnes et de leurs enfants;
- préciser que nous pouvons élaborer des solutions d'adaptation pour faire face à ces impacts; et
- expliquer que les Canadiens découvriront aussi des aspects favorables du changement climatique.

Diffuser les connaissances scientifiques

21. Quand on s'adresse à un large public, la difficulté de la diffusion des connaissances scientifiques tient à la simplification des concepts et de la langue utilisée. Pour atteindre les objectifs décrits ci-dessus, il faut transmettre des messages courts, dans une langue simple, véhiculant les thèmes suivants.
    - Les Canadiens ne savent pas avec certitude ce que recouvre le concept de changement climatique. Il faut cependant qu'ils apprennent ce qu'il est (un processus naturel à long terme sensible aux actions des gens) et ce qu'il n'est pas (l'amincissement de la couche d'ozone et El Niño, par exemple). Les enquêtes révèlent que les gens ont des opinions très diverses et souvent erronées sur le changement climatique, et que c'est une notion qu'ils ont du mal à saisir, tout comme ses causes et ses effets.
    - Certains affirment aux Canadiens que la théorie du réchauffement planétaire n'est pas prouvée. Ils doivent savoir que nul ne conteste les bases de la science du système climatique; seulement, on s'interroge sur l'étendue, le rythme et les impacts régionaux du changement climatique. Voilà précisément pourquoi il importe de mettre en place un programme énergique d'éducation et de sensibilisation du public qui cerne bien les incertitudes, qui fasse état des progrès de la science dans ce domaine et qui précise les mesures qu'il est prudent de prendre malgré les incertitudes.

Amener les Canadiens à réagir

22. En règle générale, les gens ne sont disposés à envisager de modifier leurs comportements ou leurs actions que s'ils comprennent clairement pourquoi. Il faut planifier et concevoir ces changements de façon proactive. Cette planification peut sensiblement réduire les coûts et faire prendre conscience des avantages. Les Canadiens le réaliseront. Nous proposons d'axer le programme d'éducation et de sensibilisation du public sur les thèmes suivants, afin d'inciter les Canadiens à prendre des mesures, en complément des mesures d'atténuation déjà proposées par la Table de l'éducation et de la sensibilisation du public.
    - Les Canadiens doivent savoir que, surtout à long terme, ils se ressentiront des impacts du changement climatique qui se produisent non seulement au Canada, mais aussi partout dans le monde. Ils devront s'adapter aux deux.
    - Les Canadiens doivent savoir ce qu'on entend par adaptation et ce que cela signifie pour chacun d'eux. La définition de l'adaptation pourrait comprendre une explication des différences entre l'adaptation autonome et l'adaptation qui se produit sous l'effet des politiques et décisions adoptées.
    - Les Canadiens doivent comprendre que nous ne pouvons pas continuer à nous ajuster de façon ponctuelle et autonome au changement climatique. Il

faut une planification et une conception proactives qui permettront de réduire sensiblement les coûts et de retirer d'autres avantages.

- Les Canadiens doivent connaître l'état actuel du climat et savoir comment il les affecte; il faut leur montrer qu'il y va de leur intérêt de commencer à s'adapter dès maintenant, aux changements à venir, au lieu d'attendre qu'ils se soient produits.

23. Pour que les Canadiens comprennent ce qu'il faut faire, le volet adaptation du Programme d'éducation et de sensibilisation du public devrait comprendre des messages contribuant à améliorer la durabilité des systèmes socio-économiques et des écosystèmes. Il est possible d'atteindre cet objectif en décrivant les impacts du changement climatique et en soulignant la nécessité de s'y adapter afin de limiter le plus possible leurs effets néfastes et de profiter de toutes les possibilités qu'ils présenteront.

24. Comme il faudra envisager différentes mesures d'adaptation dans divers milieux sociaux et industriels importants, il faudrait fournir aux leaders de ces collectivités des moyens d'information leur permettant d'élaborer leurs propres programmes de sensibilisation et de leadership.

Les messages recommandés

25. Nous recommandons que les messages fondamentaux suivants à l'appui de la politique publique et des mesures de lutte contre le changement climatique soient intégrés aux politiques et aux programmes que formulera le gouvernement en matière d'éducation et de sensibilisation du public.
    - Les êtres humains modifient le climat de la Terre.
    - Les réductions d'émissions faites aujourd'hui ralentiront le rythme du changement.
    - Les réductions d'émissions permettront de réduire le smog qui nuit à la santé, de même que la contamination par les pluies acides et le mercure.
    - Les réductions d'émissions, même si elles sont essentielles, arriveront trop tard pour éliminer la totalité du changement climatique et de ses impacts.
    - Le changement climatique va au-delà d'un léger réchauffement. On enregistrera, partout au Canada, des variations météorologiques.
    - Il est probable qu'on assistera à un plus grand nombre d'événements climatiques violents.
    - Les surprises climatiques sont une possibilité réelle.
    - L'amélioration des prévisions en matière de changement climatique, grâce à l'observation et à la recherche, est un élément de réponse essentiel.
    - Les changements climatiques prévus auront des effets sur le Canada et sur les Canadiens.
    - Les changements qui se produiront au Canada dans la nature des anomalies météorologiques et climatiques pourraient être plus lourds de conséquences pour le Canada et les Canadiens que les changements qui surviendront dans le climat moyen.
    - Les impacts et la capacité à s'adapter varieront selon les régions du Canada.
    - Le changement climatique pourrait avoir des effets indirects, en particulier sur la santé humaine, et exacerber les problèmes dans des activités qui ne sont pas normalement associées au climat, comme la prestation des services de santé.

- Il est probable que la diminution de la disponibilité et de la qualité de l'eau sera une conséquence importante du changement climatique que constateront les Canadiens dans de nombreuses régions.
- Le fait de s'adapter dès maintenant aux changements détectés nous aidera à limiter les effets néfastes des changements à venir et nous permettra de nous préparer à tirer profit de toute possibilité qui se présentera.

