

CHAPITRE 6

Ontario



Auteurs principaux :

Quentin Chiotti¹ et Beth Lavender²

Collaborateurs :

Ken Abraham (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario), John Casselman (Queen's University), Steve Colombo (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario), Philippe Crabbé, (Université d'Ottawa), Bill Crins (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario), Rob Davis (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario), Al Douglas (MIRARCO), Paul A. Gray (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario), Lawrence Ignace (Environnement Canada), Chris Lemieux (Waterloo University), Rob McAlpine (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario), Martyn Obbard (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario), Charles O'Hara (ministère des Transports de l'Ontario), Jacqueline Richard (MIRARCO), Carrie Sadowski (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario), Daniel Scott (Waterloo University), Mark Taylor (AMEC Earth and Environmental), Ellen Wall (Guelph University)

Notation bibliographique recommandée :

Chiotti, Q. et B. Lavender. « Ontario », dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*, D.S. Lemmen, F.J. Warren, J. Lacroix and E. Bush (éditeurs); Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario), 2008, pp. 227-274.

¹ Pollution Probe, Toronto (Ontario)

² Division des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques, Ressources naturelles Canada, Ottawa (Ontario)

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION.....	231
2 CONTEXTE RÉGIONAL : CONDITIONS ACTUELLES ET FUTURES.....	233
2.1 Situation démographique et état de la santé.....	233
2.2 Pouvoirs publics et institutions.....	234
2.3 Croissance économique et développement.....	234
2.4 Énergie – production, transport et demande.....	235
2.5 Tendances et prévisions atmosphériques.....	236
3 SENSIBILITÉ, IMPACTS ET VULNÉRABILITÉ : PERSPECTIVES POUR LES SOUS-RÉGIONS.....	241
3.1 Sous-région sud.....	241
3.1.1 Écosystèmes.....	241
3.1.2 Gestion des ressources hydriques.....	243
3.1.3 Santé humaine.....	245
3.1.4 Agriculture.....	250
3.1.5 Énergie.....	251
3.1.6 Transports.....	253
3.1.7 Tourisme et loisirs.....	254
3.2 Sous-région centrale.....	255
3.2.1 Écosystèmes.....	255
3.2.2 Foresterie.....	256
3.2.3 Gestion des ressources hydriques.....	258
3.2.4 Transports.....	258
3.2.5 Tourisme et loisirs.....	259
3.2.6 Santé humaine.....	259
3.2.7 Énergie.....	259
3.2.8 Exploitation minière.....	259
3.2.9 Agriculture.....	260
3.3 Sous-région nord.....	260
3.3.1 Écosystèmes.....	260
3.3.2 Transports.....	261
3.3.3 Gestion des ressources hydriques.....	261
3.3.4 Santé humaine.....	262
3.3.5 Énergie.....	262
3.3.6 Exploitation minière.....	262
4 SYNTHÈSE.....	263
4.1 Préoccupations principales.....	265
4.2 Vulnérabilité et capacité d'adaptation.....	266
4.3 Conclusions et recommandations.....	268
5 REMERCIEMENTS.....	268
6 RÉFÉRENCES.....	268

PRINCIPALES CONCLUSIONS

L'équilibre social, économique et culturel de l'Ontario est régi par le climat. Sa vulnérabilité à la variabilité et à l'évolution du climat a été mise en évidence par les impacts de phénomènes météorologiques récents : sécheresses, fortes précipitations, tempêtes de verglas ou de vent et vagues de chaleur. Parmi ces impacts figuraient des pénuries d'eau, une baisse du niveau des eaux des Grands Lacs, des inondations, des feux de forêt, des baisses de la production agricole, des dégâts aux infrastructures et aux biens, des pannes de courant et des épidémies d'origine hydrique.

Depuis 1948, la moyenne des températures annuelles en Ontario a monté de près de 1,4 °C. On projette une poursuite de cette tendance, les hausses de température les plus prononcées devant avoir lieu l'hiver. Les projections indiquent également que la fréquence des épisodes de pluies intenses, des vagues de chaleur et des épisodes de smog est appelée à augmenter.

L'infrastructure physique, la qualité de l'eau et l'approvisionnement en eau, la santé et le bien-être des populations humaines, les collectivités éloignées et celles qui dépendent des ressources naturelles, ainsi que les écosystèmes, sont particulièrement sensibles au climat. Le degré de vulnérabilité des systèmes dépend de leur aptitude à s'adapter aux modifications qu'apportent les stress d'origine tant climatique que non climatique.

Dans toutes les régions de la province, des **phénomènes climatiques perturbent des infrastructures essentielles**, notamment les systèmes de traitement et de distribution de l'eau, les équipements de production et de transport de l'énergie et les réseaux de transport, et la fréquence de ces perturbations va probablement augmenter dans l'avenir. Ces dernières années, des inondations causées par des épisodes de temps violent ont perturbé les voies de transport et de communication, causant des dommages évalués à plus de 500 millions de dollars. Des pannes de courant de longue durée, touchant de vastes pans de territoire, ont été occasionnées par des défaillances des réseaux de transport et de distribution d'électricité. La baisse du niveau des eaux dans les Grands Lacs pourrait compromettre la navigation et réduire la production hydroélectrique de plus de 1 100 mégawatts.

Des **pénuries d'eau** ont été constatées dans le sud de la province, et on prévoit que leur fréquence augmentera avec la hausse des températures estivales et des taux d'évaporation. Certaines parties des comtés de Durham, de Waterloo et de Wellington, et le rivage du sud de la baie Georgienne, où les scénarios de croissance démographique indiquent que la population continuera de croître de manière sensible, seront de plus en plus vulnérables aux pénuries d'eau au cours des 20 prochaines années.

La santé des résidents de l'Ontario est menacée car ils sont exposés à des risques de maladies, de blessures et de décès prématurés résultant de phénomènes climatiques tels que les conditions extrêmes, les vagues de chaleur, les épisodes de smog, ainsi que les changements d'ordre écologique qui favorisent la propagation des maladies à transmission vectorielle. La mortalité liée à la chaleur pourrait plus que doubler dans le sud et le centre de l'Ontario d'ici les années 2050, tandis que la mortalité imputable à la pollution atmosphérique pourrait progresser de 15 à 25 p. 100 pendant la même période. On prévoit une augmentation de la fréquence des précipitations extrêmement abondantes, comme celles qui ont contribué en mai 2000 au déclenchement de l'épidémie d'*E. coli* à Walkerton (Ontario), entraînant la mort de sept personnes et provoquant quelque 2 300 cas d'infection. L'adaptation à ces épisodes, tels que les systèmes d'alerte au smog, est désormais chose courante, et certaines villes ont récemment instauré des systèmes d'avertissement de chaleur intense.

