

**LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET
SES INCIDENCES SUR LE CANADA :**

Le point de vue scientifique

Document préparé à l'attention du
Conseil canadien des ministres de l'environnement

par le

Conseil du programme climatologique canadien

Le changement climatique et ses incidences sur le Canada -

Le point de vue scientifique

Préparée par le

CONSEIL DU PROGRAMME CLIMATOLOGIQUE CANADIEN

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
Préface	1
1 0 Sommaire	1
2 0 Introduction	5
3 0 Consensus des scientifiques sur la question	8
4 0 Incidences socio-économiques les effets sur la planète	18
5 0 Incidences nationales sur le Canada	20
5 1 Ressources terrestres et aquatiques	20
5 2 Les côtes et les mers	22
5 3 Incidences régionales	24
5 4 Orientation future des études d'incidence	27
6 0 Rétrécir la marge d'incertitude besoins en analyse, en recherche et en données	28
7 0 Le contexte international	31
8 0 Conclusion	33

PRÉFACE

Lors des réunions que le Conseil canadien des ministres de l'Environnement a tenues en février et en mars 1990, il a été décidé que le Conseil du Programme climatologique canadien (CPCC) informerait périodiquement les ministres de l'Environnement du Canada et des provinces sur l'avancement des connaissances en matière de changement climatique

Le CPCC comprend des hauts fonctionnaires fédéraux, des membres d'organismes provinciaux (à l'heure actuelle du Nouveau-Brunswick, du Québec, de la Saskatchewan et de l'Alberta), des universitaires et des représentants du secteur privé. Son rôle consiste à formuler des recommandations sur l'orientation et les priorités du programme climatologique canadien.

Le Conseil livre ici un court résumé de l'information scientifique existante sur le changement climatique dû à l'accroissement des concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre et sur les répercussions sociales et économiques que ce changement pourrait avoir au Canada et dans le reste du monde. Pour produire le présent document, le Conseil s'est largement inspiré des rapports présentés en août 1990 par les Groupes de travail I et II du Groupe d'experts intergouvernemental pour l'étude du changement climatique (IPCC). Les travaux du Groupe d'experts, formé par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), ont nécessité la collaboration d'un millier de spécialistes de plus de 60 pays. Les rapports produits sont donc le résultat d'un consensus international d'une ampleur jamais égalée jusqu'à ce jour. En outre, le CPCC présente ici les résultats d'études menées dans le cadre du Programme canadien des incidences climatologiques et par divers ministères et organismes fédéraux.

Nous espérons que le présent résumé des connaissances scientifiques actuelles sur le changement de climat et sur les effets socio-économiques possibles de ce changement pourra être utile aux dirigeants des ministères et organismes qui s'occupent de questions d'énergie et d'environnement. Peut-être les aidera-t-il à élaborer une politique canadienne en ces matières qui pourra être mise en oeuvre tant au Canada qu'à l'échelle internationale.

Octobre 1990

1.0 SOMMAIRE

Lors de la réunion tenue en août 1990 par le Groupe d'experts intergouvernemental pour l'étude du changement climatique (IPCC), le premier ministre de Suède, M. Carlson, a déclaré qu'aucune génération de dirigeants politiques n'a eu jusqu'à maintenant à résoudre un problème aussi ardu que celui de l'accroissement de l'effet de serre - et le changement climatique qui en découle. En effet, les moyens que prendront les nations pour s'attaquer à ce problème auront une influence considérable sur les politiques mondiales en matière d'environnement, d'énergie et de ressources naturelles ainsi que sur les rapports commerciaux et économiques entre les pays en développement et les pays les plus industrialisés.

Selon les résultats des mesures effectuées pendant de nombreuses années à des stations d'observation du Canada et d'ailleurs, il est indéniable que les concentrations atmosphériques des "gaz à effet de serre" (le dioxyde de carbone, le méthane, les chlorofluorocarbures, l'oxyde nitreux et l'ozone des basses couches) augmentent rapidement. Actuellement, les quantités atmosphériques de ces deux premiers gaz dépassent le niveau le plus élevé atteint au cours des 160 000 dernières années. L'accroissement des concentrations de gaz à effet de serre - qui est dû à des activités humaines comme l'utilisation de combustibles fossiles, l'application de divers procédés industriels et les changements dans l'exploitation des sols - intensifie l'effet de serre naturel, si bien que la surface de la Terre se réchauffe.

Si l'on ne réagit pas, on continuera de voir augmenter fortement les émissions de gaz à effet de serre provenant de la plupart des sources actuelles. Selon le scénario "maintien du statu quo" du Groupe d'experts intergouvernemental pour l'étude du changement climatique (IPCC), si aucune mesure corrective n'est prise, les émissions de CO₂, qui causent plus de la moitié de l'effet de serre d'origine anthropique, totaliseront 11 à 15 milliards de tonnes vers 2025, alors qu'elles étaient d'environ 7 milliards de tonnes en 1985. Il se produira aussi une augmentation rapide des quantités d'autres gaz à effet de serre, à l'exception des CFC, dont les concentrations diminueront grâce au Protocole de Montréal. Même si les quantités de CFC baissent, le secteur énergétique sera responsable des deux tiers environ de l'effet de serre d'origine anthropique entre 2000 et 2025.

D'après ces projections et le produit des meilleurs modèles mathématiques utilisés pour simuler le système climatique terrestre, l'IPCC a prédit que la température moyenne à la surface du globe dépasserait celle mesurée avant la révolution industrielle de plus de 2 degrés Celsius vers 2050 et de 4 degrés avant la fin du XXI^e siècle. L'augmentation prévue de la

température moyenne, la plus rapide jamais observée, fera monter le niveau marin, phénomène qui sera catastrophique pour certains pays ayant une faible elevation

Au Canada, l'évolution climatique sera différente de celle qu'on observera à l'échelle du globe. Le réchauffement devrait être très supérieur dans l'Arctique canadien en hiver. En outre, l'accroissement de la température dans le centre du continent nord-américain, supérieur à l'accroissement moyen, s'accompagnera d'une baisse de la teneur en eau des sols en été. Comme le climat est naturellement variable d'une année à l'autre, la hausse de la température ne sera pas constante. Par ailleurs, tous les modèles climatiques prévoient à peu près la même hausse de température à grande échelle mais leur résolution spatiale et la simulation incomplète de certains processus (faisant intervenir les couches nuageuses, la glace de mer, le cycle de l'eau et les océans) rendent moins fiables les projections aux échelles régionale et locale.

Selon le scénario du statu quo, les incidences possibles du changement climatique qui pourraient être particulièrement importantes au Canada comprennent notamment

- Le déplacement sur plusieurs centaines de kilomètres vers le nord de la limite septentrionale des zones climatiques au cours des 50 prochaines années, l'aire de répartition des espèces végétales et animales ne s'étendrait pas à la même cadence, de sorte que le changement de climat pourrait être trop rapide pour certaines, qui disparaîtraient.
- L'extension vers le nord de certaines cultures, là où les sols s'y prêteront. Cependant, le risque de sécheresse augmentera, surtout dans les Prairies. De plus, le commerce international des produits agricoles sera fortement modifié.
- L'extension vers le nord d'écosystèmes forestiers. En revanche, l'aire de certaines essences diminuera et l'incidence des incendies, des invasions d'insectes et des maladies augmentera probablement.
- D'importants changements quant aux ressources en eau : diminution possible de 25 à 50 % du ruissellement net de bassin dans le réseau des Grands Lacs et du Saint-Laurent, baisse de la teneur en eau des sols dans les Prairies, hausse du niveau des crues dans les cours d'eau du Nord.
- Incidences néfastes sur la santé humaine de l'augmentation de la fréquence des vagues de chaleur dans les villes et extension vers les pôles des maladies tropicales.

- Importante dégradation du pergélisol au cours des 40 à 50 prochaines années. Les écosystèmes et les habitats fauniques des régions touchées pourraient s'en ressentir fortement, ce qui pourrait nuire aux autochtones du Nord, sans compter que la stabilité de structures comme les pipelines et les bâtiments pourrait être gravement menacée.
- Accélération de la hausse du niveau marin et modification de la température et de la circulation océaniques. Cette hausse accroîtrait l'érosion littorale, modifierait l'écologie des milieux côtiers, toucherait les zones humides et d'importantes pêcheries et nécessiterait la construction d'ouvrages fort coûteux de protection des côtes, ces changements auront des répercussions sur la distribution et les voies migratoires des poissons.
- Dévastation de vastes agglomérations littorales, en particulier dans les pays en développement et les îles ayant de basses terres, par suite de la montée du niveau des mers et de violentes tempêtes tropicales. Des millions et des millions de personnes devront chercher refuge en terrain élevé.

Tant au Canada qu'à l'étranger, les citoyens exercent de plus en plus de pressions pour que l'on intervienne de façon efficace. A l'échelle internationale, on a proposé et annoncé l'adoption de mesures lors de conférences, notamment la Conférence de Toronto, tenue en 1988, et les réunions de Noordwijk et de Bergen. En ces occasions, les représentants de différents pays, dont le Canada, ont adhéré au principe selon lequel il faut faire preuve de circonspection si l'on veut assurer le développement durable. En d'autres termes, quand on a des raisons d'appréhender des dommages graves et irréversibles, il faut se garder d'invoquer le manque de données scientifiques pour tarder à prévenir la dégradation de l'environnement. L'IPCC a présenté son premier rapport d'évaluation définitif et un certain nombre de pays européens ainsi que le Canada se sont engagés à réduire ou à stabiliser les émissions de gaz à effet de serre, surtout en améliorant le rendement énergétique et en adoptant des mesures de substitution des combustibles. Il faudra élaborer et mettre en application des stratégies nationales de réduction et d'adaptation, mais le Canada ressent aussi un besoin pressant de recherches plus poussées qui permettront de mieux comprendre et quantifier les processus qui jouent sur le système climatique, ainsi que d'un système global de surveillance de l'environnement.

Par suite de la deuxième Conférence mondiale sur le climat (qui aura lieu du 29 octobre au 7 novembre 1990) et d'un débat sur cette question à l'Assemblée générale des Nations Unies, on entreprendra des négociations officielles en vue d'adopter une convention internationale sur le changement climatique. Au cours de ces négociations, les pays en développement demanderont aux pays les plus industrialisés de s'engager à

- 1) réduire les émissions de gaz à effet de serre,
- 2) mettre en oeuvre des programmes de reboisement,
- 3) appuyer l'exécution d'études, de recherches et d'activités de surveillance,
- 4) fournir des fonds pour les aider à participer à l'exécution des mesures prises et à s'adapter au changement climatique,
- 5) leur accorder la préférence quant au transfert de technologies favorisant le développement durable

Il faudra peut-être engager des sommes considérables pour espérer résoudre entièrement les problèmes et modifier son mode de vie, mais nombre des mesures qu'on peut prendre immédiatement, comme l'économie d'énergie, l'optimisation du rendement énergétique et le reboisement, peuvent être en elles-mêmes bénéfiques. Les Canadiens s'attendent à ce que les autorités politiques se mettent à la tâche sans tarder.