Les publics

26. Nous avons cerné cinq catégories de destinataires des messages de sensibilisation.
    - *Les groupes déjà touchés et les groupes d'intérêts* qui, en règle générale, sont fortement sensibilisés au problème du changement climatique et qui ont des perceptions précises de ce que le changement climatique et les mesures destinées à réduire les émissions signifieront pour eux. Dans ce groupe, il faudra viser tout particulièrement les décideurs du secteur public et du secteur privé, à tous les niveaux, à cause de l'importance de leurs décisions. Ce groupe, en étant bien informé, influencera le public de la catégorie suivante.
    - *Les responsables des politiques dans tous les ordres de gouvernement, mais plus particulièrement au niveau municipal.* À mesure que le Canada formulera ses politiques à long terme concernant l'étude du changement climatique et les mesures à prendre dans ce domaine, il est essentiel de s'assurer que les résultats des recherches pertinentes soient communiqués aux gens responsables de l'élaboration des politiques.
    - *Le grand public* qui, en général, est beaucoup moins bien informé du problème du changement climatique. La science et l'adaptation ont un rôle déterminant à jouer dans la sensibilisation du grand public. Avant de pouvoir convaincre les Canadiens, collectivement et individuellement, de modifier leurs comportements pour réduire les émissions, il faut qu'ils comprennent la gravité du problème, savoir que celui-ci est bien réel et qu'ils vont subir des changements auxquels ils devront s'adapter.
    - *Les autres groupes participant à la sensibilisation et à l'éducation,* comme la Table de l'éducation et de la sensibilisation du public et les groupes en dehors du processus des tables de concertation, comme les professionnels de la santé, qui participent déjà à des projets de sensibilisation. Les membres de ces groupes devraient être en mesure de reprendre les messages qui leur sont adressés au sujet de la science du système climatique et de l'adaptation pour amplifier l'effet de leurs propres messages sur l'atténuation du changement climatique.
    - *Les groupes de l'industrie, les rédacteurs scientifiques, les journalistes et les commentateurs des médias,* qui devraient recevoir des informations claires sur la science du système climatique et sur les effets du changement climatique, car ils peuvent exercer une grande influence sur la promotion des mesures immédiates que doivent prendre les gens pour s'adapter.

27. Il faudrait réaliser une analyse plus approfondie des publics qui composent chaque groupe et des moyens les plus efficaces pour diffuser les messages auprès de chacun de ces publics.

Les mécanismes de diffusion proposés

28. Voici les moyens proposés pour la diffusion des messages.
    - Séances d'information et discussions informelles avec les leaders de l'industrie, du gouvernement et des médias animées par des scientifiques éminents. Cette approche a produit des résultats très heureux aux États-Unis.

- L'organisation d'une conférence annuelle permettant aux responsables des politiques d'entrer en contact avec les scientifiques du domaine et de prendre connaissance des résultats pertinents des recherches.
- Un programme continu de préparation de matériel éducatif à incorporer au contenu des cours des écoles.
- Des ateliers, de l'information et des documents de référence destinés aux rédacteurs scientifiques, aux journalistes et aux commentateurs de la télévision.
- Une série de communiqués de presse annonçant les nouveaux développements et faisant écho à des articles écrits au Canada et ailleurs, pour leur donner une saveur canadienne.
- Des communiqués de presse et des blitz médiatiques lancés par des spécialistes sans parti pris, avant et après toute activité internationale importante.
- Des séries de monographies traitant de sujets relevant de la science du système climatique, chacune destinée à un secteur particulier de l'industrie ou de la société.
- Des séries de conférences publiques données par des scientifiques réputés du système climatique, des impacts et de l'adaptation.
- Des articles à l'intention de la presse générale et des publications commerciales sur la science du système climatique et sur l'adaptation au changement climatique.
- Des séminaires à l'intention de l'industrie à l'occasion des salons commerciaux.
- Des documents d'information destinés à la presse, pendant et après des catastrophes naturelles.
- Une incitation à l'établissement de partenariats de sensibilisation entre le milieu scientifique et les organismes représentant divers secteurs de la société.

29. Étant donné l'importance de la télévision pour diffuser un message dans le grand public, il faudrait envisager de réaliser des émissions spéciales largement publicisées ou des séries d'émissions spéciales inspirées, par exemple, des essais automobiles très populaires qui étaient diffusés il y a quelques années sur une chaîne de télévision privée, commandités par l'industrie de l'assurance. Des émissions de ce genre permettent de rejoindre un très large public et de diffuser des messages provenant directement des scientifiques. On peut aussi en tirer des vidéos que l'on distribue aux écoles.

Résumé

30. Les principes, les objectifs, les thèmes, les messages et les recommandations apparaissant dans ce chapitre contribueront à la compréhension et à la sensibilisation dont les Canadiens ont besoin pour réagir au changement climatique.

31. Les Canadiens devront montrer une volonté d'agir et s'engager à modifier leur mode de vie afin de réduire les émissions de GES. Il leur faudra pour cela se convaincre de la réalité du changement climatique et de ses conséquences. Les Canadiens doivent également réaliser qu'il leur faudra apprendre comment s'adapter à certains changements climatiques prévisibles pour protéger leur bien-être, peu importe dans quelle mesure l'humanité parviendra à réduire les émissions de GES. Il est essentiel, pour atteindre ces deux objectifs, de bien diffuser les connaissances scientifiques.

32. Nous croyons, de plus, qu'il est particulièrement important, alors que le Canada envisage de se doter d'une large gamme de politiques en matière d'atténuation et

d'adaptation, de s'assurer que les décideurs des plus hautes instances aient en permanence une bonne compréhension de l'état des connaissances scientifiques qui influent sur ces politiques.

33. Nous formulons donc les deux recommandations qui suivent afin que tous les Canadiens soient en mesure de prendre les bonnes décisions, à partir de données scientifiques fiables.

Recommandation 1

34. Le gouvernement fédéral devrait mettre en place un programme d'éducation et de sensibilisation du public qui repose sur des données scientifiques et qui soit expressément conçu en fonction des principes mentionnés au début de ce chapitre.