Les collectivités éloignées et tributaires des ressources ont gravement souffert de la sécheresse, des inondations dues aux embâcles, des incendies de forêts et du réchauffement des hivers, qui ont entraîné des évacuations répétées, perturbé des liens de transport essentiels et mis à rude épreuve les économies fondées sur la forêt. L'élévation projetée des températures hivernales continuera de faire

raccourcir la saison d'utilisation des routes d'hiver, limitant ainsi les possibilités de livraison de matériaux de construction, de produits alimentaires et de carburants à de nombreuses collectivités et villages miniers éloignés du nord. L'augmentation de la fréquence des incendies de forêts et des proliférations de ravageurs aura des incidences néfastes sur la santé et l'économie des collectivités tributaires de la forêt, en particulier dans les parties les plus septentrionales de la forêt boréale de l'Ontario.

Les écosystèmes de l'Ontario subissent des stress sous l'action conjuguée du changement climatique, de l'activité humaine et des perturbations naturelles, comme le feu, les proliférations d'insectes et les épidémies. Les terres humides sont particulièrement sensibles et ont subi des pertes spectaculaires ces dernières années, en particulier dans le sud de l'Ontario. Les changements constatés de l'abondance relative des espèces de poissons dans le sud de l'Ontario révèlent que des espèces d'eaux froides ou tempérées cèdent graduellement leur place à des espèces d'eaux chaudes. Les modifications de la composition des écosystèmes aquatique et terrestre dans la région de la baie d'Hudson et le déclin du nombre et de l'état de santé des ours blancs et des phoques sont autant d'exemples d'impacts déjà en cours. Les baisses des niveaux d'eau des Grands Lacs que l'on projette pour l'avenir continueront de mettre en péril les terres humides qui, aujourd'hui, assurent l'intégrité des rivages, freinent l'érosion, filtrent les matières contaminantes, absorbent les excédents d'eau pluviale, et fournissent un habitat important aux poissons et à la faune en général. Les espèces envahissantes deviendront probablement plus nombreuses et plus abondantes dans les Grands Lacs, ce qui exigera de modifier les infrastructures ou les méthodes de gestion propres à la situation.

L'Ontario jouit d'une forte capacité d'adaptation au changement climatique, comme semble l'indiquer toute une gamme d'indicateurs, dont la richesse économique, les niveaux de technologie, d'information et de compétences, les infrastructures, les institutions, le capital social et le degré d'équité. Cependant, cette capacité n'est pas uniformément répartie d'une sous-région et d'un secteur à l'autre. La province commence à s'adapter. C'est ainsi que le changement climatique a été intégré dans certaines planifications et prises de décisions à long terme, notamment par certains services de protection de la nature (p. ex., gestion des eaux pluviales) et de santé publique (p. ex., systèmes d'avertissement de chaleur intense). Il est possible d'intégrer rapidement l'adaptation au changement climatique dans le processus décisionnel, comme l'illustrent, par exemple, la *Loi sur l'eau saine* et d'autres lois, règlements ou activités planifiées reliés, entre autres, aux programmes de renouvellement des infrastructures, aux programmes d'intervention en cas de baisse du niveau des eaux et aux stratégies de développement.

1 INTRODUCTION

L'équilibre social, économique, environnemental et culturel de l'Ontario a été, pour une bonne part, façonné par la géographie de la région, ses ressources naturelles et son climat. Bien que la plupart des secteurs d'activité de la province soient relativement bien adaptés au climat actuel, des phénomènes climatiques extrêmes peuvent causer un préjudice considérable. Le réchauffement du climat se manifeste par les changements des conditions climatiques tant moyennes qu'extrêmes que connaît l'Ontario, et cette situation persistera. Des phénomènes climatiques récents comme les sécheresses, les inondations, les vagues de chaleur et la récurrence d'hivers plus cléments ont eu diverses répercussions en Ontario : pénuries d'eau, incendies de forêts, baisse des niveaux de l'eau des Grands Lacs, baisse de la production agricole, pannes de courant et épidémies d'origine hydrique. Ces répercussions elles-mêmes ont entraîné des coûts économiques et sociaux considérables, qui portent à s'interroger sur la vulnérabilité de l'Ontario au changement climatique à venir. Les conséquences jugées les plus préoccupantes, tant aujourd'hui que pour l'avenir, varient cependant d'une sous-région à l'autre de la province.

La capacité d'adaptation de l'Ontario aura une forte incidence sur l'importance des impacts du changement climatique que la province aura à subir. Les indicateurs de la capacité d'adaptation les plus communément retenus sont les ressources économiques, l'accès à la technologie, à l'information et à la compétence, et le degré de préparation des infrastructures et des institutions (voir le chapitre 2; Smit *et al.*, 2001). Sur la base de ces seuls éléments, on peut déduire que l'Ontario dispose d'une capacité élevée à s'adapter de manière effective au changement climatique. La mise en œuvre de cette capacité dépendra des individus, de l'industrie, des collectivités, des institutions et de l'intégration par les pouvoirs publics du changement climatique – en même temps que d'autres facteurs importants – dans le processus de prise de décisions. On relève cependant des différences importantes dans les capacités d'adaptation d'une sous-région à l'autre et entre les différents secteurs d'activité. Il est également possible que certains changements du climat se manifestent trop rapidement pour permettre une adaptation effective des écosystèmes, des systèmes sociaux et de l'industrie. À défaut de décisions bien informées au moment de la planification de l'adaptation, décisions incidemment rendues possibles par une meilleure compréhension des vulnérabilités actuelles, de l'ampleur des changements futurs attendus et de leurs moments de survenue, on peut craindre un recours à des mesures inadéquates ou une mauvaise adaptation, situation qui aurait pour conséquence involontaire d'accroître les vulnérabilités au changement climatique.

