

Changements climatiques et foresterie :



1998

Actes du colloque

Table des matières

Actes du colloque Changements climatiques et foresterie : impacts et adaptation

Le présent document contient les textes des conférences présentées lors du colloque « Changements climatiques et foresterie : impacts et adaptation » tenu à Baie-Comeau, les 20 et 21 avril 2005. Ces textes n'engagent que la responsabilité des auteurs.

Actes du colloque Changements climatiques et foresterie : impacts et adaptation

Édition et diffusion

Responsable de l'édition

Anh Thu Pham
Ouranos
550, rue Sherbrooke Ouest
Tour Ouest, 19^e étage
Montréal (Québec) H3A 1B9
Site Web d'Ouranos : <http://www.ouranos.ca>

Diffusion

Ressources naturelles Canada
Gouvernement du Canada
Service canadien des forêts
Centre de foresterie des Laurentides
1055, rue du PEPS, C.P. 3800
Sainte-Foy (Québec) G1V 4C7
Site Web du CFL : <http://www.cfl.scf.rncan.gc.ca>

Conception graphique et réalisation

Tommy Ferland, la Fabrik

Crédits photos

Stock Photos

Impression

Peter Hayfield, Formulogic

Le site Web du colloque :
<http://www.mrnfp.gouv.qc.ca/colloque-climat/index.asp>

Document écrit
No catalogue : Fo114-3 / 2005F
ISBN : 0-662-70903-9

PDF
No catalogue : Fo114-3 / 2005F-PDF
ISBN : 0-66-70904-7

Contexte et objectifs du colloque 4

Programme 5

Remerciements 6

Les changements climatiques au 21^e siècle : mythe ou réalité ? 8

Les changements climatiques et la productivité forestière 13

*Adaptation aux changements climatiques :
la génétique peut-elle nous servir ?* 18

*Les fréquences historiques, actuelles et futures des feux
au Québec : conséquences pour l'aménagement forestier durable* 22

*Les changements climatiques et les ravageurs indigènes
et exotiques : une nouvelle réalité ?* 26

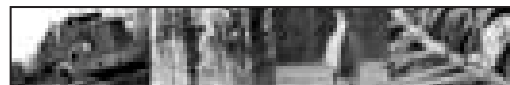
Impacts des changements climatiques sur la faune 31

*Impacts des changements climatiques sur les
opérations forestières et mesures d'adaptation actuelles et futures* 36

Adapter la gestion forestière aux changements climatiques 40

Annexe 1 : Participants et conférenciers 44

Annexe 2 : Comité organisateur 46



Les changements climatiques au 21^e siècle : mythe ou réalité ?

Les changements climatiques semblent causer une modification graduelle des statistiques climatologiques et du cycle hydrologique pour plusieurs régions du monde. Les inquiétudes se font grandissantes et généralisées puisque le réchauffement de l'atmosphère induit par l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre (GES) devrait s'accélérer au cours des cinquante prochaines années. Ces constats et prévisions sont basés sur un consensus scientifique bien exprimé dans le rapport de 2001 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Pourtant, plusieurs médias, intervenants politiques et économiques ainsi que quelques scientifiques soulèvent toujours des doutes quant à l'évolution du climat et ses causes. Ce rapport reflète-t-il toujours les connaissances scientifiques acquises depuis ? Les changements en cours et anticipés seront-ils revus à la hausse ou à la baisse lors du prochain rapport prévu pour 2007 ? Est-il justifié d'atteindre les objectifs du protocole de Kyoto et de négocier de nouvelles réductions d'émissions de GES pour la période post-Kyoto ? Et même s'il y a changements climatiques, les modifications appréhendées sont-elles significatives ? L'ampleur des impacts justifie-t-elle des réductions et une adaptation à de nouvelles conditions ? L'avenir socio-économique et environnemental du Québec est-il à risque à cause de ces changements et des moyens mis de l'avant pour les minimiser ? Nous tenterons de répondre à ces questions par un survol des connaissances actuelles en matière de changements climatiques.