35. Au chapitre du financement d'un tel programme, nous formulons deux propositions, selon l'ampleur des ressources consenties :

Solution 1 : Programme de base

36. Cette option vise à maximiser le recours à des communicateurs ou à des partenaires importants pour mettre en œuvre les programmes d'éducation et de sensibilisation du public, et fournir à ces communicateurs l'information dont ils ont besoin.
    - Séances d'information et discussions informelles avec les leaders de l'industrie, du gouvernement et des médias, tenues par des scientifiques éminents. Cette approche a été utilisée avec de bons résultats aux États-Unis.
    - L'organisation d'une conférence annuelle permettant aux responsables des politiques d'entrer en relation avec les scientifiques du domaine et de prendre connaissance des résultats pertinents des recherches.
    - Des ateliers, de l'information et des documents de référence destinés aux rédacteurs scientifiques, aux journalistes et aux commentateurs de la télévision.
    - Une incitation à l'établissement de partenariats de sensibilisation entre le milieu scientifique et des organismes représentant divers secteurs de la société.

37. Coût estimé : 300 000 $ à 500 000 $ par année.

Solution 2 : Programme complet

38. Cette option comprend les activités mentionnées ci-dessus, auxquelles s'ajoutent d'autres mesures destinées à élargir la communication directe avec le public et l'industrie :

    - Un programme continu de préparation de matériel éducatif à incorporer aux programmes d'études.
    - Une série de communiqués de presse annonçant les nouveaux développements et faisant écho à des articles écrits au Canada et ailleurs, pour leur donner un contenu canadien et une saveur canadienne.
    - Des communiqués de presse et des blitz médiatiques lancés par des spécialistes sans parti pris avant et après toute activité internationale importante.
    - Des séries de monographies traitant de sujets relevant de la science du système climatique, chacune destinée à un secteur particulier de l'industrie ou de la société.

- Des séries de conférences publiques données par des scientifiques de renom qui étudient le système climatique, les impacts du changement et l'adaptation au changement.
- Des articles à l'intention de la presse générale et des publications commerciales sur la science du système climatique et sur l'adaptation au changement climatique.
- Des séminaires à l'intention de l'industrie à l'occasion des salons commerciaux.
- Des documents d'information destinés à la presse, pendant et après des catastrophes naturelles.
- Une incitation à l'établissement de partenariats de sensibilisation entre le milieu scientifique et les organismes représentant divers secteurs de la société.
- Une émission de télévision spéciale ou une série d'émissions spéciales.

39. Coût estimé : 2 à 3 millions de dollars par an, selon la portée du programme et selon les partenaires ou les parrains disponibles. Afin de développer davantage les émissions de télévision et le reste du matériel, et de concevoir un programme plus solide pour les secteurs ciblés, le financement devra dépasser ce niveau.

40. Nous estimons qu'il est important que les gouvernements envisagent de parrainer un tel programme, mais que la mise en œuvre de ce programme doit relever d'un ou de deux groupes indépendants du gouvernement. Ces groupes seraient en mesure de fournir des données scientifiques objectives et formulées en termes compréhensibles, de constituer les partenariats nécessaires et de se doter des mécanismes voulus pour leur mise en œuvre.

41. La conception détaillée d'un tel programme déborde le cadre du présent rapport. Toutefois, à l'instar du Conseil du Programme climatologique canadien, la Table des sciences est bien placée pour aider le gouvernement à concevoir un programme et elle lui offre son aide.

Recommandation 2

42. Les gouvernements devraient envisager des mesures précises pour s'assurer que le milieu des décideurs est et reste bien informé de l'état des connaissances scientifiques sur le système climatique. Pour y parvenir, nous soumettons à leur attention les recommandations suivantes.

43. Il faudrait s'efforcer de s'assurer que les décideurs aient directement accès à des connaissances scientifiques fiables et, dans le cas des problèmes dont la solution dépend de recherches scientifiques qui n'en sont qu'à leur début, qu'ils aient accès à des scientifiques qui cherchent activement les réponses. La façon de procéder la plus efficace est de permettre aux principaux responsables de la politique publique de rencontrer les leaders du monde scientifique, en organisant toute une série de tables rondes et d'autres forums de discussion qui offriront la possibilité d'étudier de façon interactive les principaux éléments de la science et les incertitudes entourant l'élaboration des politiques publiques touchant au changement climatique.

44. Il faudrait tenir régulièrement une séance d'information sur l'état de la science du climat à l'intention des parlementaires. Il faudrait aussi produire un résumé des questions scientifiques, en mettant l'accent sur le Canada et en synchronisme avec les rapports diffusés à l'échelle internationale par le GIEC.

45. Il faudrait envisager de recourir au Conseil du Programme climatologique canadien, un organe consultatif qui a accumulé beaucoup d'expérience, et de le consulter continuellement sur toute option stratégique envisagée.

Lectures recommandées

Même s'il est possible de se procurer auprès de la Table de l'éducation et de la sensibilisation du public des documents de référence à jour sur cette question, nous recommandons aux lecteurs intéressés de consulter les documents suivants :

« Une occasion de passer à l'action », Forum sur la sensibilisation du public aux changements climatique, 15 juin 1998, Toronto, Environnement Canada, 1998.

Canadians and Climate Change - Analysis of Public Opinion Research, résumé préparé par Environnement Canada et Ressources naturelles Canada, Environnement Canada, avril 1999.