Le présent chapitre sert à présenter une évaluation des problèmes les plus importants que le changement climatique fera vraisemblablement surgir en Ontario. Le chapitre s'articule en quatre sections. Après l'introduction, la section 2 propose un tour

d'horizon des principaux facteurs environnementaux, démographiques et économiques actuels et futurs qui conditionnent la vulnérabilité au changement climatique. La section 3 présente l'état des connaissances actuelles sur les sensibilités au climat, les impacts climatiques et la capacité d'adaptation des trois sous-régions (décrites ci-dessous; voir la figure 1), et met en lumière les risques et, lorsqu'on dispose d'informations suffisantes, les possibilités que peut offrir un climat en évolution. La section 4 offre une synthèse des résultats pour l'ensemble des sous-régions, et identifie les domaines pouvant présenter les problèmes les plus préoccupants. L'analyse se penche sur les risques sociaux, économiques et environnementaux auxquels les Ontariens se trouvent confrontés du fait des impacts du changement climatique, à l'échelle des régions, des secteurs et des collectivités. Elle propose également une analyse des facteurs susceptibles d'aggraver le degré de vulnérabilité aux modifications futures du climat ainsi que le rôle des institutions dans le renforcement de la capacité d'adaptation et, enfin, examine le besoin d'intégrer l'adaptation au changement climatique dans les processus de planification à long terme. On a illustré différents aspects de la gestion du risque climatique à l'aide d'études de cas.



FIGURE 1 : Les trois sous-régions de l'Ontario dont il est question dans le présent chapitre (extrait modifié tiré de Ressources naturelles Canada, 2002).

ENCADRÉ 1

Sous-régions de l'Ontario retenues aux fins de la présente analyse

SUD

Principaux écosystèmes : plaines à forêts mixtes et Grands Lacs; renferme 40 p. 100 des espèces menacées du Canada

Comprend : Windsor, London, Kitchener-Waterloo, Hamilton, Niagara Falls, Toronto, Peterborough, Kingston, Ottawa, Orillia, Barrie, Owen Sound

Économie : secteur des services, industrie manufacturière, tourisme, agriculture

CENTRE

Principal écosystème : Bouclier boréal

Comprend : Pembroke, North Bay, Sudbury, Sault-Sainte-Marie, Timmins, Cochrane, Thunder Bay, Kenora, Armstrong, Sioux Lookout, Huntsville, Red Lake, Pickle Lake

Économie : foresterie et exploitation minière, secteur des services, tourisme, transports

NORD

Principaux écosystèmes : Bouclier boréal, Plaines hudsoniennes, baie d'Hudson-baie James (maritime); les marais littoraux abritent 50 p. 100 de la population de bernaches cravant pendant la migration, et assurent une halte migratoire pour plus de 2,5 millions d'ois des neiges.

Comprend : Moosonee, Kashechewan, Attawapiskat, Fort Severn, Sandy Lake

Économie : exploitation minière, pêche, foresterie, tourisme, activités de subsistance

La plupart des travaux publiés depuis la dernière évaluation nationale, l'*Étude pancanadienne* (voir le chapitre 1; Smith *et al.*, 1998), ont porté sur les répercussions biophysiques, en accordant une place moindre aux impacts sociaux et économiques et à la capacité d'adaptation. Certaines lacunes importantes identifiées dans l'*Étude pancanadienne* persistent à ce jour, notamment en ce qui concerne certains secteurs (p. ex., le secteur minier), sous-régions (p. ex., le Nord), collectivités (p. ex., collectivités de Premières nations) et phénomènes extrêmes (p. ex., sinistres couverts ou non par une assurance). La plupart des recherches portent sur les impacts négatifs du changement climatique. De ce fait, les impacts positifs (bénéfiques) peuvent ne pas être bien compris. Indiscutablement, tout comme il faudra s'adapter pour réduire au minimum les impacts négatifs, il faudra également le faire pour tirer avantage efficacement des possibilités que le changement climatique pourrait présenter pour l'Ontario.

Aux fins de la présente évaluation, l'Ontario a été subdivisé en trois sous-régions en fonction de certaines caractéristiques physiographiques, sociales et économiques (voir la figure 1 et l'encadré 1). Cette structure permet de faire ressortir le fait que les impacts les plus préoccupants, et la capacité à s'y adapter, varient d'une sous-région à l'autre de la province, ce qui exige, selon toute vraisemblance, l'adoption de mesures d'adaptation tenant compte des circonstances particulières à chaque sous-région.

La sous-région sud s'étend vers l'est, à partir de la pointe la plus méridionale du territoire canadien, jusqu'à la frontière du Québec. Elle est bordée au sud et à l'ouest par les lacs Huron, Érié et Ontario et par le Saint-Laurent, et au nord par le Bouclier précambrien de la sous-région centrale. La sous-région sud est la plus densément peuplée du Canada; elle contient en effet huit des seize agglomérations urbaines les plus peuplées, dont sa plus grande ville, Toronto. La topographie de cette sous-région s'étage des reliefs les plus plats, dans le sud-ouest et le sud-est, aux reliefs plus accidentés de l'escarpement du Niagara, la majeure partie du paysage naturel de cette région ayant été modifiée pour les besoins de l'aménagement urbain, des réseaux de transport et de l'agriculture. Bien que les Grands Lacs se situent aussi bien en bordure du territoire de la sous-région sud que de celle du centre, on les a considérés, aux fins du présent chapitre, comme composant un système unique faisant partie de la sous-région sud.

La sous-région centrale, occupant plus de la moitié du territoire de la province, est dominée par les massifs boisés recouvrant le Bouclier précambrien, aux abondantes richesses minérales. On y trouve un certain nombre de villes de taille moyenne, comme Sudbury et Thunder Bay, mais cette sous-région se caractérise plutôt par de vastes espaces faiblement peuplés. Des collectivités tributaires de l'industrie primaire, de l'exploitation minière et forestière, et du tourisme se répartissent principalement le long des voies de transport principales. Cette sous-région renferme la grande majorité des collectivités qui dépendent de la forêt et des mines. Les deux tiers du réseau autoroutier de l'Ontario, qui, avec les lignes de chemin de fer, relie l'est et l'ouest du Canada, se trouvent dans cette sous-région.

La sous-région nord s'étend de la limite nord de la sous-région centrale jusqu'aux rivages de la baie d'Hudson et de la baie James. Elle est faiblement peuplée, principalement par de petites collectivités autochtones affiliées à la Première nation Nishnawbe-Aski. La partie septentrionale du territoire de cette sous-région se caractérise par la présence de pergélisol continu ou discontinu. Le terrain essentiellement plat et mal drainé constitue un habitat crucial pour les oiseaux migrateurs. Cette sous-région dépend de son réseau de plus de 3 000 km de routes d'hiver pour assurer l'approvisionnement de nombreuses collectivités éloignées, pour lesquelles le transport aérien est la seule voie d'accès ouverte toute l'année.