Introduction

Les changements climatiques inquiètent les experts en climatologie et science de l'atmosphère depuis plus de 20 ans (GIEC 2001a). Depuis quelques années, une communauté beaucoup plus vaste qui ne s'intéresse pas tant à la science du système climatique en changement, mais plutôt aux impacts des changements en cours et à venir, a émergé (GIEC 2001b). Certaines études ont été amorcées suite aux avertissements de la communauté scientifique, mais dans la plupart des cas, ce sont plutôt les effets ressentis qui ont engendré des initiatives pour anticiper les impacts des changements climatiques et identifier les solutions d'adaptation les moins coûteuses afin d'y faire face. À titre d'exemple, Ouranos, un consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques est né de la nécessité d'aider plusieurs organismes publics et parapublics à quantifier la nature des impacts en cours et à venir, et à développer des stratégies d'adaptation à l'échelle de la province de Québec (Ouranos 2004).

Le système climatique en changement

L'instance internationale reconnue en matière de changements climatiques, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (www.ipcc.ch) a été créé vers la fin des années 80 afin de faire la lumière sur les affirmations de scientifiques à l'effet que

l'émission de gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique dans l'atmosphère contribuait à réchauffer lentement mais sûrement le système climatique. La température planétaire, pourtant très stable depuis plusieurs siècles, amorcerait une dérive, affectant du même coup le cycle de l'eau. Après deux rapports confirmant et précisant les inquiétudes, le GIEC publie en 2001 un troisième rapport d'évaluation particulièrement bien étayé sur 1) la science (GIEC 2001a), 2) les impacts et stratégies d'adaptation (GIEC 2001b) et 3) la réduction des GES et les aspects socio-économiques (GIEC 2001c). De nombreux autres rapports nationaux (NRCan 2002a et b) et régionaux (Ouranos 2004) abondent dans le même sens : le climat est en changement. Une accélération des modifications semble désormais incontournable et les impacts sont de plus en plus significatifs.

Les changements du dernier siècle

L'ampleur et la rapidité du réchauffement du climat au cours du siècle dernier sont sans précédent dans l'histoire de l'humanité. En particulier, le climat de l'hémisphère Nord se serait réchauffé en moyenne de 0,6 °C depuis le début du 20^e siècle et la décennie de 1990 aura été la plus chaude de toutes. Contrairement aux épisodes de réchauffement antérieurs, il s'agit là d'un phénomène observable à l'échelle planétaire. Même en considérant d'autres contributions de nature géologique ou astronomique, le GIEC attribue cette hausse des températures à l'effet de serre accru engendré par l'augmentation

des concentrations de GES dans l'atmosphère depuis le début de la révolution industrielle. Depuis 1750, la concentration de CO₂, un des GES de référence, a augmenté de plus de 30 % pour atteindre 367 ppm en l'an 2000. Cette augmentation est due à 75 % à l'utilisation de combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel), la portion restante étant le résultat de changements dans l'utilisation des sols, par exemple suite à la déforestation. Les concentrations de plusieurs autres GES, certains étant apparus avec l'industrialisation, sont également en hausse.

L'objectif minimal serait donc de stabiliser les concentrations à 2xCO₂, ce qui exigera des engagements successifs équivalents à une dizaine de fois les objectifs du protocole de Kyoto.

nouveau climat sous l'effet du doublement des GES par rapport au début de la période industrielle.

Augmentation de la température

Selon l'ensemble des scénarios et des simulateurs climatiques utilisés, les températures dans le monde augmenteraient en moyenne de 1,5 à 6,0 °C au cours du 21^e siècle. Sous les latitudes les plus nordiques, les hausses pourraient être impressionnantes et supérieures d'environ 40 % à la moyenne. De plus, sous les latitudes nordiques



Une hausse inévitable des émissions de GES

Les émissions de GES devraient continuer à augmenter au cours des prochaines décennies. Cependant, l'éventail des scénarios d'émission est assez large vu l'incertitude liée à l'efficacité des mesures de réduction adoptées par l'ensemble de la planète (le Protocole de Kyoto par exemple). Advenant une certaine stabilisation des émissions dans l'ensemble des pays industrialisés, il importe de tenir compte de l'importance croissante des émissions de GES des pays en développement et particulièrement ceux de l'Asie et du Pacifique. Or, ces pays au poids démographique considérable devraient réaliser, au cours des prochaines décennies, un rattrapage important quant à leur niveau de vie, augmentant ainsi les émissions de GES. Selon ces scénarios, les concentrations de CO₂ passeraient ainsi de 360 ppm en 2000 à un seuil variant de 540 à 970 ppm en 2100, soit une augmentation de deux à trois fois et demi la concentration de référence de la période préindustrielle (280 ppm).