Chapitre 7- Conclusions et recommandations

1. Le changement climatique est une réalité avec laquelle nous devrons composer dans un avenir prévisible. Nous savons qu'il y aura des impacts, mais nous ne pouvons pas encore dire avec exactitude de quelle nature ils seront, ni quand ils se manifesteront de façon sensible, ni où ils seront perçus avec le plus d'acuité. Malgré cela, la menace est réelle. C'est un problème qui va toucher les générations à venir et qui se manifestera dans tous les aspects de notre société et dans toutes les régions de notre pays. Nous devons dès maintenant mettre en œuvre un programme qui contribuera à réduire les incertitudes, afin de pouvoir informer et protéger nos citoyens, tout comme les écosystèmes et les économies dont ils dépendent. Cet investissement s'impose si nous voulons faire des choix judicieux face au changement climatique. Nous devons concentrer nos efforts sur l'étude du système climatique, de ses impacts et de l'adaptation au changement. Les recherches scientifiques nous aideront à comprendre ce qu'il advient de notre climat et comment il fonctionne. Nous serons alors en mesure de prévoir les changements climatiques et les impacts qui en découleront. En travaillant à réduire les incertitudes d'aujourd'hui, nous acquerront les connaissances qui nous permettront de mieux guider les Canadiens pour leur permettre de choisir à quel rythme et dans quelle mesure ils réduiront leurs émissions de GES et d'établir les stratégies voulues pour s'adapter aux impacts inévitables.

2. Le présent Rapport sur les options, préparé par le Conseil du Programme climatologique canadien et par ses deux comités consultatifs, aborde des questions touchant la science du système climatique, les impacts du changement climatique et les mesures d'adaptation. Il constitue la contribution à la Stratégie nationale de mise en œuvre (changement climatique). Des chapitres précédents se dégagent de nombreux points importants qui ont servi de base à la formulation des recommandations :

a. Impacts : les sujets de préoccupation

- Les changements et les impacts constatés à ce jour dans le système climatique ont attiré l'attention du gouvernement sur le problème du changement climatique.
- La réduction des émissions de GES ralentira la vitesse du changement climatique, et le respect des engagements pris dans le cadre du Protocole de Kyoto constitue une première étape importante.
- L'adaptation n'est pas une stratégie de remplacement, mais plutôt une solution complémentaire de la réduction des émissions. Nous devons commencer dès maintenant à nous adapter aux impacts inévitables.
- Notre réaction au changement climatique doit reposer sur la gestion du risque.
- Le Canada a pris des engagements internationaux importants dans le domaine de la science du système climatique, des impacts du changement climatique et de l'adaptation.

b. La science au service de la réduction des émissions de GES

- La science doit contribuer aux négociations et à la mise en œuvre des mesures de réduction des émissions dans deux domaines essentiels :
- La façon dont le carbone est séquestré dans les écosystèmes du Canada. Nous n'avons pas encore les mécanismes de coordination ni les ressources nécessaires pour déterminer le potentiel de ces processus, ni la façon dont ils peuvent atténuer les impacts de l'activité humaine dans le contexte du changement climatique.

- Les implications du changement climatique pour les mesures d'atténuation envisagées, étant donné que nombre de ces mesures sont elles-mêmes sensibles aux variations du climat (p. ex., demande d'énergie hydroélectrique, éolienne, solaire, biomassique). Actuellement, ces impacts sont mal connus.

c. Impacts et adaptation – Élaborer une stratégie dynamique

- L'adaptation sert de complément, et non de succédané, aux mesures d'atténuation.
- Nous devons commencer à nous adapter maintenant, car nous subirons des impacts, même en atteignant les objectifs de réduction des émissions du Protocole de Kyoto.
- Il faut évaluer la gamme des impacts secteur par secteur et région par région, et nous sommes loin de disposer des moyens financiers pour le faire.
- Les impacts seront perçus localement, et c'est à cette échelle-là qu'il faut élaborer et mettre en œuvre les solutions d'adaptation. C'est pourquoi le fait d'accorder immédiatement la priorité aux municipalités donnera les résultats les plus immédiats et les plus intéressants.
- Nous en savons assez sur l'évolution du changement climatique et sur ses effets éventuels pour mettre en place un programme de recherche ciblé.
- Nous devons préciser les domaines dans lesquels les décisions d'adaptation prises maintenant auront des implications à long terme.
- Dans certains cas, il est justifié de prendre des mesures d'adaptation dès maintenant.

d. La science du système climatique – Un investissement nécessaire

- La science du système climatique est un élément important des négociations actuelles et à venir.
- Il faut accroître les observations systématiques pour :
- respecter nos engagements internationaux;
- comprendre le changement climatique en Arctique et dans les océans; et
- élaborer de nouvelles techniques et de nouvelles technologies rentables.
- La modélisation des changements climatiques à l'échelle régionale, y compris en ce qui concerne les océans, est un domaine important dans lequel nous n'avons pas les compétences voulues; pourtant, les chercheurs qui travaillent à l'étude des impacts et de l'adaptation ont absolument besoin des résultats de ces modèles.
- Les nuages et leurs effets sur le forçage radiatif comptent parmi les phénomènes les plus mal représentés dans les modèles.
- Le réseau universitaire (RRC) est très bien placé pour combler les lacunes de la modélisation et pour nous doter de la capacité scientifique voulue.
- Un organisme doit élaborer et fournir des scénarios climatiques sous forme conviviale.
- Les recherches sur le système climatique doivent viser particulièrement à :
- comprendre le comportement des sources et des puits, ce qui est de la plus haute importance, surtout pour les négociations internationales; et
- dissiper les grandes incertitudes qui subsistent en ce qui concerne le rôle de la glace de mer, des nuages et des aérosols, et la façon dont ils sont représentés dans les modèles climatiques.

e. Prendre des décisions éclairées

- Les Canadiens seront prêts à réduire les émissions de GES s'ils sont convaincus de la réalité du changement climatique et de ses conséquences. Il

est essentiel, pour y parvenir, de bien les informer de l'état des connaissances scientifiques et des résultats de la recherche.

- Les Canadiens doivent réaliser qu'ils devront apprendre à s'adapter à certains changements climatiques, peu importe l'ampleur de la réduction des émissions de GES.
- Il faut disposer d'un programme d'éducation et de sensibilisation du public dont les objectifs seront :
- d'expliquer l'effet de serre;
- de faire le lien entre les GES, le changement climatique, le comportement des humains et l'adaptation;
- de faciliter la compréhension de ces questions, de rétablir les faits et de répondre aux critiques;
- de faire la preuve que l'expertise canadienne constitue une source importante de données scientifiques crédibles; et
- de faire approuver par des tiers l'approche scientifique retenue et de faire participer des intervenants clés.