2 CONTEXTE RÉGIONAL : CONDITIONS ACTUELLES ET FUTURES

La présente section propose un tour d'horizon de plusieurs facteurs qui conditionnent la vulnérabilité au changement climatique en Ontario, dont les nombreux facteurs d'ordre non climatique qui agissent sur la capacité d'adaptation, notamment le profil démographique, les facteurs déterminant la santé humaine, les activités économiques et la capacité institutionnelle. On y insiste particulièrement sur les populations jugées vulnérables au changement climatique ainsi que sur les facteurs considérés comme essentiels à la poursuite du développement économique. Les tendances passées et les projections futures du climat fournissent le contexte nécessaire pour estimer à quel point les modifications liées au degré d'exposition sont susceptibles d'avoir une incidence sur la vulnérabilité.

2.1 SITUATION DÉMOGRAPHIQUE ET ÉTAT DE LA SANTÉ

Au cours des 20 dernières années, la population de l'Ontario s'est accrue de près de 3,3 millions d'habitants pour atteindre plus de 12,5 millions de personnes. Cette croissance s'est concentrée dans les centres urbains, en particulier la région du Grand Toronto (RGT), la région de Kitchener-Waterloo-Cambridge, la région de Hamilton et Niagara, et Ottawa (Statistique Canada, 2002). Près de 85 p. 100 de la population de l'Ontario habite en zone urbaine, en raison d'un exode rural ininterrompu. Sur les quelque 250 000 immigrants que reçoit le Canada tous les ans, près de la moitié choisissent la RGT comme première destination (McIsaac, 2003). Les sous-régions centrale et nord de la province sont, quant à elles, généralement caractérisées par un dépeuplement de leurs zones rurales. Bien que les populations de certaines collectivités éloignées et tributaires de l'industrie primaire soient démographiquement stables, d'autres connaissent sur ce plan un déclin sensible (voir le tableau 1), et cette tendance devrait se poursuivre.

TABLEAU 1 : Municipalités de l'Ontario comptant plus de 5 000 habitants et où les baisses démographiques sont les plus rapides, entre 1996 et 2001 (tiré de Statistique Canada, 2003a).

Collectivité	Population		Changement (p. 100)
	1996	2001	
Greenstone	6530	5662	-13,3
Kirkland Lake	9905	8616	-13,0
Elliot Lake	13 588	11 956	-12,0
Iroquois Falls	5714	5217	-8,7
Timmins	47 499	43 686	-8,0
Kapuskasing	10 036	9238	-8,0

On trouve des collectivités autochtones dans toute la province. En 2001, 1,7 p. 100 de la population de la province était autochtone; Plus de 70 p. 100 de cette population était constituée de Premières Nations, tandis que les Inuits et les Métis ne représentaient respectivement que moins de 1 p. 100 et environ 27 p. 100 de l'ensemble de la population autochtone. En Ontario, 78 p. 100 des Autochtones vivent hors réserves, un grand nombre d'entre eux ayant choisi d'habiter dans les zones de recensement du Grand Toronto (Statistique Canada, 2006a).

De manière générale, la population de l'Ontario jouit d'une bonne santé, comparativement à la moyenne canadienne et à celles d'autres pays. L'espérance de vie moyenne — un indicateur largement utilisé de l'état de santé — en Ontario est constamment supérieure à la moyenne nationale (Comité fédéral-provincial-territorial sur la santé de la population, 1999). On conserve cependant des différences sensibles à cet égard entre les différentes catégories de population. Les populations urbaines, notamment dans la RGT et sa périphérie, sont plus souvent en meilleure santé que les populations vivant en milieu rural (Altmayer *et al.*, 2003). Les femmes, et en particulier les femmes autochtones, sont davantage exposées aux risques sanitaires en milieu rural en raison des conditions sociales et environnementales, des comportements sanitaires et de l'accès aux soins (Conseil ontarien des services de santé pour les femmes, 2002; Grace, 2002). Des études ont montré que la santé des femmes, des enfants et des jeunes tend à être moins bonne dans les sous-régions centrale et nord, comparativement à la sous-région sud (Northern Ontario Perinatal and Child Health Survey Consortium, 2002; Haque *et al.*, 2006).

Les projections démographiques pour 2031 (ministère des Finances de l'Ontario, 2006) sont les suivantes :

- La population de l'Ontario va croître de 31 p. 100, donnant un total de 16,4 millions d'habitants, et cette croissance devrait s'avérer relativement stable, soit de 140 000 à 160 000 personnes par année.
- Dans la sous-région sud, plus de 60 p. 100 de la croissance aura lieu dans la RGT, dont la population devrait passer de 5,8 millions en 2005 à plus de 8 millions d'ici à 2031. On prévoit également que la population du reste de la sous-région sud passera de 6 millions d'habitants en 2005 à plus de 7,5 millions d'ici à 2031.
- Les projections démographiques pour les sous-régions centrale et nord de l'Ontario affichent une baisse démographique de 7,4 p. 100, faisant passer le chiffre de population de 810 000 environ en 2005 à un chiffre inférieur à 750 000 d'ici à 2031.

La population de l'Ontario sera également sujette au vieillissement au cours des deux décennies à venir, ce qui se traduira par une répartition des âges différente (voir la figure 2) et par des taux de dépendance plus élevés (rapport des enfants de moins de 15 ans et

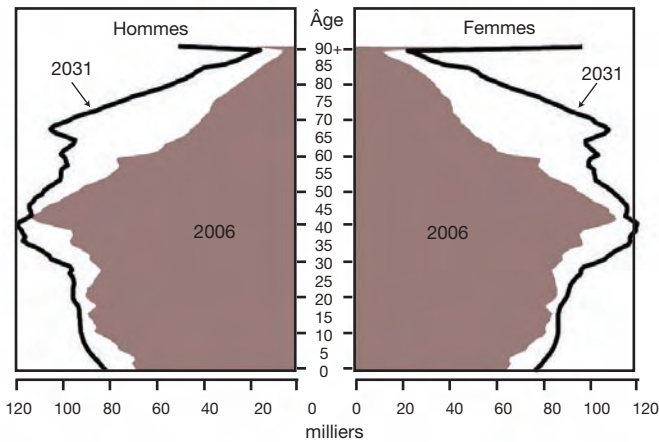


FIGURE 2 : Pyramides des âges pour l'Ontario en 2006 et 2031 (ministère des Finances de l'Ontario, 2006).

des personnes de plus de 65 ans à la population en âge de travailler). Cependant, on note des exceptions à cette tendance, en particulier dans les collectivités les plus septentrionales des Premières nations, où on prévoit un rajeunissement de la population, ainsi que chez les immigrants, dont la moyenne d'âge tend à être considérablement plus basse que celle des résidents établis de plus longue date en Ontario (ministère des Finances de l'Ontario, 2006).