Les projections courantes laissent présager des augmentations annuelles de 2 % des émissions de GES pour les 25 prochaines années, ce qui est cohérent avec des scénarios où la concentration des GES est quatre fois la concentration de référence prévue pour le début du prochain siècle. Stabiliser les concentrations à un niveau constant est d'autant plus difficile qu'il faut des centaines d'années aux systèmes océaniques et terrestres pour récupérer les GES excédant la capacité d'absorption de ces systèmes à l'équilibre.

Des concentrations de trois à quatre fois le niveau de concentration de référence sont susceptibles d'apporter des changements climatiques difficiles à prévoir et hautement non linéaires, et risquent de faire basculer le climat vers des régimes comportant des coûts et des difficultés d'adaptation énormes ou inacceptables. L'objectif minimal serait donc de stabiliser les concentrations à 2xCO₂, ce qui exigera des engagements successifs équivalents à une dizaine de fois les objectifs du protocole de Kyoto.

D'énormes efforts devront donc être déployés pour éviter les scénarios 4xCO₂ tout en admettant qu'il est inévitable de devoir s'adapter à un

moyennes et élevées, les précipitations devraient s'accroître au cours de la seconde moitié du 21^e siècle. Ces changements devraient être accompagnés de variations temporelles et régionales plus importantes, c'est-à-dire que les changements graduels envisagés à l'échelle mondiale risquent d'être plus brusques et chaotiques à l'échelle régionale.

Pour le Québec, les simulateurs mondiaux de climat permettent d'envisager pour la fin du siècle un scénario moyen d'augmentation des températures en été de 2 à 3 °C dans le sud (sous le 50° parallèle) avec des précipitations augmentant de 0 à 5 %, alors que dans le nord (au-delà du 50° parallèle) la même hausse des températures conduirait à une hausse des précipitations de 5 à 10 %. En hiver, les températures seraient plus élevées de 3 à 4 °C dans le sud avec une augmentation importante des précipitations de 10 à 20 %, alors que dans le nord, les températures augmenteraient de 4 à 5 °C avec des précipitations sous forme de pluie ou de neige plus élevées de 10 à 25 %.

Il faut cependant rappeler que la résolution spatiale des simulateurs mondiaux de climat est de l'ordre de 400 km. Ces simulateurs n'indiquent donc que les tendances pour une région de la taille du Québec. Seule l'utilisation d'un simulateur régional à plus haute résolution spatiale pourra préciser les effets locaux, par exemple, de la proximité d'étendues d'eau majeures et de montagnes sur la circulation atmosphérique à grande échelle comme le courant jet, la trajectoire des tempêtes et des anticyclones. En plus d'avoir recours à un simulateur climatique à plus haute résolution, il faudra aussi tenir compte de l'augmentation de l'évaporation associée aux températures plus élevées pour évaluer l'impact sur le cycle hydrologique.

Impacts en cours et appréhendés

Les données concernant le territoire, les formations géologiques, le climat, les zones de végétation ainsi que la population, l'économie et l'emploi nous amènent à considérer la problématique des changements climatiques au Québec en fonction de quatre régions distinctes : l'Arctique, la région Ressources, la région Maritime et le Sud du Québec. Pour chacune de ces régions, l'impact des changements climatiques

risque de se faire sentir de façons différentes, en raison non seulement de l'importance des changements climatiques qui surviendront, mais aussi de la réaction de l'environnement à ces changements et des conditions initiales prévalant dans les diverses régions.

La région Arctique

La région Arctique est probablement celle qui subira les plus importants changements quant au climat et à la modification de l'environnement, avec la fonte anticipée d'une grande partie du pergélisol, par exemple. Même si les populations touchées sont peu nombreuses, les contraintes de son territoire, notamment au plan de l'éloignement et de l'étendue ainsi que du climat, rendent l'adaptation plus complexe.

La région Ressources

Plus au sud, l'impact potentiel des changements climatiques sur les grands réservoirs et les grandes exploitations forestières revêt une importance économique majeure. L'ampleur du territoire exige une analyse qui tienne compte des phénomènes climatiques propres à chaque sous-région ou bassin-versant.