- Il est également très important de voir à ce que les plus hautes instances décisionnelles soient tenues en permanence informées de l'état des connaissances scientifiques qui influent sur les politiques d'atténuation et d'adaptation aux conséquences profondes et étendues que le Canada envisage d'adopter.

3. Plusieurs questions ou thèmes communs importants se dégagent du résumé ci-dessus. Ils ont servi de base à l'élaboration des recommandations apparaissant dans ce chapitre. Ces recommandations visent à :

- augmenter considérablement les capacités scientifiques du Canada, à la grandeur du pays, pour comprendre et prévoir le changement climatique, et entrevoir les impacts qu'il aura sur les Canadiens et sur leurs systèmes socio-économiques et environnementaux;

- préparer les Canadiens de façon qu'ils soient moins exposés aux risques du changement climatique, en mettant en place des mesures d'adaptation qui limitent le plus possible les coûts économiques et sociaux, maintiennent leur bien-être et protègent les écosystèmes vulnérables;

- fournir de l'information aux Canadiens et aux décideurs, pour leur permettre de faire des choix judicieux au sujet des réductions d'émissions de GES et de mettre en place des stratégies d'adaptation appropriées;

- permettre aux Canadiens et à leurs gouvernements de participer, en toute connaissance et avec une crédibilité scientifique établie, aux discussions qui se tiendront au pays et sur la scène internationale au sujet des mesures de lutte contre le changement climatique, par exemple sur l'utilisation des puits;

- apporter une contribution utile, à titre de pays développé et dans notre intérêt personnel, à l'étude du climat, de son évolution et de ses impacts possibles;

- respecter les engagements que nous avons pris au titre de la Convention-cadre sur les changements climatiques (CCCC) et du Protocole de

Kyoto, en ce qui concerne les observations systématiques, la recherche sur le climat et l'étude des impacts.

4. On trouvera ci-dessous un résumé des recommandations. Les tableaux joints à ce document en donnent une liste plus détaillée, accompagnée d'une évaluation des ressources nécessaires pour les divers niveaux de résultats souhaités au cours des cinq années à venir. On a élaboré ces recommandations de façon à ce qu'elles puissent être appliquées en synergie dans le domaine de la science du système climatique, des impacts du changement climatique et des mesures d'adaptation. Il faut les mettre en œuvre dès maintenant. L'ampleur des efforts et les besoins en ressources indiqués dans le tableau ont été déterminés en fonction de cette approche synergique.

5. Au chapitre de la **science du système climatique**, les recommandations du CPCC se répartissent entre trois grands domaines :
   - Observations climatiques
   - Augmentation des connaissances et aplanissement des incertitudes
   - Prévision du climat

6. Observations climatiques : *Il est recommandé que le Canada renforce ses réseaux d'observation de façon à mieux surveiller, détecter et identifier les changements qui s'opèrent dans le système climatique*. L'observation est la base de la connaissance scientifique et de la prévision du climat. Or, il se trouve que les réseaux d'observation canadiens sont inadéquats, particulièrement en Arctique et sur nos océans. Sur la scène internationale, le Canada s'est engagé, à titre de signataire de la CCCC et du Protocole de Kyoto, à soumettre le système climatique à des observations méthodiques. Les observations climatiques devraient être gérées par un nouvel organisme national, par exemple une Commission des observations systématiques, pour que nous puissions en retirer des avantages optimaux. Cette recommandation se subdivise en deux éléments :

   A-1.*Augmenter les réseaux d'observation systématique pour les cinq composantes du système climatique :* l'atmosphère, les océans, la lithosphère, les cours d'eau et la cryosphère.

   A-2.*Effectuer des recherches en vue de développer, d'expérimenter et d'appliquer de nouvelles techniques d'observation.* Il faudrait surtout exploiter les ressources de la télédétection pour augmenter la couverture des réseaux d'observation systématique et réduire les coûts à long terme.

7. Augmentation des connaissances et aplanissement des incertitudes : *Il est recommandé que le Canada effectue des recherches scientifiques pour mieux comprendre le système climatique, en se concentrant tout particulièrement sur l'information dont il a besoin pour asseoir sur des bases scientifiques solides la position qu'il adoptera dans les négociations internationales, en particulier au sujet des sources et des puits de GES.* Cette recommandation se subdivise en deux éléments :

   A-3.*Mettre en œuvre un programme pour étudier les sources et les puits de gaz à effet de serre*, en particulier ceux qui se trouvent dans les forêts, les sols agricoles, les terres humides et les océans.

   A-4.*Procéder à une série d'études sur le terrain et en laboratoire pour aplanir les incertitudes scientifiques* concernant le fonctionnement des

principaux processus climatiques, comme en Arctique (circulation océanique et comportement de la glace de mer), et le forçage que les nuages et les aérosols exercent sur l'atmosphère.

8. Prévision du climat : *Il est recommandé que soient augmentés les efforts pour améliorer les prévisions du climat, en particulier à l'échelle régionale.* Ces travaux s'imposent de toute urgence pour nous permettre d'étudier les impacts et les mesures d'adaptation et de bien nous préparer aux négociations internationales. Cette recommandation se subdivise en quatre éléments :

   A-5.Renforcer notre capacité de modélisation des océans. Nous devons renforcer les moyens dont dispose le Canada pour élaborer des modèles océaniques. Il nous faut combler les lacunes dans les modèles établis à l'échelle des régions et à l'échelle des bassins, et mettre au point des techniques pour intégrer les nouvelles données dans ces modèles.

   A-6.Renforcer le Réseau de recherches climatologiques. Ce programme gouvernemental/universitaire devrait être étendu aux domaines de recherche qui soulèvent le plus d'interrogations scientifiques, comme le cycle du carbone, les nuages et les rayonnements, ainsi que les événements climatiques extrêmes. Cette mesure accélérerait le développement de la capacité scientifique canadienne, en particulier dans les universités.