2.2 POUVOIRS PUBLICS ET INSTITUTIONS

En Ontario, les trois niveaux d'administration jouent un rôle fondamental dans le modelage du paysage social, économique et institutionnel de la province, et de ce fait conditionnent très largement la capacité de la région à s'adapter au changement climatique. Le système de gouvernance est fortement intégré et complexe, car il combine des organismes et des intervenants officiels et officieux, ce qui, dans certains cas, se traduit par des responsabilités mal définies. Un grand nombre de secteurs qui seront touchés par le changement climatique, tels que la gestion des ressources naturelles, la production et l'acheminement de l'électricité, et la prestation des services de soins de santé, relèvent de l'autorité provinciale. Les municipalités appliquent et font respecter les politiques nationales et provinciales, assurent des services essentiels comme l'approvisionnement en eau potable et jouent un rôle important en matière de planification de l'aménagement du territoire. L'élaboration de normes et de directives nationales, la question des questions transfrontalières et la prestation des services essentiels aux collectivités autochtones sont de juridiction fédérale.

2.3 CROISSANCE ÉCONOMIQUE ET DÉVELOPPEMENT

La croissance économique en Ontario a été relativement forte au cours des deux dernières décennies, avec des taux annuels de croissance du PIB proches de 3,0 p. 100 (ministère des Finances de l'Ontario, 2005). On prévoit un ralentissement de la croissance économique, qui devrait baisser à 2,3 p. 100, mais rester forte jusqu'en 2025. L'économie de l'Ontario, auparavant basée sur le secteur manufacturier, est désormais de plus en plus axée sur le

secteur des services, et cette tendance devrait se poursuivre. Cependant, la productivité manufacturière a augmenté, et l'on s'attend à voir ce secteur conserver un rôle important dans l'économie, en particulier dans le sud (ministère des Finances de l'Ontario, 2005). Les transports continuent de dominer le secteur manufacturier; viennent ensuite le secteur alimentaire, la pétrochimie, l'industrie métallurgique primaire et la filière forestière et papetière. L'activité et la croissance économiques varient selon les régions, et les secteurs de l'agriculture et de l'industrie primaire demeureront importants dans les régions rurales. De nombreuses collectivités ontariennes tirent 30 p. 100 ou davantage de leurs revenus d'emploi des secteurs de l'industrie primaire, principalement l'agriculture et la foresterie (voir la figure 3).

En 2004, l'Ontario possédait l'industrie du tourisme la plus florissante du Canada, cette dernière apportant une contribution au PIB provinciale supérieure à celles combinées de l'agriculture, de la forêt, de la pêche et de la chasse commerciales et de l'exploitation minière; le tourisme employait 3,3 p. 100 de la population active de la province (ministère du Tourisme de l'Ontario, 2006). Le tourisme a gagné en importance dans de nombreuses régions rurales non agricoles, et certaines collectivités sont à présent fortement dépendantes de ce secteur. Grâce à l'industrialisation de l'agriculture, le nombre d'exploitations agricoles continue de décroître, leur productivité, de croître et les activités agricoles traditionnelles, à occuper de moins en moins d'espace. En 2001, on recensait 186 000 personnes vivant de l'exploitation de 60 000 fermes dispersées sur le territoire de l'Ontario, soit respectivement un recul de 11 p. 100 et 15 p. 100 par rapport à 1996 (Statistique Canada, 2003b). Certaines zones agricoles ont connu des changements considérables sous l'effet de facteurs non climatiques dont, notamment, le déclin rapide de l'industrie du tabac dans le quart sud-ouest de la sous-région sud et le remplacement de la culture des arbres fruitiers (pêchers, cerisiers) par les vignes (et les activités vinicoles connexes) dans la région de Niagara. Les cultivateurs ont adopté des pratiques de gestion plus écologique

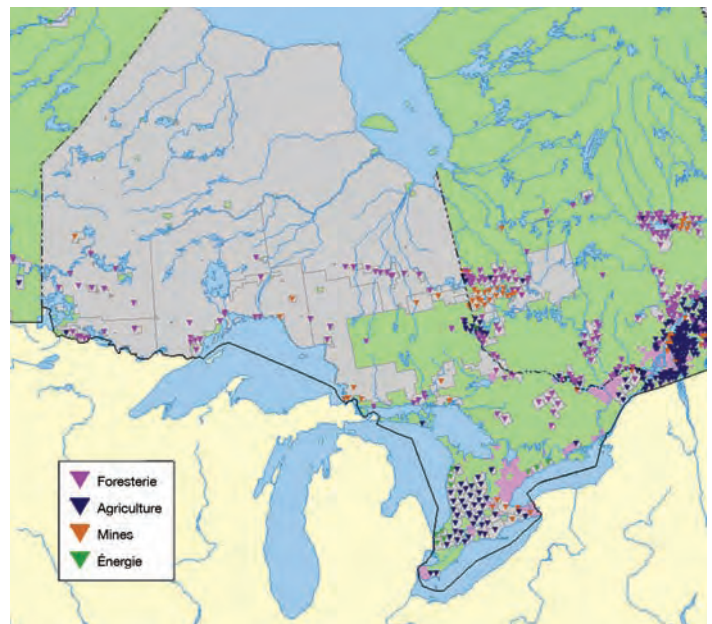


FIGURE 3 : Collectivités de l'Ontario tributaires à plus de 30 p. 100 du secteur primaire (Ressources naturelles Canada, 2001).

susceptibles de favoriser la durabilité de leurs exploitations. Toutefois, le vieillissement rapide de la population agricole dans ce secteur (Statistique Canada, 2003b) exerce une pression importante sur ce dernier.