Les forêts

Puisque la présence et la santé des arbres sont fortement liées aux conditions climatiques et vu l'importance de l'industrie forestière dans l'économie québécoise, les impacts des changements climatiques sur les forêts auront probablement des conséquences considérables sur la société québécoise.

Plusieurs études ont démontré qu'une augmentation des températures et des concentrations de CO₂ pourraient avoir un effet positif sur la croissance et la productivité de plusieurs essences forestières. Par contre, les changements climatiques pourraient favoriser les populations d'insectes nuisibles, les maladies et les événements climatiques extrêmes tels le verglas, les vents violents et les sécheresses. De plus, selon les périodes examinées, les études ne concluent pas toutes à un plus grand risque d'incendie. Cependant, une sécheresse accrue ajoutée à des orages plus fréquents pourraient entraîner une plus grande fréquence des feux de forêt.

Malheureusement, les connaissances sur l'impact des changements climatiques sur les forêts sont pour le moment parcellaires et incomplètes. Des études concernant la réaction de certaines plantes à des changements environnementaux ont été réalisées, mais il faudrait mieux connaître leur réaction en milieu naturel où elles entrent en compétition avec d'autres espèces.

La production hydroélectrique

Tant sur le plan économique que sur celui de la sécurité énergétique, il est évidemment important de déterminer les impacts des changements climatiques sur le parc de production existant. Il est tout aussi important d'en tenir compte pour les aménagements à venir puisque les échelles de temps de l'évolution du climat correspondent à celles de la planification des grands ouvrages hydroélectriques. De plus, l'hydroélectricité offre des avantages énormes par rapport à l'utilisation des hydrocarbures du point de vue de la réduction des émissions de GES et constitue donc une source d'énergie appelée à être utilisée et dont le plein potentiel devra être développé dans les décennies à venir.

La région Maritime

En raison du rehaussement du niveau de la mer, de la diminution de la période d'englacement et de la possibilité d'une amplification des tempêtes, la région Maritime pourrait connaître une accentuation des problèmes d'érosion côtière. Comme la population, les axes de transport et l'économie de cette région sont très fortement concentrés en bordure de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, l'impact pourrait y être très important. Le désir des populations de s'établir près des rives vient accentuer cette problématique. L'accentuation de l'érosion côtière aurait des impacts importants notamment en coûts d'infrastructures municipales et routières, mais aussi en dommages aux propriétés résidentielles et commerciales situées au bord de la mer.

(...)les impacts des changements climatiques sur les forêts auront probablement des conséquences considérables sur la société québécoise.

La région Sud du Québec

Le Sud du Québec, où se concentrent la grande majorité de la population et des activités économiques très diverses, sera touché de plusieurs manières. L'agriculture, le tourisme, le transport terrestre et maritime, la demande en énergie, la gestion de l'eau, la santé, les habitats humains et les écosystèmes sont autant d'aspects qui seront touchés directement et indirectement.

Les écosystèmes et la biodiversité

La préservation des écosystèmes et de la biodiversité est l'une des préoccupations majeures liées aux changements climatiques. En raison de la baisse des niveaux d'eau et des hausses de température de l'eau qui pourraient en découler, les changements climatiques rendent les écosystèmes aquatiques et les milieux humides particulièrement vulnérables. Les oiseaux migrateurs qui utilisent les milieux humides côtiers et les régions arctiques, les amphibiens et les reptiles de même que les autres espèces qui se servent des glaces arctiques font partie des espèces les plus à risque. La région Sud, qui présente une grande diversité biologique risque aussi d'être touchée. Le lac Saint-Pierre constitue une réserve mondiale de la biosphère qui abrite diverses espèces aquatiques parmi les plus à risque.

L'agriculture, le transport maritime et routier et le tourisme

En agriculture, les impacts varieront considérablement selon les types d'activités agricoles (cultures céréalières, plantes fourragères, arbres fruitiers, horticulture ou élevage). Ces modifications pourraient avoir des conséquences sur la rentabilité de l'industrie agricole en fonction des stratégies d'adaptation qui seront adoptées. La disponibilité de l'eau constitue l'un des enjeux majeurs des changements climatiques pour cette industrie. En effet, il semble que l'agriculture pourra s'adapter assez efficacement au réchauffement des températures par le choix des cultures s'il y a une bonne irrigation.