Le changement climatique et ses incidences sur le Canada -
Point de vue scientifique

CONSEIL DU PROGRAMME CLIMATOLOGIQUE CANADIEN

2 0 INTRODUCTION

Dans les conditions naturelles, le climat varie dans le temps à différentes échelles, sur des centaines de millions d'années ou d'une année à l'autre. L'alternance des périodes glaciaires et interglaciaires, qui se produit sur des centaines de milliers d'années, a joué un rôle majeur dans l'histoire climatique de la Terre. Au fil des âges, la température moyenne de la surface terrestre a varié de 5 à 7 °C tout au plus. Or, il apparaît que les activités humaines qui accentuent l'effet de serre naturel entraîneront, au cours des cent prochaines années, un réchauffement encore jamais observé dans l'histoire de l'humanité. Ce réchauffement pourrait avoir de profondes incidences sur l'environnement et sur nos activités.

Les mesures effectuées à Alert, dans les Territoires du Nord-Ouest, à l'île de Sable, en Nouvelle-Écosse, et au cap St James, en Colombie-Britannique, confirment que les concentrations de gaz à effet de serre ont tendance à augmenter rapidement à l'échelle planétaire. La figure 1 montre l'accroissement des quantités atmosphériques de CO₂ au Canada. Les graphiques de la figure 2 présentent l'augmentation des concentrations moyennes de CO₂, de CH₄ (méthane), de N₂O (oxyde nitreux) et de CFC (chlorofluorocarbures). Cette augmentation à l'échelle planétaire résulte principalement de l'exploitation de combustibles fossiles (qui produisent du CO₂, du CH₄, du N₂O et du O₃), de changements dans l'utilisation des terres (qui produisent du CO₂ et du CH₄) et de l'émission de certaines substances chimiques d'origine industrielle, tels les CFC. Ces gaz absorbent le rayonnement infrarouge provenant de la surface terrestre. Dans les conditions naturelles, le CO₂, le CH₄ et la vapeur d'eau sont les principaux éléments qui contribuent à maintenir notre planète à une température supérieure d'environ 35 degrés à ce qu'elle serait autrement, et donc habitable. La vapeur d'eau, dont les concentrations varient beaucoup dans le temps à un endroit donné, est la principale cause de l'effet de serre "naturel". Or, ce n'est pas cet effet qui est source d'inquiétude, mais plutôt son augmentation rapide depuis la révolution industrielle. Les études théoriques, les modèles numériques de simulation du climat et l'analyse de carottes de glace remontant jusqu'à 160 000 ans révèlent qu'au cours du prochain siècle, l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre produira un réchauffement planétaire d'une vitesse encore jamais observée dans l'histoire du monde.

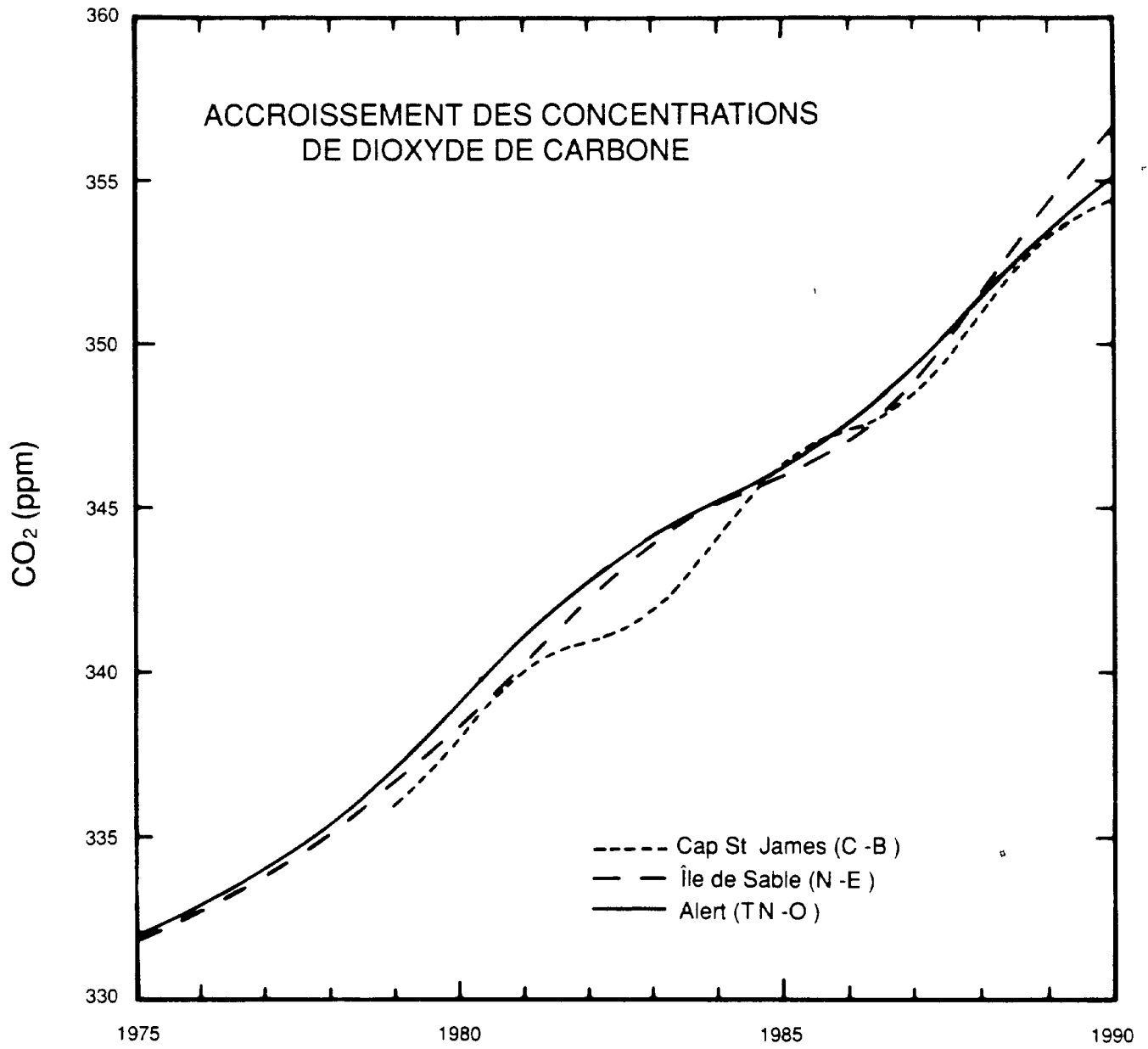
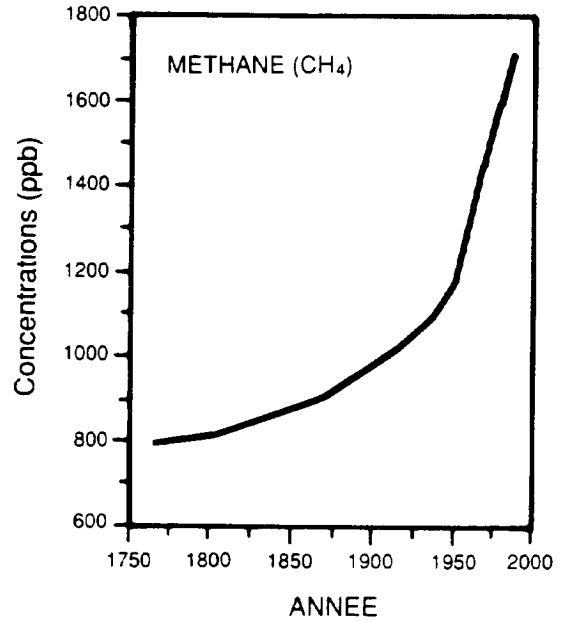
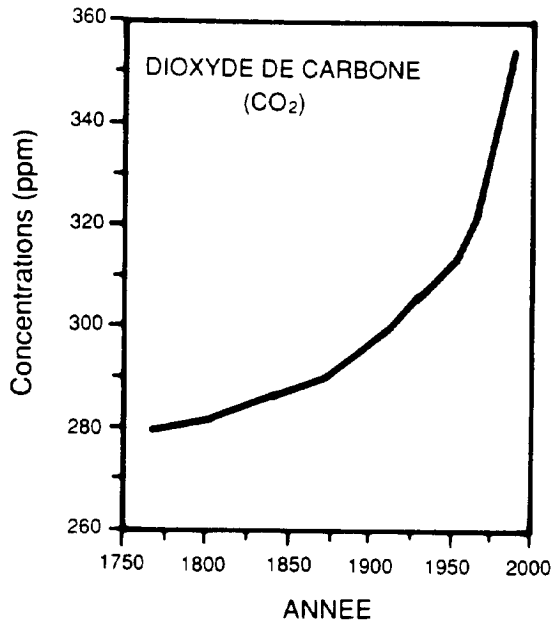
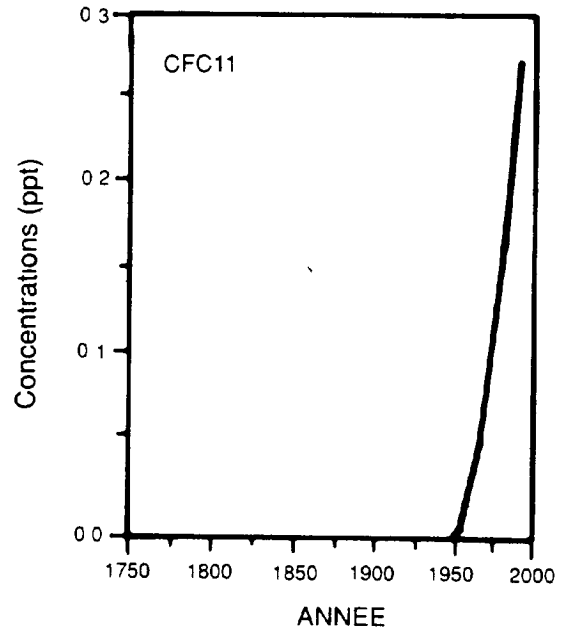
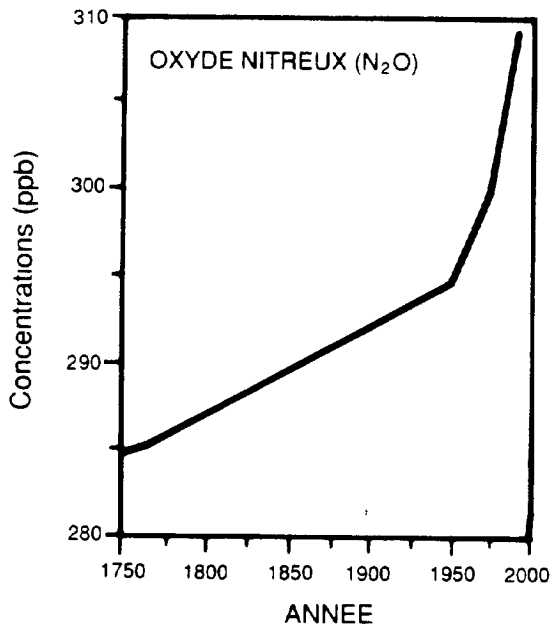