De nombreuses collectivités des sous-régions centrale et nord continueront d'exploiter les ressources naturelles, tirant leur subsistance de la forêt, des pâtes et papiers et de l'exploitation minière, tandis que de nombreuses collectivités autochtones trouvent dans la chasse, le piégeage et l'agriculture des moyens de compenser les coûts élevés des produits alimentaires non traditionnels. Les collectivités autochtones de l'ensemble de la province maintiennent des modes de vie qui sont fortement liés au milieu naturel. Le territoire de la bande de Walpole Island, dans la sous-région sud, englobe certaines des zones les plus diversifiées du Canada sur le plan biologique qui permettent la pratique des activités traditionnelles de cueillette, de chasse, de pêche et de piégeage, de concert avec le maintien d'une importante économie de marché fondée sur le tourisme et les loisirs (Resource Futures International, 2004).

2.4 ÉNERGIE – PRODUCTION, TRANSPORT ET DEMANDE

Les perspectives socio-économiques de l'Ontario sont très étroitement liées à la disponibilité d'une source stable d'énergie requise par les secteurs industriel et commercial, et pour les besoins résidentiels. À l'heure actuelle, la capacité installée est d'environ 30 000 mégawatts (MW) et comprend une palette de sources d'énergie (nucléaire, charbon, gaz naturel et renouvelables) qui assurent chacune la production d'une proportion variable de l'électricité (voir la figure 4). Un vaste réseau de transport de l'électricité dessert les régions peuplées de la province, tandis que les collectivités du nord situées hors du réseau produisent leur propre électricité. Au cours de la dernière décennie, le système de fourniture d'électricité a subi deux catastrophes : une grave tempête de verglas qui s'est abattue en 1998 sur la majeure partie du sud-est de l'Ontario, du Québec et du Nouveau-Brunswick, et une panne de courant qui a touché en août 2003 la plus grande partie de l'Ontario et le nord-est des États-Unis. La plupart des agglomérations urbaines sont bien alimentées en gaz naturel, tandis que les marchés ruraux du centre et du nord utilisent surtout des carburants de rechange (en plus de l'électricité), comme le gaz propane, le bois et le diesel. La majeure partie du réseau de transport électrique de l'Ontario a plus de 50 ans, et les infrastructures municipales de distribution sont aériennes et, donc, exposées aux éléments dans les

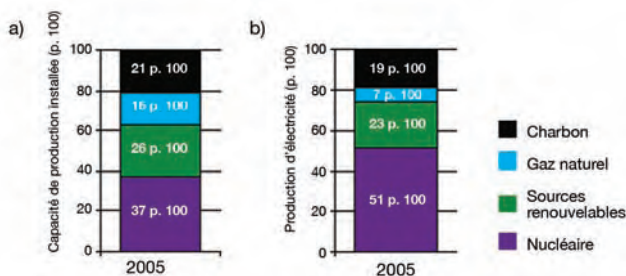


FIGURE 4 : Système électrique de l'Ontario en 2005 (Ontario Power Authority, 2005) : a) capacité de production en place et b) production d'électricité.

vieux quartiers bien établis, et souterraines dans les nouveaux quartiers de banlieues et les centres commerciaux d'aménagement récent.

La société indépendante d'exploitation du réseau d'électricité (Independent Electricity System Operator, ou IESO) prévoit qu'en l'absence de stratégies de conservation de l'énergie la consommation d'énergie passera de 157 térawattheures (TWh) en 2006 à 170 TWh environ en 2015, soit une croissance annuelle moyenne de 0,9 p.100 (Independent Electricity System Operator, 2005). Cependant, des mesures d'économie d'énergie et d'efficacité énergétique pourraient maintenir l'équilibre de l'offre et de la demande d'énergie, malgré l'augmentation de la population (Gibbons et Fracassi, 2005; ICF Consulting, 2005, 2006). Un réseau électrique stable doit pouvoir répondre aux pointes de consommation. La demande d'électricité en Ontario atteint son point culminant désormais durant les mois d'été en raison de l'usage accru de climatiseurs et d'autres dispositifs du genre pendant les vagues de chaleur, tandis que des températures hivernales plus douces, une meilleure efficacité énergétique et l'usage plus répandu du gaz naturel pour le chauffage résidentiel ont fait baisser la demande de pointe en hiver. Les prévisions du IESO font état d'une augmentation de 11 p.100 des appels de puissance de pointe dans des conditions météorologiques normales, qui, selon le degré de succès des mesures d'économie d'énergie et d'efficacité énergétique adoptées, devraient passer de 24 200 MW en 2006 à 26 900 MW pendant l'été 2015, voire 30 000 MW dans le cas de conditions météorologiques extrêmes (voir la figure 5). La limite supérieure de ces projections correspond aux hivers froids et aux étés chauds, tandis que leur limite inférieure correspond à des hivers cléments et à des étés frais. Le changement climatique n'est pas pris en considération dans ces prévisions. De nouveaux records de demande ont été atteints au cours des étés 2005 (26 160 MW le 13 juillet) et 2006 (27 005 MW le 1er août) à cause, en partie, de vagues de chaleur prolongées et de températures nocturnes extrêmement élevées (Independent Electricity System Operator, 2006).

Pendant la majeure partie de la dernière décennie, le gouvernement de l'Ontario a étudié les moyens d'éliminer progressivement les centrales thermiques alimentées au charbon. Un engagement d'éliminer d'ici à 2014 une tranche de 6 500 MW de la production de ce type de centrale a été pris. S'il est respecté, il en résultera un déficit de l'offre par rapport à la demande qui devra être comblé par

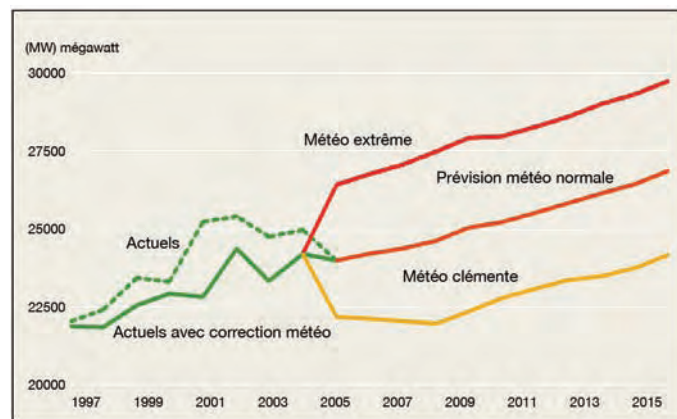


FIGURE 5 : Prévisions de la demande de pointe horaire selon trois scénarios météorologiques (Independent Electricity System Operator, 2005).