   A-7.Améliorer la capacité canadienne de modélisation du climat. Cette mesure augmenterait l'expertise en modélisation climatique qui existe au Centre canadien de modélisation et d'analyse climatiques, renforcerait notre capacité de formuler des prévisions à l'échelle régionale et mettrait à notre disposition des moyens de superinformatique pour faire tourner ces modèles de plus en plus complexes.

   A-8.Établir un service de production de scénarios climatiques. Il faut être en mesure de fournir des sorties de modèle climatique (scénarios) aux chercheurs qui participent aux études sur les impacts et l'adaptation. Les universités et le gouvernement fédéral collaboreraient à cette entreprise.

9. Les recommandations relatives à la science du système climatique ont été conçues pour pouvoir être appliquées en synergie, et fournir l'information nécessaire aux chercheurs qui participent à l'étude des impacts et des mesures d'adaptation de même qu'aux décideurs. Par exemple, l'élaboration des modèles climatiques et l'étude des processus climatiques dépendent des observations climatiques. Les résultats de ces travaux peuvent aider, à leur tour, à déterminer la configuration optimale des observations en termes d'espacement et de fréquence. Les scénarios climatiques servant à l'étude des impacts régionaux sont aussi fiables que les modèles climatiques régionaux sur lesquels ils reposent. De même, il est essentiel de surveiller les concentrations de GES dans l'atmosphère et de comprendre les processus qui interviennent dans les sources et les puits clés si nous voulons élaborer des modèles du cycle du carbone permettant de traduire les futures émissions en concentrations atmosphériques.

10. Pour ce qui est du volet **impacts et adaptation**, le CCCC formule quatre recommandations complémentaires qui vont dans le sens de l'exposé ci-dessus :
    - Programme de recherches

- Prestation des programmes
- Développement des capacités
- Gestion de l'adaptation

B-1.Programme de recherches : Les impacts et l'adaptation sont un domaine de recherche relativement nouveau. *Il est recommandé de mettre en œuvre un programme de recherches sur les impacts et l'adaptation, afin de :*

- Documenter la sensibilité et la vulnérabilité des écosystèmes et des collectivités régionales aux changements climatiques actuels et passés, estimer leurs impacts probables et évaluer leurs implications pour les écosystèmes, les systèmes socio-économiques et les autres systèmes humains;
- Estimer les adaptations qui se feront vraisemblablement en « autonomie » dans un contexte de changement climatique, dans les systèmes écologiques et socio-économiques (humains);
- Définir et développer des mesures d'adaptation spécifiques que l'on pourrait prendre pour réduire la vulnérabilité au changement climatique dans les diverses secteurs, régions et collectivités; évaluer leur potentiel d'efficacité, leurs avantages et leurs coûts, leur mode de mise en œuvre, etc;
- Élaborer des recommandations concernant les mesures d'adaptation à prendre immédiatement dans certains secteurs et certaines régions clés;
- Développer et employer des capacités d'évaluation intégrées, et collaborer aux efforts internationaux dans ce domaine.

B-2.Prestation des programmes. Les recherches qui se font au Canada sur les impacts et l'adaptation sont mal coordonnées. Afin d'assurer la coordination nécessaire, de fournir des évaluations des impacts climatiques et de disposer d'un mécanisme pour mobiliser les parties intéressées, *il est recommandé de constituer un réseau canadien de recherches sur les impacts et l'adaptation dont la composition serait à la fois régionale et sectorielle.*

*B-3.*Développement des capacités. Pour qu'il soit possible de s'attaquer de front à tous les problèmes urgents avec les moyens de recherche disponibles au Canada au sein des gouvernements, dans les universités et dans l'industrie, *il est recommandé d'investir massivement et dès maintenant dans le développement des capacités d'analyse et dans un programme de recherches ciblées, afin d'améliorer les capacités de recherches scientifiques sur les impacts et l'adaptation.*

- Capacités scientifiques dans les ministères fédéraux
- Développement des capacités dans les universités
- Formation et perfectionnement par l'entremise de conseils subventionnaires

B-4.Gestion de l'adaptation. *Il est recommandé de mettre en place une structure appropriée pour gérer les résultats des recherches sur les impacts et l'adaptation.* La mise en œuvre des mesures d'adaptation fera intervenir tous les ordres de gouvernement, le secteur privé et les particuliers. À l'échelle nationale, il faudra

résoudre, entre autres, des questions de coûts et d'obstacles, et régler les différends qui pourraient survenir. Il faut mettre sur pied un processus officiel, semblable à celui qui existe pour les questions d'atténuation, afin de guider l'analyse des options d'adaptation.

11. *Le CPCC recommande de rallier les spécialistes canadiens du changement climatique autour d'une vaste initiative de* **communications** *sur le changement climatique*. Des études indépendantes confirment que les climatologues qui participent aux recherches sur la science, les impacts et l'adaptation sont les plus respectés ou les plus qualifiés pour communiquer l'information sur le changement climatique et sur ses conséquences. En outre, il incombe aux gouvernements de voir à ce que tous les décideurs, peu importe leur secteur d'activité, aient accès à des données scientifiques objectives et puissent compter sur des chercheurs qui participent activement à la recherche de solutions. Un programme de communications qui tiendrait compte de ces facteurs s'articulerait autour de deux grands axes :
    - Éducation et sensibilisation du public
    - Dialogue avec les décideurs

    C-1.Éducation et sensibilisation du public. *Il est recommandé de créer un programme pour mieux faire connaître à la population canadienne le problème du changement climatique, et lui faire prendre conscience de la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de prendre des mesures pour s'adapter au changement climatique.*

    C-2.Dialogue avec les décideurs. Ce programme aurait pour objectif *d'engager un dialogue avec l'industrie et tous les ordres de gouvernement, pour faire en sorte que tous les décideurs aient à leur disposition l'information la plus récente sur la science du système climatique, les impacts et l'adaptation.* Il faudrait songer à aider le Conseil du Programme climatologique canadien à mettre en œuvre cette initiative.