En transport, l'enjeu majeur réside dans les niveaux d'eau du Saint-Laurent qui pourraient affecter considérablement la navigation commerciale dans le fleuve et la position commerciale du port de Montréal. Les changements climatiques affectant la région des Grands Lacs pourraient réduire substantiellement le débit du fleuve à certaines périodes.

Le tourisme est l'une des activités économiques les plus importantes pouvant être affectée par les changements climatiques de façon tant négative que positive. En effet, dans bien des cas, le climat est l'une des principales ressources sur laquelle est fondée l'activité touristique, directement (soleil, beau temps, neige et glace) ou indirectement (paysages et végétaux). Ainsi, face à un réchauffement des températures, les centres de ski pourraient devoir effectuer des investissements supplémentaires pour maximiser leur enneigement. D'autres activités hivernales dans le Sud du Québec, telles le ski de randonnée ou la

Le Québec étant une région nordique, un quelconque réchauffement du climat devrait pouvoir avantager certains secteurs économiques et certains marchés externes.



motoneige, pourraient connaître des difficultés croissantes. Par contre, plusieurs autres activités récréatives bénéficieraient largement du réchauffement des températures, qu'il s'agisse des activités nautiques, du golf, de sports pratiqués à l'extérieur ou encore de la randonnée en forêt, favorisant ainsi l'ensemble de l'industrie touristique québécoise.

La santé humaine et la demande d'énergie

Sur le plan de la santé humaine, des étés plus chauds comportant de plus longues périodes de canicules et une dégradation de la qualité de l'air, particulièrement dans le sud, entraîneraient une augmentation des maladies respiratoires et cardiovasculaires et du taux de mortalité, même si une acclimatation progressive peut réduire considérablement l'impact initial. Il pourrait aussi y avoir un accroissement des maladies infectieuses et du stress, du niveau de tensions sociales et psychologiques, ainsi que des risques pour la santé au travail. Des expériences récentes en Europe ont démontré la très grande vulnérabilité de certaines populations à une augmentation importante et soutenue des températures.

Sur le plan de la demande d'énergie, les besoins en chauffage devraient diminuer dans les secteurs résidentiel, commercial et institutionnel alors que les besoins en climatisation augmenteraient. Cependant, comme la consommation d'énergie pour fins de chauffage est, au Québec, très largement supérieure à celle de la climatisation, les changements climatiques devraient se traduire par une réduction des besoins totaux ainsi que par une diminution encore plus importante de la demande de pointe, plus coûteuse à satisfaire.

La gestion de l'eau

Les modifications combinées des températures et des précipitations pourraient occasionner une diminution des écoulements des principaux

tributaires du Saint-Laurent au cours des mois de juillet à septembre, ce qui pourrait entraîner des difficultés pour les municipalités quant à l'alimentation en eau de surface. Les baisses et augmentations saisonnières des débits et du ruissellement causées par une modification du régime pluviométrique auront des conséquences directes sur le transport, le temps de séjour et la dilution des polluants, de même que sur la température de l'eau et, par conséquent, sur sa qualité.

Les événements climatiques extrêmes et la variabilité naturelle

Bien qu'il existe un fort degré de certitude sur l'augmentation des événements climatiques extrêmes dans le contexte des changements climatiques, les simulateurs climatiques existant ne permettent pas de prédire avec précision l'ampleur de l'augmentation de ce type d'évènement ni leur distribution. L'expérience récente a par ailleurs démontré que les événements climatiques ont des conséquences économiques

économiques majeures. Ce phénomène tient en particulier à la richesse accrue de nos sociétés. La vulnérabilité croissante des économies modernes en raison du haut niveau de dépendance technologique qui les caractérise est aussi un facteur aggravant.

Les solutions d'adaptation

Le Québec étant une région nordique, un quelconque réchauffement du climat devrait pouvoir avantager certains secteurs économiques et certains marchés externes. Il sera toutefois important d'identifier ces impacts positifs et d'adopter des mesures pour prendre avantage des changements anticipés.