une combinaison de sources nouvelles et de mesures d'efficacité énergétique (Assemblée législative de l'Ontario, 2002). Afin de combler ce déficit, le gouvernement de l'Ontario a annoncé, en 2004, la mise en place, au chapitre de la filière des énergies renouvelables, d'une norme (Renewable Portfolio Standard) de 5 p. 100 (1 350 mégawatts) en sources d'énergie renouvelables pour 2007 et de 10 p. 100 (2 700 mégawatts) d'ici à 2010 (Robson et Gruetzner, 2004). Outre le recours aux nouvelles sources dans la province, notamment l'énergie éolienne et hydroélectrique (voir les figures 6 et 7), le transport d'énergie à grande distance à partir de grands barrages hydroélectriques du Manitoba, du Québec et de Terre-Neuve est également envisagé. Au cours des 30 dernières années, l'Ontario a fait preuve d'une grande aptitude à appliquer des mesures d'efficacité énergétique et de consommation plus efficiente de l'énergie, et la province pourrait aisément réaliser encore davantage d'économies, aussi bien dans le secteur résidentiel qu'industriel (ICF Consulting, 2005; 2006).

2.5 TENDANCES ET PRÉVISIONS ATMOSPHÉRIQUES

Le climat et la qualité de l'air de l'Ontario varient beaucoup d'une saison et d'une région de la province à l'autre. Dans la sous-région sud et dans une partie de la sous-région centrale, le climat est fortement influencé par les Grands Lacs, ce qui se traduit par de fortes précipitations en automne et en hiver, une protection contre les grands froids hivernaux et les chaleurs estivales intenses, et d'abondantes chutes de neige dans les régions situées sous le vent des lacs Supérieur et Huron et de la baie Georgienne. Le printemps et l'été comprennent aussi une saison de tornades dans la sous-région sud, région où l'on enregistre la plus grande fréquence de tornades de tout le Canada. En été, des masses stagnantes d'air tropical peuvent entraîner une détérioration de la qualité de l'air, des vagues de chaleur et de la sécheresse, mais on observe parfois également des taux élevés de particules en suspension pendant l'hiver. En automne, les queues d'ouragans produisent parfois des vents forts et des pluies très abondantes. La sous-région nord a des hivers froids et des étés tempérés. Les précipitations y prennent surtout la forme d'averses et d'orages d'été, mais les accumulations de neige en hiver peuvent être importantes. Les basses températures hivernales permettent de construire et d'utiliser des routes d'hiver ou « routes de glace », qui desservent les collectivités et les exploitations minières et forestières commerciales.

L'Ontario connaît divers types de phénomènes météorologiques extrêmes s'accompagnant de catastrophes naturelles. Au printemps, la fonte rapide de la neige et les embâcles peuvent provoquer des inondations, en particulier dans les collectivités nordiques. De grosses tempêtes frappent la plupart des régions de l'Ontario au moins une ou deux fois par an, avec des vents forts, de la pluie, de la pluie verglaçante ou de la neige. Ces dernières années, l'Ontario a connu des phénomènes météorologiques de gravité exceptionnelle, y compris la tempête de verglas de 1998 qui demeure à ce jour la catastrophe naturelle la plus coûteuse de l'histoire du Canada. Au cours de cette tempête, l'est de l'Ontario, le sud-ouest du Québec, le sud du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse, ainsi que des parties du nord-est des États-Unis, ont reçu 80 millimètres ou plus de pluie verglaçante, soit le double de ce qui jusqu'alors n'avait jamais été constaté (Lecomte *et al.*, 1998). Au Canada, cet événement a coûté la vie à 28 personnes et provoqué plus de 5,4 milliards de dollars de dégâts, laissant 250 000 personnes sans électricité en Ontario, certaines pendant 24 jours (Lecomte *et al.*, 1998; Kerry *et al.*, 1999).

Tendances du climat

Au cours de la deuxième moitié du XX^e siècle (1948-2005), période pour laquelle on dispose de données pour le nord comme pour le sud du Canada, les moyennes annuelles des températures pour l'ensemble du territoire national ont monté de 1,3 °C (voir le chapitre 2; Environnement Canada, 2006a). Pendant la même période, les températures moyennes annuelles pour l'ensemble de l'Ontario ont affiché une hausse de 0 °C à 1,4 °C, les hausses les plus importantes ayant été constatées au printemps.

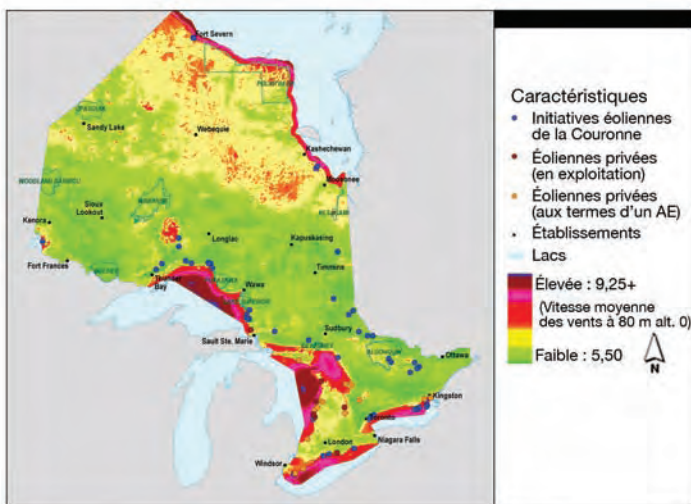


FIGURE 6 : Ressources en énergie éolienne en Ontario (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2006a).

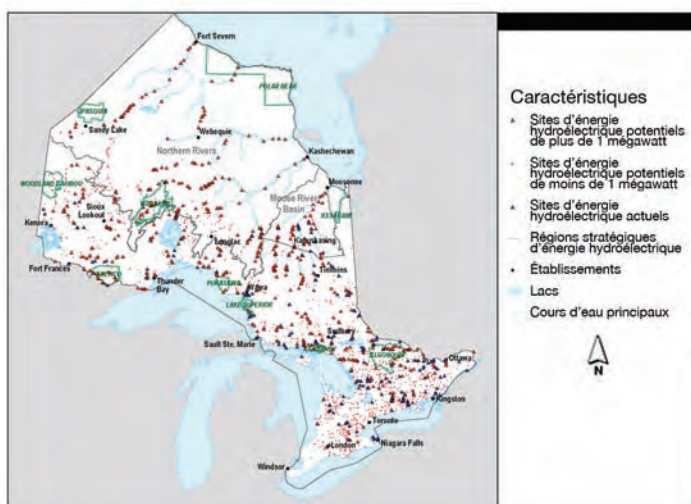


FIGURE 7 : Ressources en énergie hydroélectrique en Ontario (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2006b).