Figure 1



Les concentrations de dioxyde de carbone et de methane, qui sont demeurées relativement constantes jusqu'au XVIII^e siècle, ont augmente soudainement depuis, a cause de l'activite humaine



Les concentrations d'oxyde nitreux ont augmente depuis le milieu du XVIII^e siècle, en particulier au cours des dernieres decennies. Quant aux CFC, ils n'en existait pas dans l'atmosphere avant les annees 1930

Concentrations mondiales moyennes de gaz a effet de serre

Source : Rapport du groupe de travail 1 de l'IPCC

Figure 2

En 1987, le Canada occupait le douzième rang des pays qui contribuent à l'accroissement de l'effet de serre nous etions responsables d'environ 2 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre. De plus, nos émissions par unité du produit national brut comptent parmi les plus élevées dans le monde industrialisé. Il existe plusieurs raisons à cela : notre climat est froid, nos centres urbains sont éloignés les uns des autres et notre territoire comprend de vastes étendues nordiques. En revanche, dans la plupart des secteurs économiques, le Canada vient presque au dernier rang des pays de l'OCDE en ce qui touche le rendement énergétique. A l'échelle mondiale, le secteur de l'énergie est responsable d'environ la moitié des émissions de gaz à effet de serre, tandis qu'à peu près un quart de ces émissions est dû aux activités agricoles et forestières et le dernier quart environ, aux activités industrielles n'impliquant ni la production ni la consommation d'énergie. Si l'on ne prend pas d'autres mesures que la réduction des émissions de CFC en vertu du Protocole de Montréal, le secteur de l'énergie contribuera pour environ les deux tiers de l'augmentation des quantités de gaz à effet de serre de 2000 à 2025.

3.0 CONSENSUS DES SCIENTIFIQUES SUR LA QUESTION

L'effet de serre est un phénomène réel, bien connu, qui peut être analysé à partir de principes scientifiques établis.

Les gaz à effet de serre d'origine naturelle ont maintenu la température de la Terre à un niveau assez élevé pour qu'on puisse l'habiter. Toutefois, l'augmentation constante de leurs concentrations atmosphériques et l'émission de nouveaux gaz d'origine anthropique comme les CFC, qui ont aussi pour effet d'appauvrir la couche d'ozone stratosphérique, feront augmenter la température moyenne à la surface du globe. A quelle vitesse le réchauffement se produira-t-il? Nul ne peut le dire avec certitude.

On sait que les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre ont varié naturellement sur des dizaines à des centaines de milliers d'années et qu'elles augmentent depuis la révolution industrielle en raison de l'activité humaine (voir le tableau I). En outre, l'analyse de carottes de glace prélevées à Vostok, dans l'Antarctique, qui a permis de remonter jusqu'à 160 000 ans (voir la figure 3), montre qu'il existe un étroit parallèle entre l'augmentation de la température terrestre et celle des concentrations atmosphériques de dioxyde de carbone et de méthane. Les changements récents, dus à l'activité humaine, se sont produits sur une période, relativement courte, de 150 ans. Par rapport aux concentrations pré-industrielles, il y a 50 ppm de CO₂ de plus et environ deux fois plus de méthane dans l'air.

Les concentrations atmosphériques des gaz persistants (dioxyde de carbone, oxyde nitreux et CFC) ne réagissent que lentement aux variations des

LES PRINCIPAUX GAZ À EFFET DE SERRE

GAZ	CO ₂	CH ₄	CFC-11	CFC-12	N ₂ O
Concentrations pré-industrielles	280 ppmv	0 79 ppmv	0	0	280 ppbv
actuelles	353 ppmv	1 72 ppmv	280 pptv	484 pptv	310 ppbv
Durée de vie dans l'atmosphère (années)	(50-200)	10	65	130	150
Contribution à l'effet radiatif total 1980-1990 pour cent	55	15	24 (tout les CFC)	6	

Données du groupe de travail n° 1 de l'IPCC

TABLE I

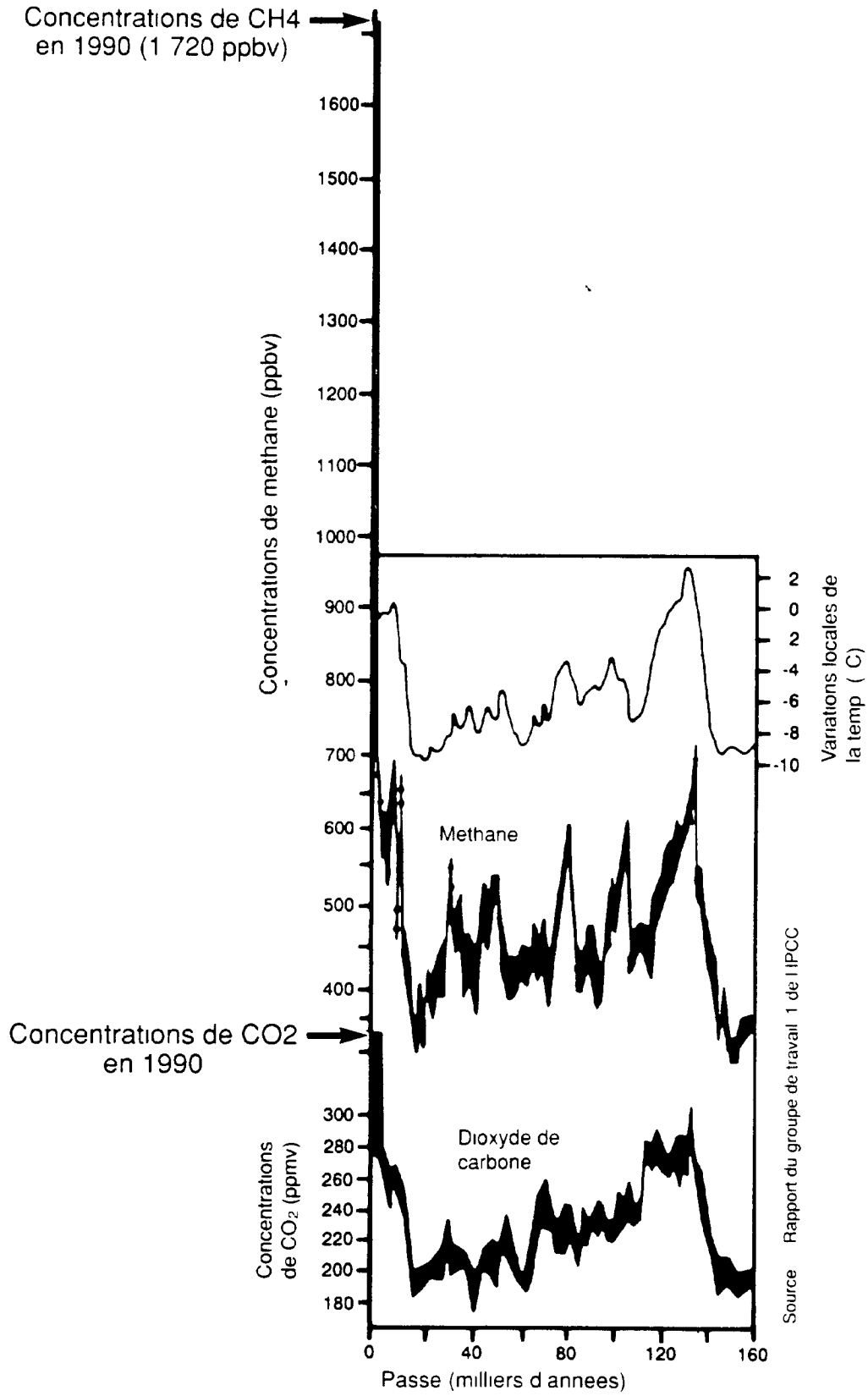


Figure 3

émissions Par conséquent, si les émissions actuelles continuent au même rythme, les gaz s'accumuleront sans cesse dans l'atmosphère pendant des décennies, voire des siècles Plus les émissions augmentent au rythme actuel, plus il faudra les réduire si l'on veut stabiliser les concentrations de gaz à un niveau déterminé Par exemple, si l'on réduit de 2 % par année les émissions mondiales de CO₂ à compter de 1990, les concentrations atmosphériques de ce gaz se stabiliseront à environ 390 ppm vers 2040 Toutefois, si l'on décide d'agir seulement en 2010, ces concentrations ne se stabiliseront qu'en 2080, à 460 ppm

Il est relativement facile de prédire l'effet direct du forçage radiatif causé par l'accroissement des concentrations de gaz à effet de serre Toutefois, à mesure que le climat se réchauffera, divers processus viendront l'amplifier ou l'atténuer Les processus influant sur les systèmes biologiques semblent entraîner seulement des rétroactions positives et pourraient causer des surprises en s'ajoutant au seul effet du forçage radiatif Les principales rétroactions non biologiques qu'on a déterminées, mais pas encore avec précision, sont dues aux changements des concentrations de vapeur d'eau, de l'étendue de la glace de mer et de la nébulosité ainsi qu'à l'action des océans La durée de vie des gaz à effet de serre est déterminée par leurs sources et leurs puits dans les océans, l'atmosphère et la biosphère Comme on ne connaît qu'imparfaitement les processus biosphériques qui agissent sur ces sources et ces puits, et leur évolution possible dans l'avenir, il est difficile de prévoir avec exactitude les concentrations futures des gaz à effet de serre

Les meilleurs outils de prédiction, qui tiennent compte de tous les processus (dans la mesure où l'état des connaissances le permet), sont des modèles numériques tridimensionnels complexes du système climatique, c'est-à-dire de l'ensemble atmosphère-océans-glace-masses terrestres On les appelle modèles de la circulation générale (MCG)

Le Canada a élaboré l'un des six modèles climatiques de classe mondiale qui existent actuellement En outre, le modèle canadien est un des trois modèles de deuxième génération Le tableau II présente quelques-unes des caractéristiques des MCG qui ont servi à faire des simulations fondées sur le doublement des concentrations de dioxyde de carbone (2 x CO₂) Les figures 4 et 5 montrent respectivement les projections des températures pour l'été et l'hiver réalisées par le modèle canadien.