La conception de ces mesures requiert une analyse détaillée qu'il n'est souvent pas encore possible de réaliser. Dans bien des domaines, le niveau d'incertitude est élevé en ce qui concerne l'ampleur des impacts, leur nature et la vitesse à laquelle ils s'imposeront. Il est important de faire le lien avec les statistiques historiques en tenant compte du fait que les variations climatiques historiques ne sont plus garantes du futur et ne permettent pas nécessairement d'estimer correctement le niveau de risque. En particulier, pour les événements climatiques extrêmes, il n'est pas souhaitable d'attendre que le signal devienne statistiquement significatif avant d'agir. Il s'agit en effet de développer une approche de gestion du risque dans un monde incertain.

Pour évaluer les impacts régionaux, il faut prévoir les températures, les niveaux de précipitations et les bilans hydriques avec une résolution spatiale suffisamment élevée, les simulateurs climatiques globaux ayant une capacité prédictive relativement faible à l'échelle des bassins versants, des écozones, et des régions urbaines et rurales. La définition des mesures d'adaptation requiert des prévisions avec un haut degré de confiance. À court terme, il s'avère donc stratégique de mieux cerner les vulnérabilités et les risques tout en investissant dans une science du climat générant des scénarios plus précis et applicables à l'échelle régionale.

Conclusion : une solution globale

Les impacts potentiels sont importants et, dans certains cas, déjà mesurables. La solution optimale aux changements climatiques consiste à réduire le plus rapidement possible les émissions de GES de façon à minimiser les changements qui surviendront.

L'adaptation aux changements climatiques sera donc nécessaire et constitue un volet essentiel et complémentaire à la réduction des émissions de GES. À cette fin, une analyse portant sur l'évolution du climat et le lien avec les impacts biophysiques constitue la première étape d'une stratégie d'adaptation visant à minimiser les coûts ou tirer avantages des opportunités. De plus, il est nécessaire d'obtenir des scénarios de prévisions qui correspondent dans le temps et dans l'espace aux impacts sectoriels potentiels. En attendant les simulateurs régionaux permettant l'évaluation précise des impacts, l'identification des vulnérabilités constitue une première phase de l'analyse.

L'analyse des impacts biophysiques et économiques constitue la deuxième étape de la stratégie d'adaptation. Souvent, les changements climatiques viendront accentuer une problématique existante ou émergente. Cette analyse nécessite la participation du plus grand nombre possible d'intervenants pour que les analyses portent sur les vraies questions et les bons indicateurs de vulnérabilité. Elle constitue en outre une garantie de la mise en œuvre des mesures d'adaptation identifiées.

L'adaptation aux changements climatiques comporte un éventail de solutions en fonction de l'horizon temporel telles la sensibilisation des populations concernées à de nouveaux comportements, le développement de produits adaptés ou la modification des critères de conception des équipements et la définition de nouvelles politiques et de nouveaux programmes et règlements. Souvent, l'adaptation aux changements climatiques peut s'intégrer à des mesures mises en œuvre à d'autres fins et à de saines pratiques de gestion du risque. Enfin, il importe de mentionner qu'une bonne partie de l'adaptation est spontanée et n'a qu'à être facilitée ou orientée.

Références

- GIEC. 2001. *Bilan 2001 de l'évolution du climat : Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II, et III au troisième rapport d'évaluation du GIEC.*
- GIEC. 2001a. *Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au troisième rapport d'évaluation du GIEC.*
- GIEC. 2001b. *Bilan 2001 des changements climatiques : Conséquences, adaptations et vulnérabilité. Contribution du Groupe de travail II au troisième rapport d'évaluation du GIEC.*
- GIEC. 2001c. *Bilan 2001 des changements climatiques : Mesures d'atténuation. Contribution du Groupe de travail III au troisième rapport d'évaluation du GIEC.*
- Ouranos. 2004. *S'adapter aux changements climatiques. 91 pages.* < <http://www.ouranos.ca/cc/changclim9.pdf> >.
- Ressources naturelles Canada. 2002a. *Impacts et adaptation liés au changement climatique : perspective canadienne. La foresterie. Direction des impacts et de l'adaptation liés au changement climatique, Gouvernement du Canada, Ottawa.*
- Ressources naturelles Canada. 2002b. *Impacts et adaptation liés au changement climatique : perspective canadienne. Les ressources en eau. Direction des impacts et de l'adaptation liés au changement climatique. Gouvernement du Canada, Ottawa.*