Détail des recommandations, selon l'ampleur des ressources investies[10]

			Investissement		
Recommandation			Faible	Intermédiaire	Élevé
Science du système climatique – *Observation*	A1	*Réseau d'observation systématique* – Investissement estimé : 21-28 M$	-Combler au moins 50 % des lacunes dans le réseau d'observation atmosphérique des océans du Nord : programme modeste d'observation profonde, coupes verticales, stations de mesure du niveau de la mer sur les océans Atlantique et Pacifique. -Déploiement d'au moins 50 % des flotteurs profonds nécessaires pour assurer la contribution du Canada à l'observation internationale des océans -Autres éléments d'observation- -Installation d'un ou de deux sites dans chacun des réseaux suivants, qui constituent tous des contributions aux réseaux climatiques internationaux : flux de carbone, pergélisol, bilan massique des glaciers, composition atmosphérique.	-S'approcher des normes internationales en matière de réseaux d'observation atmosphérique -Océans : Couverture faible mais améliorée en Arctique. Le reste des flotteurs dans le Pacifique; plates-formes continentales; débit sortant de l'archipel Arctique. -Autres éléments d'observation – 4 stations d'observation des flux de carbone; réseau viable d'observation du pergélisol; 3 sites d'observation de la composition de l'atmosphère; mesure du bilan massique des glaciers dans les régions de l'Arctique et de la cordillère. -Gestion et diffusion coordonnées de renseignements recueillis.	-Combler adéquatement les lacunes pour toutes les composantes à observer.

10 Faible – Niveau minimal en-dessous duquel il ne serait pas possible de réaliser les progrès indispensables.
Intermédiaire – Niveau permettant d'enregistrer des progrès importants sur certaines questions
Élevé – Niveau auquel il est possible d'aborder la plupart des besoins mentionnés.

Recommandation			Investissement		
			Faible	Intermédiaire	Élevé
	A2	*Approches d'observation novatrices* – Investissement estimé : 3 - 4 M$	-Apport limité de nouvelles techniques aux systèmes d'observation -Permet l'établissement de partenariats dans une certaine mesure	-Se doter d'une base canadienne de compétences en partenariat avec les universités et l'Agence spatiale canadienne. -Permettre la collaboration internationale à des projets présentant un intérêt pour le Canada.	-Progression rapide de la mise en œuvre d'approches novatrices au Canada.
		Conseil canadien des observations systématiques du climat – Investissement estimé : 100 - 300 k$			
Science du système climatique -- *Amélioration des connaissances et aplanissement des incertitudes*	A3	*Processus des sources et des puits de carbone* – Investissement estimé : 11 -16 M$	-Quantification des sources et des puits de gaz à effet de serre dans certains systèmes naturels et gérés (surtout les forêts et les terres agricoles) -Permettrait d'offrir certaines formes d'aide aux partenaires du milieu universitaire.	-Connaissance plus complète des sources et des puits canadiens, y compris les terres humides et les tourbières; -Il serait possible d'envisager une collaboration additionnelle avec les universités et, dans certains cas, avec des partenaires étrangers.	-Progression rapide de la quantification des puits et des sources dans tous les systèmes terrestres, marins et océaniques. -Intégration des résultats aux modèles. -Permet une contribution marquée à la recherche universitaire. -Assure un partenariat complet avec le projet BIOCAP et d'autres projets nationaux et internationaux.

Recommandation			Investissement		
			Faible	Intermédiaire	Élevé
	A4	*Processus climatiques – Études sur le terrain et en laboratoire* – Investis-sement estimé : 5 - 8 M$	-Amélioration des études en cours liées à des programmes climatiques internationaux (exemples de sujets : échange d'énergie terre-atmosphère, reconstitutions paléoclimatiques et dynamique des océans)	-Degré utile de participation, en mettant l'accent sur le Nord canadien et l'Arctique, sur les océans du Nord, la cryosphère et le cycle de l'eau	-Un effort nettement plus marqué dans tous les domaines de la recherche atmosphérique, d'où une accélération de la mise en œuvre des programmes. -Dans le domaine paléoclimatique, des travaux complémentaires de modélisation informatique pourraient venir s'ajouter aux projets, qui relèvent essentiellement des universités. -Dans le milieu marin, études importantes en Arctique et en haute mer (avec des partenaires internationaux).
Science du système climatique – *Prévisions du climat*	A5	*Modélisation des océans* – Investissement estimé : 1,5 - 2 M$	-Combler les lacunes des modèles océaniques à l'échelle régionale et à l'échelle de bassins -Élaborer des techniques pour l'intégration des données aux modèles océaniques.	-Parvenir à intégrer les nouvelles données sur les océans aux modèles océaniques -Améliorer la représentation des processus physiques dans les modèles océaniques	-S'assurer qu'on procède de façon routière à plusieurs essais successifs pour évaluer les améliorations possibles du modèle et pour obtenir de meilleurs scénarios climatiques.