Tous les MCG prévoient qu'un changement climatique considérable résulterait du doublement des concentrations de CO₂ (ou de leur équivalent, compte tenu de tous les gaz à effet de serre) En ce qui concerne l'Amérique du Nord, ces modèles prévoient les mêmes changements de grande échelle

Quelques différences entre modèles

2 X CO2 avec un océan à une couche

Modèles	Résolution	Cycle diurne	Paramètre transport océanique	Transport glace souterraine	Réaction propriétés optiques	Données d'application spéciale
Première génération						
GFDL (1988)	L9, R15	Non	Non	Non	Non	Non
GISS (1984)	L9, 8° x 10°	Oui	Oui	Non	Non	Non
NCAR (1984)	L9, R15	Non	Non	Non	Non	Non
UKMO (1987)	L11, 5° x 7,5°	Oui	Oui	Non	Non	Non
OSU (1988)	L2, 4° x 5°	Non	Non	Non	Non	Non
Deuxième génération						
CCC (1989)	L10, T32 (3,75° x 3,75°)	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
UKMO (1989)	2,5° x 2,5°	Oui	Oui	Non	Non	Non
GFDL (1989)	L9, R30	Non	Oui	Non	Non	Non

GFDL
GISS
NCAR
UKMO
OSU
CCC

Geophysical Fluid Dynamics Laboratory
Goddard Institute for Space Sciences
National Center for Atmospheric Research
United Kingdom Met Office
Oregon State University
Canadian Climate Centre

Table II

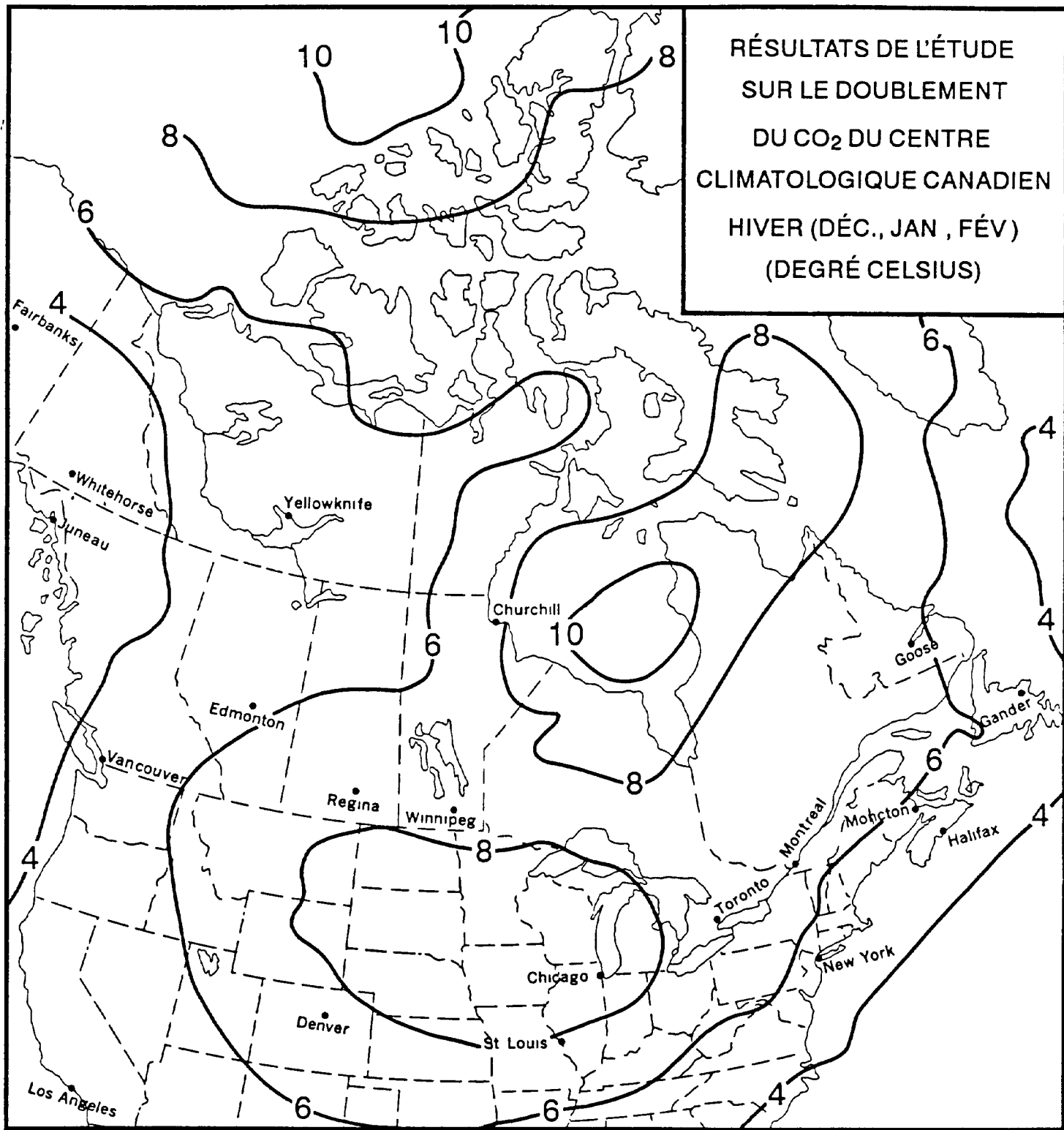


Figure 5

- aux hautes latitudes, accroissement du réchauffement en hiver et augmentation des précipitations en toute saison,
- dans le centre du continent, réchauffement supérieur à la moyenne mondiale et réduction générale de la teneur en eau des sols

Bien que tous les modèles aient simulé à peu près les mêmes changements à grande échelle, les simulations varient à l'échelle subcontinentale, il faudrait donc considérer avec grande prudence les prédictions touchant les régions. Sans compter que le réchauffement pourrait ne pas être linéaire mais connaître des soubresauts. Il ne faut pas oublier non plus que la variabilité naturelle du climat exercera une influence.

Soulignons également que les éléments ci-dessous sont encore insuffisamment connus

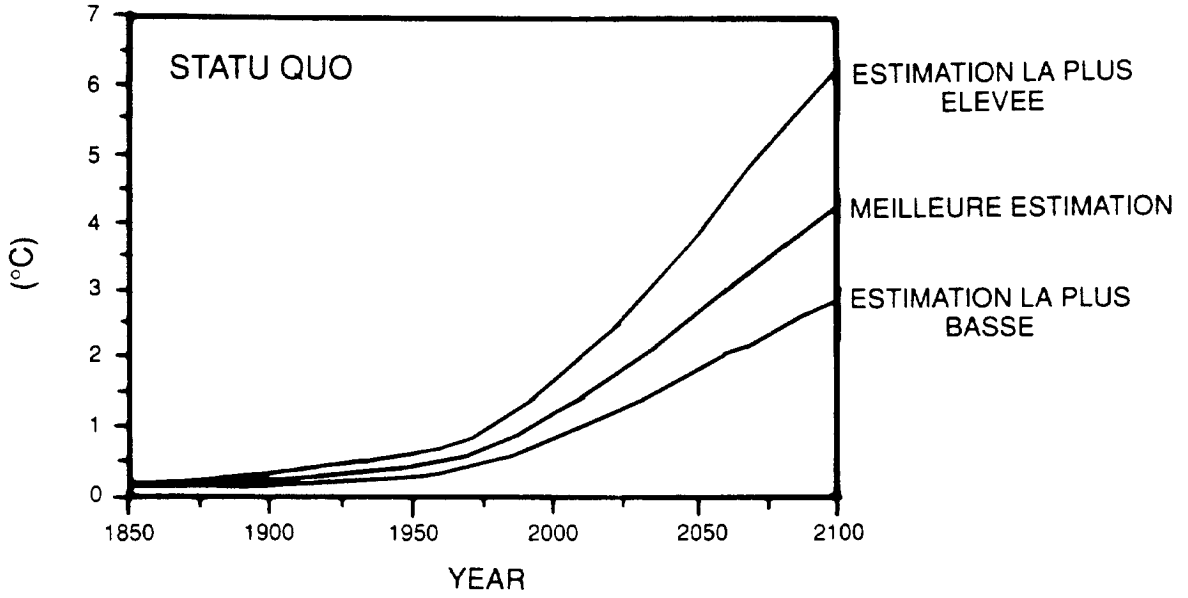
- les sources et les puits de gaz à effet de serre,
- les nuages, qui ont un grand effet sur l'ampleur du changement climatique,
- les océans, qui agissent sur la répartition temporelle et géographique ainsi que sur la vitesse de ce changement,
- les inlandsis polaires, qui influent sur la prévision de l'élévation du niveau marin,
- les composantes du cycle de l'eau

À partir des résultats des simulations des MCG fondées sur la situation courante, le Groupe de travail I de l'IPCC prévoit pour le prochain siècle une augmentation d'environ 0,3 °C (fourchette de 0,2 à 0,5 °C) par décennie de la température mondiale moyenne et la hausse du niveau moyen de la mer à l'échelle planétaire à raison de quelque 6 cm (fourchette de 3 à 10 cm) par décennie (voir la figure 6). De plus, il est fort possible que les masses terrestres se réchaufferont plus rapidement que les océans et qu'aux hautes latitudes (dans l'Arctique canadien par exemple), le réchauffement sera supérieur à la moyenne mondiale en hiver.

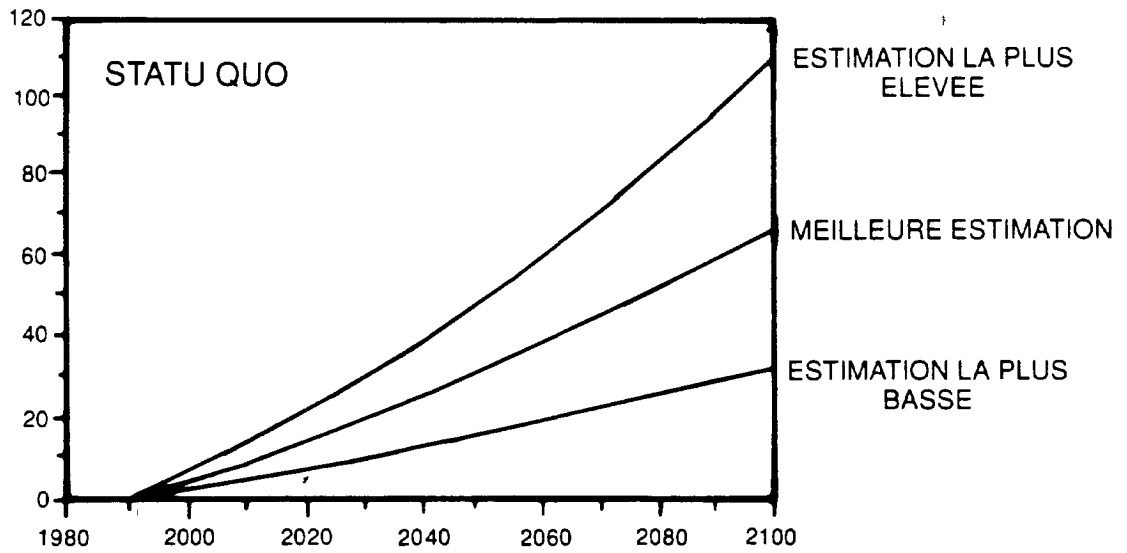
Le changement climatique prévu se produira plus rapidement que tout ce qui s'est jamais produit naturellement sur Terre depuis 10 000 ans. Quand à la hausse du niveau de la mer, elle se produira de trois à six fois plus rapidement qu'on ne l'a observé depuis une centaine d'années.

La Terre a déjà commencé à connaître un véritable réchauffement, de 0,3 à 0,6 °C, au cours du dernier siècle (voir la figure 7). La thèse du réchauffement est fortement renforcée par le fait que, depuis la fin du XIX^e siècle, la plupart des glaciers alpins ont reculé et que le niveau de la mer a monté en moyenne de 1' à 2 mm par année en moyenne. L'expansion thermique des océans et l'accroissement de la fonte des glaciers alpins

ELEVATION DE LA TEMPÉRATURE DEPUIS 1765



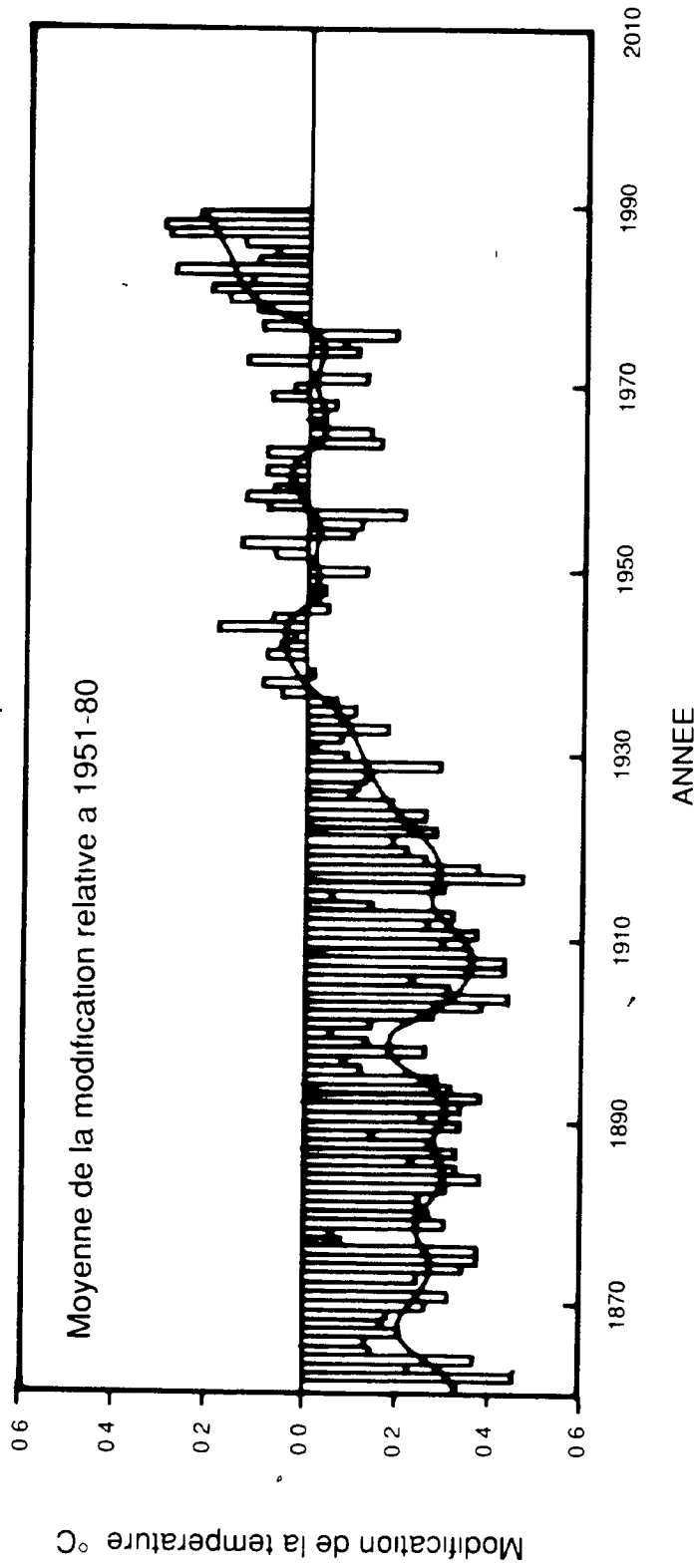
ÉVÉLATION DU NIVEAU DE LA MER



Source Rapport du groupe de travail 1 de l'IPCC

Figure 6

Moyenne globale (terres + océans) de la modification de la température



Source Rapport du groupe de travail 1 de l'IPCC

Figure 7

semblent être liés au réchauffement planétaire et indiquer que la poursuite du phénomène accélérera la montée du niveau marin par rapport à celle observée au cours des derniers siècles (voir la figure 6)

4 0 INCIDENCES SOCIO-ÉCONOMIQUES : LES EFFETS SUR LA PLANÈTE

Bien que l'endroit, la nature et le moment précis d'incidences particulières soient encore entachés de beaucoup d'incertitude scientifique, les scénarios du réchauffement climatique montrent comme inéluctable, à moins d'importantes mesures de prévention ou d'adaptation, qu'il ne se produise des changements profonds qui pourraient bouleverser les économies et l'environnement terrestre. Qui plus est, même si toutes les nations faisaient dès maintenant un vigoureux effort pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, nous sommes déjà sur la voie d'un important réchauffement. L'élévation du niveau de la mer pourra se faire de façon graduelle, mais les déplacements des zones climatiques peuvent, eux, se produire de manière imprévisible (autrement dit, la surprise est probable)

Le Groupe de travail II (GT2) de l'IPCC était chargé de passer en revue les connaissances actuelles sur les incidences possibles du réchauffement à l'échelle de la planète. Il convient de noter que ces incidences sur la planète auront un impact direct et important sur le Canada, elles joueront entre autres sur sa position de concurrence dans le commerce international (dans le domaine des produits agricoles en particulier) et contribueront à résoudre les problèmes économiques et sociaux des pays en développement. Voici donc un résumé, par secteur, des conclusions qu'a atteintes le Groupe est arrivé en se basant sur les résultats des MCG

- Agriculture Il peut y avoir des effets graves dans certaines régions, on risque en particulier une baisse de la production dans les régions déjà très vulnérables qui sont les moins en mesure de s'adapter. À l'échelle régionale, on pourra constater des effets négatifs découlant, d'une part, des changements, associés à la modification du climat, dans les conditions météorologiques et dans les ravageurs et, d'autre part, de changements du taux d'ozone des basses couches dus aux polluants, ce qui nécessiterait des remaniements de la technologie et de la gestion agricole. Les schémas actuels du commerce agricole pourraient être modifiés par une baisse de la production céréalière dans des régions où elle est actuellement élevée, comme l'ouest de l'Europe, le sud des États-Unis et certaines parties de l'Amérique du Sud et de l'Australie.
- Hydrologie et ressources en eau Même des changements climatiques relativement mineurs peuvent causer d'énormes problèmes de ressources

en eau en bien des endroits, surtout dans les régions arides et semi-arides, et les régions humides où l'eau est devenue rare par suite de la demande ou de la pollution. Pour certaines zones circonscrites par exemple, avec un réchauffement de 1 à 2 °C accompagné d'une réduction de 10 % des précipitations, le ruissellement annuel pourrait diminuer de 40 à 70 %.

- Océans et littoraux Le réchauffement mondial accélérera la montée du niveau marin, et modifiera tant la circulation océanique que les écosystèmes marins, d'où des conséquences socio-économiques considérables. Les déplacements de la circulation océanique et les changements des zones de remontée affecteront et la capacité de l'océan de fixer le CO₂ et les habitats des poissons, les déplacements régionaux des zones de pêche auraient aussi des conséquences socio-économiques profondes.
- Faune Le changement climatique modifiera les habitats de la faune et la disponibilité de sa nourriture, ce qui augmentera la pression sur les animaux, il peut s'en suivre une migration des espèces, voire, dans des scénarios du pire, l'extinction de certaines d'entre elles. Par exemple, la glace de mer, sur laquelle repose la chaîne alimentaire de l'Arctique et qui fournit une voie migratoire essentielle pour les morses, phoques et ours polaires, sera considérablement réduite par le changement climatique.
- Établissements humains Les plus vulnérables sont ceux qui sont particulièrement exposés aux catastrophes naturelles : inondations des côtes et des rives de cours d'eau, sécheresses graves, glissements de terrain, violentes tempêtes de vent et cyclones tropicaux.
- Santé Il pourrait y avoir des incidences importantes sur la santé, en particulier dans les grosses agglomérations, en raison des changements de la disponibilité de l'eau et de la nourriture, et d'une accentuation des problèmes de santé si le stress thermique favorise la propagation des infections. La modification des champs de précipitations et de température pourrait changer radicalement la distribution des maladies virales et à transmission vectorielle en les décalant vers des latitudes plus élevées, menaçant ainsi de grandes populations.
- Les pays en développement (PMA) seront probablement très vulnérables aux conséquences du réchauffement climatique. Leur infrastructure leur permet moins de faire face aux phénomènes extrêmes (cyclones tropicaux, sécheresses, etc.). Ils considèrent en outre les pays industrialisés comme la première source historique du problème et s'attendent à ce que ces derniers prennent les devants en leur fournissant technologie.

et ressources pour le résoudre. Ils veulent cependant participer pleinement à la recherche et à la prise de décisions. Le GT2 de l'IPCC recommande que les PMA aient la capacité d'évaluer les incidences du changement climatique et d'intégrer cette information dans leur planification, et que les pays industrialisés participent à la création de structures locales d'évaluation des incidences du changement climatique dans ces pays.

5.0 INCIDENCES NATIONALES SUR LE CANADA

Afin d'élaborer des politiques scientifiquement valables concernant la question de la variabilité et du changement du climat, le gouvernement du Canada a créé en 1978 le Programme climatologique canadien. Un des principaux objectifs en a été de financer des recherches visant à évaluer et détecter les éventuelles incidences sociales et économiques du réchauffement climatique prévu dans un scénario de doublement des concentrations de dioxyde de carbone ou de gaz à effet de serre équivalents. Ces recherches, effectuées pour différentes régions du pays, et d'autres menées à l'échelle de la planète, ont apporté une mine d'informations.

Depuis 1984, une soixantaine d'études des incidences possibles ont été faites au Canada. Environ la moitié ont été entreprises par l'intermédiaire du Programme climatologique canadien et terminées sous contrat donné au Service de l'environnement atmosphérique. Dans la plupart des cas, les chercheurs disposaient des sorties d'un ou plusieurs des MCG pour des scénarios de doublement du CO₂, et en faisaient les données d'entrée de divers modèles socio-économiques. D'autres scénarios, comme les analogues d'années ou même de décades anormales isolées, ont aussi été utilisés.

On trouvera ci-dessous le résumé, par secteur, des conclusions des études canadiennes. Ce sont là des exemples plus spécifiques des incidences mondiales ou des situations qui viennent s'ajouter aux incidences mondiales mentionnées précédemment.