Recommandation			Investissement		
			Faible	Intermédiaire	Élevé
	A6	*Réseau de recherches climatolo-giques* – Investissement estimé : 2 - 3 M$	-Mettre en place dans le RRC un nouveau groupe de recherches sur les nuages et le rayonnement. -Renforcer le groupe actuel qui travaille à l'étude du cycle du carbone.	-Ajouter des noeuds sur les événements climatiques extrêmes, la modélisation cryosphérique et le cycle de l'eau.	-Permettre un accès plus facile des chercheurs du RRC aux résultats du modèle climatique. -Ajouter des moyens informatiques propres à certains nœuds. -Faciliter la mise en œuvre des nouveaux modules dans le modèle du climat mondial.
	A7	*Modélisation du climat canadien* – Investissement estimé : 3 - 5 M$	-Trouver un spécialiste expérimenté de la modélisation de la circulation des océans et favoriser la mise au point de modèles climatiques régionaux et planétaires. -Fournir des moyens en superinformatique.	-Capacité de modélisation des cycles du carbone et du soufre. -Assurer la disponibilité de moyens modestes en superinformatique.	-Ajouter une capacité de modélisation en chimie atmosphérique. -S'assurer qu'on dispose de moyens suffisants en superinformatique.
	A8	*Scénarios de changement climatique* -- Investissement estimé : 2 - 3 M$	-Fournir une capacité de base permettant un minimum d'interaction avec les chercheurs qui étudient les impacts et l'adaptation	-Financer une capacité viable. -Permettre un minimum de participation des milieux universitaires pour interagir avec les utilisateurs. -Établir des liens productifs avec des groupes comparables au Royaume-Uni et aux États-Unis.	-Permettre la mise en place d'un noyau important de compétences qui devrait pouvoir produire sur demande des scénarios pour les divers groupes d'utilisateurs. -Assurerait une implication importante des chercheurs universitaires.

Recommandation			Investissement		
			Faible	Intermédiaire	Élevé
Impacts et adaptation	B1	*Recherche sur les impacts et l'adaptation* – Investissement estimé : 15 - 54 M$	-Mise en place d'un programme par étape. -Étude de municipalités représentatives de l'ensemble du Canada. -Étude de questions sectorielles dans certains domaines prioritaires (chapitre 4). -Autres secteurs couverts, mais d'un point de vue municipal. -Terminer l'évaluation nationale.	-Tous les secteurs des politiques (chapitre 4), y compris les municipalités, les ressources en eau, l'approvisionnement alimentaire, la santé, les forêts, les paysages et les écosystèmes, les zones côtières qui seront traitées de façon relativement détaillée dans toutes les régions du pays. -On continue à donner la priorité aux municipalités. - terminer l'évaluation nationale.	-Tous les secteurs abordés au chapitre 4 du Rapport sur les options seront étudiés, dans toutes les régions du pays. -Accent sur les secteurs prioritaires. -Évaluation nationale terminée.
	B2	*RRCIA* – Investissement estimé : 1 - 8 M$	-Au niveau de financement le plus faible, le Réseau canadien de recherches sur les impacts et l'adaptation sera un simple réseau dont le financement permettra de contribuer à l'organisation de réunions nationales et régionales, et d'assurer les services d'un secrétariat. -La coordination sera assurée, et on commencera à mettre en œuvre un programme cohérent (voir ci-dessus).	-On financera les activités d'un enquêteur principal et d'un adjoint dans chacun des six nœuds régionaux et des 10 nœuds sectoriels, ainsi que certaines activités et certaines réunions régionales et nationales. -Le soutien additionnel permettra également un meilleur développement à long terme du programme (c.-à-d. ne pas s'arrêter à un seul sujet).	-Le financement additionnel favorisera la création de plusieurs centres de recherche régionaux spécialisés et insufflera un dynamisme aux régions qui en ont besoin.

Recommandation			Investissement		
			Faible	Intermédiaire	Élevé
	B3	*Développement des capacités de recherche* – Investissement estimé : 4 -10 M$	-Les fonds répartis sur cinq ans seront utilisés dans laboratoires universitaires et fédéraux, en permettant l'embauche en parts égales. -Recommander que pour chaque poste créé, on dispose de fonds pour compenser les coûts de dotation d'un second poste.	-L'ampleur du programme sera sensiblement améliorée par rapport au niveau précédent.	-Fonds attribués aux conseils subventionnaires pour financer les bourses d'études et de recherche postdoctorale dans le domaine des impacts et de l'adaptation, pouvant aller non seulement dans les universités et les établissements gouvernementaux, mais également dans les laboratoires industriels qui publient librement leurs travaux.
	B4	*Organisation de la gestion* – Investissement estimé : 1 - 3 M$	- Terminées des études sur la portée, élaboration des recommandations, fonds pour permettre la mise en place d'une structure de gestion minimale.	-Structure améliorée	-Structure d'une importance comparable à celle mise en place pour gérer les mesures d'atténuation, qui sera opérationnelle à la fin de la période de financement.

Recommandation			Investissement		
			Faible	Intermédiaire	Élevé
Prendre des décisions éclairées	C1	*Éducation et sensibilisation du public* – 500 K à 3 M$	-Séances d'information et discussions informelles de scientifiques éminents avec les leaders de l'industrie, du gouvernement et de la presse. -Conférence annuelle destinée à réunir les responsables de l'élaboration des politiques pour les tenir informés des résultats pertinents de la recherche. -Ateliers, matériel d'information et de référence destinés aux rédacteurs scientifiques, aux journalistes et aux commentateurs de la télévision. -Favoriser les partenariats de sensibilisation entre le milieu scientifique et des organismes qui représentent divers secteurs de la société.		-Programme continu d'élaboration de matériel éducatif à intégrer au contenu des cours des écoles. -Série de communiqués de presse annonçant les nouveaux développements et faisant écho à des articles publiés au Canada et ailleurs, pour leur donner une saveur canadienne. -Communiqués de presse et blitz médiatiques lancés par des spécialistes impartiaux avant et après tout événement international important. -Série de monographies. -Série de conférences publiques de spécialistes du système climatique. -Articles destinés à la presse générale et aux publications commerciales. -Séminaires à l'intention de l'industrie dans le cadre des salons commerciaux.

Recommandation			Investissement		
			Faible	Intermédiaire	Élevé
					-Émissions ou séries d'émissions spéciales pour la télévision. -Précis d'information pour la presse.
	C2	*Dialogue avec les décideurs* - (pas de projection de coûts)			-Rédiger un rapport sur l'état de la science du système climatique, à l'intention des parlementaires. -Organiser des tables rondes scientifiques avec les principaux décideurs. -Se servir du Conseil du Programme climatologique canadien comme d'un organisme consultatif dans les domaines de la science du système climatique, des impacts du changement climatique et des mesures d'adaptation.