5.1 Ressources terrestres et aquatiques

- Ressources en eau. La plupart des scénarios de réchauffement climatique convergent vers une diminution nette de 25 à 50 % du ruissellement dans le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent, conduisant à une baisse du niveau des lacs et à une moindre production d'hydroélectricité, les bassins versants des latitudes élevées montreront probablement un écoulement et des crues plus prononcés pendant la saison de fonte de la neige.
- Agriculture. Il y a une possibilité de migration des cultures vers le nord, mais elle est généralement limitée par les possibilités du sol,

les ravageurs et les maladies des plantes, de même que la fréquence et la gravité des sécheresses agricoles, augmenteront probablement avec l'allongement et le réchauffement de la saison de croissance, ce qui pourrait entraîner une plus forte demande en services d'irrigation, éventuellement en compétition avec les autres usagers de l'eau (selon les incidences hydrologiques), les pertes économiques subies pendant les années de sécheresse pourraient dépasser tout ce qu'on a connu jusqu'ici

- Foresterie Les écosystèmes forestiers pourraient se décaler vers le nord, avec dans certains cas une réduction du territoire de certaines espèces, il y aurait probablement plus de dommages imputables aux ravageurs et aux feux, les opérations forestières pendant l'hiver seraient sans doute affectées par la brièveté et la douceur de ces saisons dans les régions nordiques
- Pêches en eau douce . Plus de 30 nouvelles espèces pourraient envahir les Grands Lacs par le sud alors que des espèces résidentes disparaîtraient, la fonte du pergélisol pourrait détruire l'habitat des poissons dans le nord du Canada, dans les régions côtières, certaines espèces de poisson pourront quitter leurs zones actuelles, le temps plus doux pourrait être favorable à la croissance de l'industrie de l'aquiculture, la température plus élevée de l'eau permettrait une plus grande production de phytoplancton et augmenterait les eaux habitables en hiver; la productivité estivale pourrait baisser en raison de la trop haute température de l'eau et de l'appauvrissement en oxygène, les populations de poissons pourraient être affectées par la modification des milieux humides côtiers qu'entraînerait la variation du niveau de l'eau (par exemple, la baisse prévue du niveau des Grands Lacs)
- Énergie à l'échelle du continent Les pipelines et autres installations aux latitudes élevées pourront devenir d'un entretien plus difficile en raison de la fonte du pergélisol, la demande saisonnière en chauffage et en climatisation serait probablement modifiée, ce qui toucherait l'alimentation au pays, les exportations et les importations, la production d'hydroélectricité pourra considérablement baisser dans le système des Grands Lacs puisque les niveaux d'eau seraient plus bas, mais on ne s'entend pas en ce qui concerne les autres grands bassins versants
- Transports . La saison de navigation en eau libre de glace serait plus longue, y compris dans l'Arctique et sur les Grands Lacs, mais pourrait coûter plus cher sur les Grands Lacs où les niveaux seraient plus bas, la saison des routes de glace et de neige en hiver aux hautes latitudes serait plus courte.

- Loisirs/tourisme L'incidence serait généralement positive pour les activités d'été mais négative pour celles d'hiver dans le sud (par exemple, le ski dans le sud de l'Ontario), on ne s'entend pas sur les incidences dans les Rocheuses à cause de l'incertitude sur les précipitations

- Catastrophes naturelles À l'heure actuelle, il y a encore une incertitude sur la manière dont la fréquence des phénomènes extrêmes sera modifiée mais on s'attend à un certain nombre de changements, même des changements relativement mineurs des valeurs moyennes des chutes de pluie et des températures peuvent avoir un effet marqué sur la probabilité, l'intensité et la durée des sécheresses et des inondations dans des régions qui y sont fragiles, un allongement de la saison d'eau libre aux latitudes moyennes et élevées (lac Erie, Grand lac des Esclaves, etc) pourrait faire augmenter le nombre de tempêtes locales violentes et d'ondes de tempête sur les rives, la dégradation du pergélisol, une température superficielle de l'eau plus élevée et une augmentation des pluies hivernales peuvent accélérer l'érosion et accroître le nombre de glissements de terrain aux latitudes élevées, sur les rives et dans les régions montagneuses, un temps plus chaud au printemps et en été pourrait conduire à une plus grande fréquence des orages violents, des tornades et des feux de foudre dans les forêts

5.2 Les côtes et les mers

Le Canada est un pays côtier, donnant sur trois océans et possédant plus de 244 000 kilomètres de côtes, donc plus que n'importe quel autre pays. On trouve sur ses côtes un bon nombre de grandes villes et voies de communication, ainsi que de centaines de villages de pêche, dont plus de mille ports de petites embarcations et de nombreuses industries de la pêche. Bien des communautés autochtones sont également situées près des côtes, à proximité des ressources marines naturelles dont qui assurent traditionnellement leur subsistance. Diverses industries, comme les usines de pâtes et papiers, le cabotage, les terminaux portuaires à conteneurs et les raffineries de pétrole, sont aussi situées sur la côte pour profiter du transport maritime. Le réchauffement de l'océan mondial, par expansion thermique de la colonne d'eau, pourrait faire monter le niveau de la mer, et la situation serait accentuée par la fonte de certains des glaciers présentement sur terre. Une élévation d'un mètre du niveau de la mer, par exemple, accroîtrait notablement le risque d'inondation des zones côtières basses par le jeu des fortes marées, des ondes de tempête, du ruissellement des cours d'eau et déferlement, ce qui entraînerait l'érosion des côtes, des dommages aux structures côtières et des modifications à l'habitat terrestre et marin. Comme une grande partie de la côte est rocheuse et plutôt abrupte, les incidences potentielles ne devraient cependant pas être aussi catastrophiques.

que dans les pays où les terres basses côtières sont beaucoup plus vulnérables

Les évaluations actuelles du rythme d'élévation varient de 30 centimètres à 1,1 mètre au cours du prochain siècle, bien que, en de nombreux endroits, les déplacements verticaux de la croûte terrestre dus aux mouvements tectoniques, au relèvement isostatique post-glaciaire ou au prélèvement d'eau souterraine puissent être aussi importants, voire plus, que les changements du niveau moyen de la mer à l'échelle de la planète. Par exemple, le relèvement de la péninsule de Gaspésie atteint 40 centimètres par siècle, alors que Terre-Neuve, 400 kilomètres plus à l'est, s'enfonce d'environ 50 centimètres par siècle. Un relèvement de la terre correspond à une baisse relative du niveau de la mer et la subsidence à une hausse. Il faut intégrer tous ces facteurs pour connaître les changements nets du niveau de la mer, qui varieront donc beaucoup d'une région à l'autre.

Parmi les principales incidences possibles, en plus de celles mentionnées en 4.0

- Changements dans l'océan. La sécurité et le transport maritimes, les besoins de bris de la glace et les configurations météorologiques seront touchés par ces changements, qui sont dus à une diminution de la superficie et de l'épaisseur de la glace de mer; modification des dates d'englacement et de déglacement, taux plus élevé de production d'icebergs, changements de grande échelle dans la circulation océanique, les configurations des vagues, etc., en raison du nouveau régime des vents, et des changements dans la température, la salinité et les courants des eaux côtières avec l'intensification du cycle hydrologique.
- Infrastructure côtière. Sur la côte, certaines communautés résidentielles et propriétés commerciales seraient menacées (par exemple, à Vancouver, Charlottetown, Saint-John), les inondations de terres augmenteraient, les traits de côte naturels seraient érodés, les égouts pluviaux et les approvisionnements d'eau fraîche seraient affectés.
- Pêches. Modification de la distribution, de l'abondance, de la diversité et des voies de migration des espèces de poissons, par exemple, la limite sud naturelle des salmonidés dépend de facteurs climatiques, de même que la diversité des espèces pour les pêches de la côte est. Un réchauffement des eaux côtières affecterait la distribution géographique d'espèces comme le calmar et le maquereau sur la côte de l'Atlantique et le merlu et le thon sur la côte du Pacifique, d'où peut-être une abondance plus grande et des pêches nouvelles ou plus étendues. Certaines populations nordiques de salmonidés pourraient avoir une

production plus élevée car les conditions seraient plus favorables. La possibilité de prévoir les incidences sur les espèces marines est cependant limitée par l'insuffisance de notre base de connaissances. Il faudra effectuer d'autres recherches.

- Énergie des zones extra-côtières. On peut prévoir une modification des coûts aux sites de l'océan Arctique puisque la couverture de glace de mer serait moindre, bien que l'allongement de la saison d'eau libre puisse entraîner des tempêtes plus violentes accompagnées de hautes vagues, il pourrait y avoir davantage d'icebergs dans l'est de l'Arctique et du Groenland, ce qui affecterait les activités au large de la côte atlantique, avec le réchauffement de l'océan, on pourrait constater une plus grande fréquence des tempêtes tropicales ou ouragans qui atteignent le plateau Scotian et les autres zones de forage dans la partie canadienne de l'Atlantique.

5.3 Incidences régionales

Plus l'échelle géographique est petite, moins les prévisions d'incidences sont fiables, en particulier pour les échelles régionale ou locale. On peut néanmoins avancer quelques-unes des incidences régionales possibles pour le Canada.

5.3.1 Région de l'Atlantique (Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Île-du-Prince-Édouard, Terre-Neuve)

- On pourrait avoir des pertes de plusieurs milliards de dollars en raison des effets négatifs de l'élévation du niveau de la mer sur les infrastructures côtières.
- La saison de pêche côtière serait plus longue et on pourrait s'attendre à une croissance marquée de l'industrie aquicole.
- La réduction de la glace de mer devrait entraîner une des coûts de bris de la glace, et peut-être du temps de fermeture des activités d'exploration pétrolière et gazière, en revanche les coûts de recherche et de sauvetage pourraient monter avec l'augmentation de la circulation maritime commerciale, récréative et de pêche.
- On peut s'attendre à d'importants changements dans l'industrie agricole, certaines variétés et méthodes de culture seraient moins appropriées (par exemple, l'industrie de l'airelle à feuilles étroites pourrait bénéficier d'un nombre plus petit de jours sans gel, alors que celle de la pomme de terre souffrirait),

- Le ruissellement devrait augmenter et, par voie de conséquence, le potentiel hydroélectrique du Labrador, par contre, dans les Maritimes, le potentiel serait à la baisse.

5.3.2 Région du Centre (Québec et Ontario)

- Le volume transporté sur les Grands Lacs pourrait augmenter avec l'allongement de la saison de navigation, les coûts en seraient cependant plus élevés en raison de la baisse du niveau des eaux
- Certaines espèces résidentes de poisson pourraient disparaître des Grands Lacs; les études montrent que plus de 30 nouvelles espèces pourraient par contre les envahir
- On verrait une diminution des besoins en chauffage résidentiel pendant l'hiver, contrebalancée par une hausse de la climatisation en été, la production d'hydroélectricité baisserait dans le sud, mais augmenterait dans le nord
- La saison de croissance pourrait allonger d'environ 50 jours dans le nord et 60 dans le sud, le stress hydrique dans le sud ferait baisser les rendements de principales cultures d'aujourd'hui, le grain, le blé, le maïs et le soya deviendraient rentables dans les régions nord, du moins là où le sol s'y prête
- Les principales zones marécageuses s'assécheraient, ce qui réduirait les habitats fauniques
- On pourrait constater un décalage vers le nord des zones forestières, une augmentation des forêts de bois dur et une diminution de la forêt boréale, une augmentation du rythme de croissance de la forêt, un accroissement des dommages dus aux maladies, aux insectes et au feu, une réduction des activités forestières en hiver
- Le nombre de jours de ski pourrait baisser de 40 à 70 % dans le sud du Québec, et l'industrie du ski dans le sud de la région de la baie Georgienne, en Ontario, pourrait même être condamnée

5.3.3 Région des Prairies (Manitoba, Saskatchewan et Alberta)

- Il y a dans ces trois provinces suffisamment de place pour permettre une migration de l'agriculture vers le nord dans le cas d'un

changement de climat, la plus grande partie des terres disponibles pourrait fournir des fourrages, qui sont profitables sur des terres arides avec irrigation, la région de la rivière de la Paix et d'Athabaska pourrait connaître une expansion agricole grâce à d'autres cultures

- Les conditions de teneur en eau du sol empireraient sans doute dans le bassin de la rivière Saskatchewan, mais on ne s'entend pas sur les changements que pourrait subir l'écoulement des principaux tributaires du bassin, puisqu'une incertitude persiste sur les nouvelles structures du couvert nival des Rocheuses, principale source du ruissellement, il semble probable que les sécheresses agricoles seraient plus fréquentes et plus graves, il faudra procéder à une évaluation plus poussée de l'intensité et de la durée des précipitations avant de pouvoir se prononcer sur les ressources en eau
- La Saskatchewan pourrait s'attendre à connaître à l'occasion des années d'extrême sécheresse (comme 1961), donc à des pertes pour l'économie agricole d'environ 2 milliards de dollars et 8000 années-personnes, selon une étude
- La capacité de charge des prairies herbeuses baissera, de même pour les besoins en fourrages en raison des températures plus élevées, les ravageurs et les maladies affecteront davantage le bétail et les cultures
- Même si l'on prévoit des pertes de rendements pour certaines cultures dans certaines régions, le secteur dans son ensemble pourrait compenser en semant des cultures plus résistantes à la sécheresse et aux maladies, ou en modifiant les pratiques de culture et d'utilisation des terres ou la diversification des cultures dans une région donnée

5 3.4 Région du Pacifique (Colombie-Britannique et Yukon)

- On devra peut-être prendre des mesures de protection pour les régions côtières basses qui sinon seraient submergées par l'élévation du niveau de la mer
- Il y aura probablement plus de précipitations en hiver, surtout sur la côte, ce qui entraînera probablement des inondations locales et glissements de terrain plus fréquents, les changements seraient moins importants en été, avec une possibilité de quantités moindres dans l'intérieur
- Le saumon du Pacifique et d'autres poissons qui remontent les rivières pourraient être affectés par la hausse des températures

de l'eau qui seraient donc moins favorables, ce qui pourrait conduire à une importante mortalité avant la fraye

- La vulnérabilité des espèces pélagiques au changement climatique varie avec chacune, un réchauffement des eaux du Pacifique ferait accroître les stocks d'espèces migrant du sud (par exemple, le thon, le merlu et le calmar)
- Sur les forêts de la côte ouest, l'incidence la plus marquée sera probablement l'augmentation des risques dus au feu, aux ravageurs et aux maladies

5.3.5 Nord du Canada

- Une trajectoire plus nordique des perturbations et une plus grande étendue d'eau libre conduiront à une augmentation des précipitations dans l'Arctique, surtout en automne et en hiver, la saison nivale sera plus courte, mais les accumulations plus élevées, avec pour conséquence des crues de printemps plus fortes dans les rivières arctiques et sub-arctiques
- La saison de glace sera plus courte et l'épaisseur en diminuera notablement, il en découlera des saisons plus courtes de routes d'hiver (sur glace) et des saisons plus longues pour le transport maritime et la circulation des barges en eau libre
- La dégradation du pergélisol et l'épaississement de la couche active auront pour conséquence une plus grande instabilité du terrain dans les zones discontinues; les limites des zones de pergélisol reculeront lentement vers le nord au fil des siècles, d'où une incidence sur les bâtiments et les pipelines
- La modification des habitats et de la migration de la faune aurait des répercussions sur la subsistance et le mode de vie des autochtones.
- L'érosion des côtes et la dégradation des rivages s'accéléreront en raison de l'élévation du niveau de la mer et du rétrécissement du pergélisol côtier.

5.4 Orientation future des études d'incidence

La plupart des études sur les incidences potentielles reposent sur des scénarios qui supposent généralement le climat prévu dans le cas d'un doublement du CO₂ atmosphérique (ou de son équivalent). Pour isoler les

effets du changement climatique, on a supposé invariants les autres facteurs qui influencent l'activité sociale et économique (démographie, technologie, etc) En raison de l'échelle grossière des sorties des MCG et de l'information limitée qu'elles donnent sur les éléments du climat autres que la température, il a fallu faire d'autres hypothèses hardies lors du travail sur les incidences. De plus, on n'a pas totalement couvert la question de l'adaptation, tant au changement des conditions moyennes qu'à la variabilité connue du climat. Malgré ces restrictions, la recherche a permis de détecter une gamme de répercussions possibles du changement climatique

Les recherches futures devraient inclure des études régionales multi-sectorielles intégrées, des analyses de sensibilité visant à détecter les vulnérabilités et des études des phénomènes extrêmes Ces besoins sont décrits plus en détail à la section ci-dessous

6.0 RÉTRÉCIR LA MARGE D'INCERTITUDE : BESOINS EN ANALYSE, EN RECHERCHE ET EN DONNEES

Les Canadiens, par l'entremise de leurs gouvernements, sont confrontés à un dilemme de politique sur la façon dont réagir à la question des gaz à effet de serre et du changement climatique Il faudra, malgré le manque de connaissances scientifiques exhaustives, prendre des décisions sur les mesures de restriction et les stratégies d'adaptation Ces décisions auront alors des répercussions directes sur le développement économique et industriel, sur la santé et la salubrité de l'environnement, ainsi que sur le développement durable du pays

Vis à vis tant de lui-même que de la communauté mondiale, le Canada a cinq grandes responsabilités dans la recherche de l'amélioration des connaissances et des prévisions Pour contribuer à la réduction des incertitudes mentionnées en 3 0, le Canada doit s'engager plus vigoureusement

- 1) à la recherche de politiques sur les stratégies de réduction des émissions de gaz à effet de serre et les adaptations ou réactions au changement climatique,
- 2) à un nouvel élan dans l'intégration des études régionales des incidences du changement climatique,
- 3) à la collecte, l'archivage et l'analyse de données sur son propre territoire,
- 4) aux efforts de modélisation du système climatique par le biais d'un super-ordinateur dédié et d'un personnel plus nombreux,
- 5) à une participation marquée au Canada, dans le cadre des efforts de recherche mondiaux, de manière à mieux comprendre et quantifier les

processus qui régissent le système climatique, et en particulier ses répercussions pour le Canada

Le besoin le plus pressant est de renforcer les études axées sur les politiques. On n'a jusqu'ici fait au Canada que peu de travail sur les études de politiques visant à tester, avec des modèles économétriques et autres, les diverses stratégies de limitation des émissions de gaz à effet de serre et à adapter les systèmes économétriques aux stratégies de réduction et au réchauffement climatique.

Le second besoin est celui de mener dans plusieurs nouvelles directions les travaux sur les incidences. L'une d'entre elles fait appel à des analyses multisectorielles intégrées pour des régions choisies (comme le bassin du Mackenzie, le bassin des Grands Lacs, les Prairies). Ces études régionales poussées permettraient l'incorporation des autres facteurs économiques, sociaux et physiques et devraient envisager des stratégies d'adaptation. On pourrait tirer de ces études de sensibilité une meilleure compréhension des perspectives d'adaptation dans les activités économiques. Elles ne reposent pas sur un scénario climatique unique, mais permettent de cerner les processus par lesquels les systèmes sociaux et économiques réagissent aux modifications de l'environnement. Il ne faut pas oublier non plus que le Canada sera influencé par le changement de climat non seulement à son échelle, mais aussi à celle de la planète, en raison des modifications du commerce international, des problèmes de réfugiés ou de possibles litiges de souveraineté. De plus, on a déjà élargi le champ des travaux sur les incidences en couvrant plus que les moyennes climatiques. La nature essentiellement variable du climat, actuel et à venir, est un facteur dont tiennent compte les études des effets des phénomènes extrêmes et de la variabilité interannuelle (par exemple, fréquence, durée et gravité des sécheresses) sur les économies et les collectivités.

Vient ensuite le besoin d'améliorer et de tenir à jour une base suffisante de données élémentaires sur la masse terrestre et les eaux territoriales du Canada, tant au moyen des réseaux d'observation classiques qu'à l'aide de données de télédétection par satellite. En plus de ces efforts de collecte de données, il est urgent de permettre l'accès à des bases de données numériques par le biais de catalogues et répertoires normalisés. Un troisième élément de ce programme exhaustif de données fait appel à la reconstitution des climats du passé. Il existe déjà un certain nombre d'outils puissants qui trouvent maintenant une application au problème qui se pose actuellement : comment faire la différence entre les variations naturelles du climat et les effets à grande échelle que peut avoir l'activité humaine sur le climat présent et futur. Ce sont les méthodes de datation paléontologiques, chimiques et radiométriques; le carottage des dépôts dans les lacs, la glace des glaciers et les profondeurs de l'océan, les

indicateurs substitutifs de la température, comme l'oxygène 16/18 et les rapports eau/deutérium, les restes fossilisés et sous-fossilisés de plantes et d'animaux, les mesures de la portée et de la vitesse des changements physiques du paysage. Ces outils font tous partie d'une base de connaissances mondiale en expansion. Les données paléoclimatiques prennent de plus en plus d'importance dans l'évaluation et l'étalonnage des modèles climatiques mathématiques.

L'observation de la Terre depuis l'espace offre un moyen extraordinaire de mesurer un certain nombre de paramètres de l'atmosphère, de la glace et de l'océan, ainsi que le couvert végétal et l'utilisation des terres sur tous les continents. On y fera donc énormément appel pour suivre de près un bon nombre des incidences nationales et régionales mentionnées en 5.0. Néanmoins, les observations satellitaires sont un complément aux observations détaillées des stations en surface, mais ne sauraient en aucun cas les remplacer.

On a constaté une sérieuse dégradation des réseaux d'observation essentiels depuis le milieu des années 1970, dégradation imputable en grande partie aux réductions de ressources financières et humaines imposées par les gouvernements fédéral et provinciaux. Par exemple, 5 des 37 stations aérologiques du Canada ont été fermées depuis les années 1970, alors que, déjà, le réseau ne correspondait pas aux normes mondiales. Parmi les besoins particulièrement criants en données de base provenant des réseaux en surface et des satellites, on peut citer

- (1) l'augmentation du nombre très limité de stations climatologiques de référence qui permettrait de détecter les tendances régionales à long terme,
- (2) la mesure des changements dans la chimie de l'atmosphère et des océans,
- (3) l'évaluation des changements constatés dans l'utilisation des terres, et des taux de déforestation et de boisement, et
- (4) l'accentuation des observations satellitaires de la masse terrestre du Canada et des eaux adjacentes.

Il faut également poursuivre sur la lancée des premiers succès du Canada en matière de MCG. Le Centre climatologique canadien a élaboré un modèle à la fine pointe du progrès. Pour les scientifiques qui se penchent sur les incidences sociales et économiques que pourrait avoir le changement climatique au Canada, c'est ce qui a permis qu'ils mènent leurs recherches au moyen de projections des climats futurs à une échelle beaucoup plus fine que ce qu'offraient auparavant les modèles élaborés dans d'autres pays. Ce type de modélisation du système climatique est l'outil de synthèse de base qui permet de rassembler toutes les informations sur le climat, la glace, la neige, les océans, la végétation et le couvert de la terre, ce qui est indispensable pour prévoir les conséquences des changements dans la composition de l'atmosphère et dans l'utilisation des terres. Si nous voulons rester acteurs et non spectateurs dans cette recherche vitale, une démarche

s'impose qu'un super-ordinateur dédié soit accessible aux spécialistes de la modélisation du climat, et pas seulement dans le domaine de la circulation générale, mais aussi aux océanographes, biologistes et chimistes effectuant la modélisation de sous-systèmes du grand système climatique. D'autres pays se sont déjà beaucoup engagés dans ce sens, comme l'Australie, avec 8 millions de dollars par année et 25 nouveaux postes, le Royaume-Uni et l'Allemagne de l'ouest, avec de nouveaux centres et immeubles, des ordinateurs dédiés et 60 ou 70 personnes de plus.

Enfin les modèles qui simulent le système climatique ont besoin non seulement d'une quantité suffisante de données fiables, mais aussi d'une compréhension quantitative des nombreux processus et "boucles de rétroaction" qui entrent en jeu dans le système. La recherche sur ces processus est un des pivots du Programme mondial de recherches sur le climat (PMRC) et du Programme international géosphère/biosphère (PIGB). Sur le plan international, ces programmes se déroulent essentiellement sous l'égide de l'Organisation météorologique mondiale et du Conseil international des unions scientifiques, un organisme non gouvernemental. Parmi les projets particulièrement importants du PMRC qui demandent un apport non négligeable du Canada, figurent l'ECOM (Expérience sur la circulation océanique mondiale), l'ISCCP (Projet international d'établissement d'une climatologie des nuages à l'aide de données satellitaires) et le GEWEX (expérience mondiale sur l'énergie et le cycle de l'eau). Dans le cadre du PIGB, l'IGAC (programme international sur la chimie de l'atmosphère mondiale), le JGOFS (étude conjointe du flux des océans du globe) et le GCTE (changement global et écosystème terrestre) sont aussi des projets très importants. La contribution du Canada à ces efforts mondiaux devrait reposer sur des travaux visant à comprendre les processus en jeu au Canada, tant sur terre que dans les eaux adjacentes, et destinés à améliorer les prévisions du futur climat canadien.

7 0 LE CONTEXTE INTERNATIONAL

Il est urgent que soient adoptées des politiques concertées entre les gouvernements fédéral et provinciaux sur les réductions d'émissions de gaz à effet de serre, sur le boisement et sur la science. La réunion des ministres, dans le cadre de la deuxième Conférence mondiale sur le climat, qui se tiendra à Genève du 29 octobre au 7 novembre 1990, sera la première occasion d'engagements politiques vers la réduction des émissions et d'autres mesures prises sur la base du rapport de l'IPCC. La conférence sera immédiatement suivie de discussions lors de l'Assemblée générale des Nations Unies, à New-York, et par l'ouverture de négociations formelles sur une convention mondiale, en janvier 1991. Une entente devrait donc être conclue d'ici la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement qui se tiendra au Brésil en juin 1992. L'état de l'environnement atmosphérique oblige à ce que des mesures internationales soient prises rapidement. Au rythme actuel des émissions et des changements d'utilisation des terres,

chaque décennie de retard impose à l'atmosphère de la planète une autre augmentation de 8 % des gaz à effet de serre par rapport aux niveaux pré-industriels

De fortes pressions dans le sens de mesures mondiales rapides se font jour, en particulier de la part de la Communauté européenne et de la Scandinavie. De plus, bien des pays en développement commencent à voir dans le réchauffement mondial et l'élévation du niveau de la mer une question de justice économique, sociale et environnementale entre le Nord et le Sud. Le monde industrialisé est à la source du problème, puisqu'il a affaibli la résistance de l'atmosphère, et, aux yeux des pays en développement, il porte une responsabilité particulière. Ceux-ci pensent que les pays industrialisés doivent réparer les dommages imposés à l'environnement mondial, et fournir au Sud l'assistance économique et technique qui leur permettra de cheminer vers le développement sans ajouter (ou le moins possible) à ces dommages.

Avec le début des négociations internationales, on demandera probablement aux pays de prendre des engagements sur plusieurs questions, dont en premier celle des émissions de gaz à effet de serre. Pour examiner l'évolution annuelle dans chaque pays des émissions de CO₂ et de certains des principaux gaz à effet de serre, on peut utiliser la même approche que le sous-groupe sur l'énergie de l'IPCC. Dans cette optique, les changements constatés au cours d'une année dans un pays sont fonction 1) des changements du Produit intérieur brut, 2) du changement d'intensité énergétique (autrement dit, de la consommation d'énergie par unité du PNB) et 3) du changement d'intensité en carbone (qui est le changement dans la quantité de carbone émis par unité d'énergie consommée). Nul n'attendra dans ces discussions qu'un pays limite volontairement la croissance de son PNB. On espère par contre que tous, et en particulier les pays industrialisés très énergivores comme le Canada, s'engagent à des réductions à long terme des facteurs 2) et 3), l'intensité énergétique et l'intensité en carbone.

De plus, le Canada est considéré comme possédant un potentiel énorme pour augmenter les puits de CO₂, en particulier s'il se dote d'un programme dynamique de boisement. Il faut très sérieusement envisager de replanter les vastes terres insuffisamment repourvues (TIR) et de reboiser les grandes terres sous-exploitées du Canada.

En raison des pressions de l'Europe et du monde en développement, ainsi que des fortes préoccupations des Canadiens pour l'environnement, il devient impératif de formuler rapidement une politique canadienne responsable. Elle devra concerner les questions de l'amélioration de l'intensité énergétique et de l'intensité en carbone, du reboisement, du rétrécissement des incertitudes économiques et scientifiques, ainsi que de l'aide aux pays en développement. Que ce résumé aide à la formulation de cette politique, voilà notre souhait.

8 0 CONCLUSION

La communauté scientifique, tant au Canada que dans le reste du monde, est quasi unanime à dire que les augmentations, qu'on a déjà observées et qui se poursuivent, dans les concentrations de gaz à effet de serre d'origine anthropique résulteront en un réchauffement planétaire et en une élévation du niveau de la mer sans précédent, à moins d'une substantielle réduction des émissions. Ces changements surviendront dans le prochain siècle, mais pas nécessairement à un rythme régulier, et, pour certains pays, pourraient avoir des conséquences catastrophiques. En ce qui concerne le Canada, il peut s'attendre à certaines incidences directes positives, mais à de nombreuses négatives, et ne pourra éviter les grandes répercussions dues aux importants changements que subira le commerce mondial, surtout dans le domaine de l'agriculture, et au problème des millions de réfugiés de l'environnement à la recherche de terres plus élevées, à mesure que montera le niveau de la mer.

Le secteur de l'énergie devra particulièrement s'attacher à élaborer des stratégies de réduction des émissions de gaz à effet de serre. À l'échelle mondiale, au cours des années 1980, les utilisations de l'énergie ont contribué à la moitié de l'intensification du forçage radiatif par les augmentations des abondances de gaz à effet de serre, un quart provenait des CFC et le reste des méthodes d'utilisation des terres (deboisement et agriculture). On a déjà pris des mesures pour limiter les émissions de CFC dans le cadre du Protocole de Montréal, mais maintenu le statu quo pour les autres gaz à effet de serre, on s'attend donc à ce que, entre 2000 et 2025, le secteur de l'énergie apporte presque les deux tiers des augmentations, et la déforestation et l'agriculture environ 30 %.

Sur les plans tant international que national, le Canada devra oeuvrer main dans la main avec les autres pays pour réduire les concentrations à l'échelle de la planète des gaz à effet de serre. Il lui faudra alors disposer d'un dynamique programme d'économie et d'efficacité de l'énergie, mettre graduellement de côté les combustibles fossiles comme sources d'énergie et faire un effort de reboisement. La plupart de ces mesures seront bénéfiques en elles-mêmes, d'autres par contre pourront exiger un coût notable de l'économie et de la société.

En plus de ces mesures visant à réduire, avec d'autres pays, les concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre, un politique canadienne complète devrait comprendre trois autres volets : l'élaboration d'une série de stratégies d'adaptation, l'appui aux études, aux recherches et à la surveillance destinées à rétrécir le champ des incertitudes scientifiques et économiques, et enfin un plan d'aide aux pays en développement

Même ce qu'on pourra faire de plus vigoureux à l'échelle de la planète pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et pour reboiser ne nous permettra pas d'éviter un certain réchauffement du climat. Il faudra donc s'adapter au nouveau climat du monde. L'adaptation aux incidences possibles du changement climatique devrait faire intervenir l'élaboration de plans pour mettre toutes les chances de notre côté, comme choisir les essences forestières qui conviendront le mieux aux rotations futures, planifier la réponse aux nouvelles demandes saisonnières d'énergie et améliorer la planification du littoral.

En 60, on trouve les grandes lignes des types de recherche, d'études et de surveillance qui permettront de rétrécir la marge d'incertitude, et fourniront les données de fond grâce auxquelles choisir les stratégies de limitation et d'adaptation. Il faut intensifier l'étude et la mesure du système naturel et des modifications que lui ont infligées les hommes, mais il faut de façon plus urgente procéder à une série d'études analytiques indépendantes pour déterminer comment, à moindre coût, réduire l'apport de l'humanité aux concentrations de gaz à effet de serre.

Règle générale, les pays en développement veulent participer activement aux efforts mondiaux tentant de régler le problème des gaz à effet de serre et du changement climatique. Par contre, la plupart d'entre eux manquent des moyens financiers qui leur permettraient les premières dépenses d'investissement vers l'économie d'énergie, l'utilisation de combustibles non fossiles et le reboisement, même si, à long terme, cet investissement doit déboucher sur la rentabilité économique. Pour qu'un effort réellement mondial puisse se faire en ce domaine, le monde industrialisé doit trouver un quelconque moyen de surmonter ces premiers obstacles.

Ce sont là des questions pressantes. Chaque décennie qui s'écoule nous condamne à une nouvelle augmentation, par rapport aux niveaux pré-industriels, de 8 % du forçage radiatif dû aux gaz à effet de serre. Pour qu'une convention mondiale efficace puisse être négociée d'ici 1992, date de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, tous les pays devront rapidement décider des politiques à suivre.