Un examen des tendances du nombre de journées et de nuits chaudes de 1950 à 2003 révèle que la plus grande augmentation du nombre de journées chaudes a eu lieu dans la sous-région nord (voir la figure 8). Au cours de la même période, on a assisté à une baisse sensible du nombre de journées froides dans le centre et l'ouest de la sous-région nord (Vincent et Mekis, 2005). La baisse la plus notable de l'amplitude quotidienne des températures a été enregistrée dans la sous-région du centre (Vincent et Mekis, 2005).

Les précipitations annuelles dans le sud du Canada ont augmenté de 5 p. 100 à 35 p. 100 environ depuis 1900 (Zhang *et al.*, 2000) et le nombre de journées avec précipitations (pluie et neige) a sensiblement augmenté dans le sud et le centre-sud de l'Ontario. De plus, le nombre de journées avec pluie seulement a été plus élevé dans les sous-régions sud et dans certaines parties des sous-régions centrale et nord (voir la figure 9; Bruce *et al.*, 2000; Vincent et Mekis, 2005). Dans certaines régions de la province (p. ex., la vallée de la rivière Maitland, à l'est du lac Huron), les précipitations sont devenues plus variables, les orages de forte intensité étant plus fréquents depuis la fin des années 1950 (Mekis et Hogg, 1999). Les chutes de neige automnales montrent une tendance importante à la hausse dans la sous-région nord, mais diminuent dans la sous-région centrale au printemps et en hiver. La tendance des chutes de neige dans la sous-région sud n'est pas statistiquement différente, bien que les relevés indiquent une augmentation de l'enneigement dans l'ouest de la sous-région et une réduction dans sa partie est (Zhang *et al.*, 2001).

Une augmentation importante des épisodes de neige d'effet de lac a été enregistrée depuis 1915 pour les zones des États-Unis situées du côté sous le vent des Grands Lacs (Burnett *et al.*, 2003). Les fortes chutes de neige d'effet de lac constituent un danger pour les collectivités et les réseaux de transport, et l'accumulation de la neige et sa fonte jouent un rôle important dans l'hydrologie régionale.

Entre 1953 et 2001, le nombre annuel moyen de journées avec pluie verglaçante a varié entre deux et presque dix, les moyennes annuelles les plus élevées ayant été enregistrées à Ottawa, North Bay et Sudbury, et les plus faibles, à Thunder Bay, Kenora et Sioux Lookout. Le risque de pluie verglaçante est resté relativement stable au cours de cette période, avec une tendance à la baisse statistiquement significative à Warton et à London, et une légère hausse (non statistiquement significative) dans une grande partie de la sous-région centrale et à Ottawa (Klaassen *et al.*, 2003).

Projections du climat

L'échelle limitée des résultats obtenus des modèles de circulation générale (MCG) ne permet pas de réaliser une analyse exploitable à l'échelle des sous-régions définies aux fins du présent chapitre; la province a donc été subdivisée à cette fin en sections est et ouest. Les projections des changements de la température et des précipitations, issues des essais faits en combinant sept modèles de circulation générale à sept scénarios d'émissions, sont présentées à la figure 10. Ces 49 scénarios offrent une gamme robuste de climats futurs plausibles, exprimés en termes de changements par

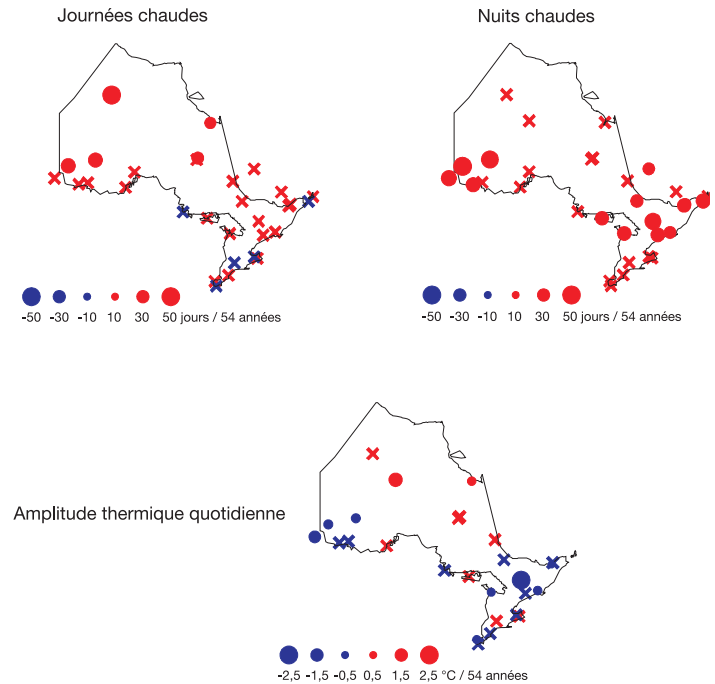


FIGURE 8 : Tendances du nombre des journées et des nuits chaudes, et variation des températures diurnes pour la période de 1950 à 2003 (Vincent et Mekis, 2005). Les pastilles bleues et rouges illustrent des tendances significatives à un niveau de 5 p. 100 et la grosseur des pastilles est proportionnelle à l'ampleur de la tendance. Les croix indiquent des tendances non significatives.

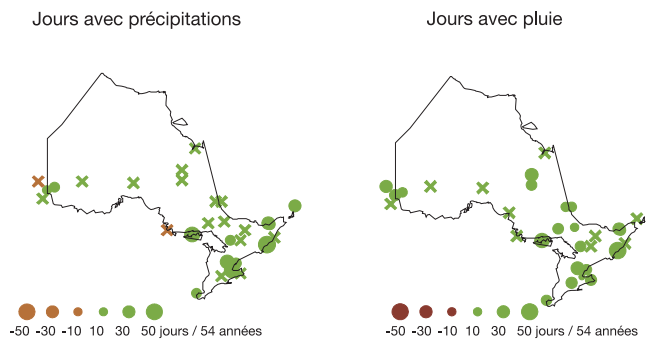
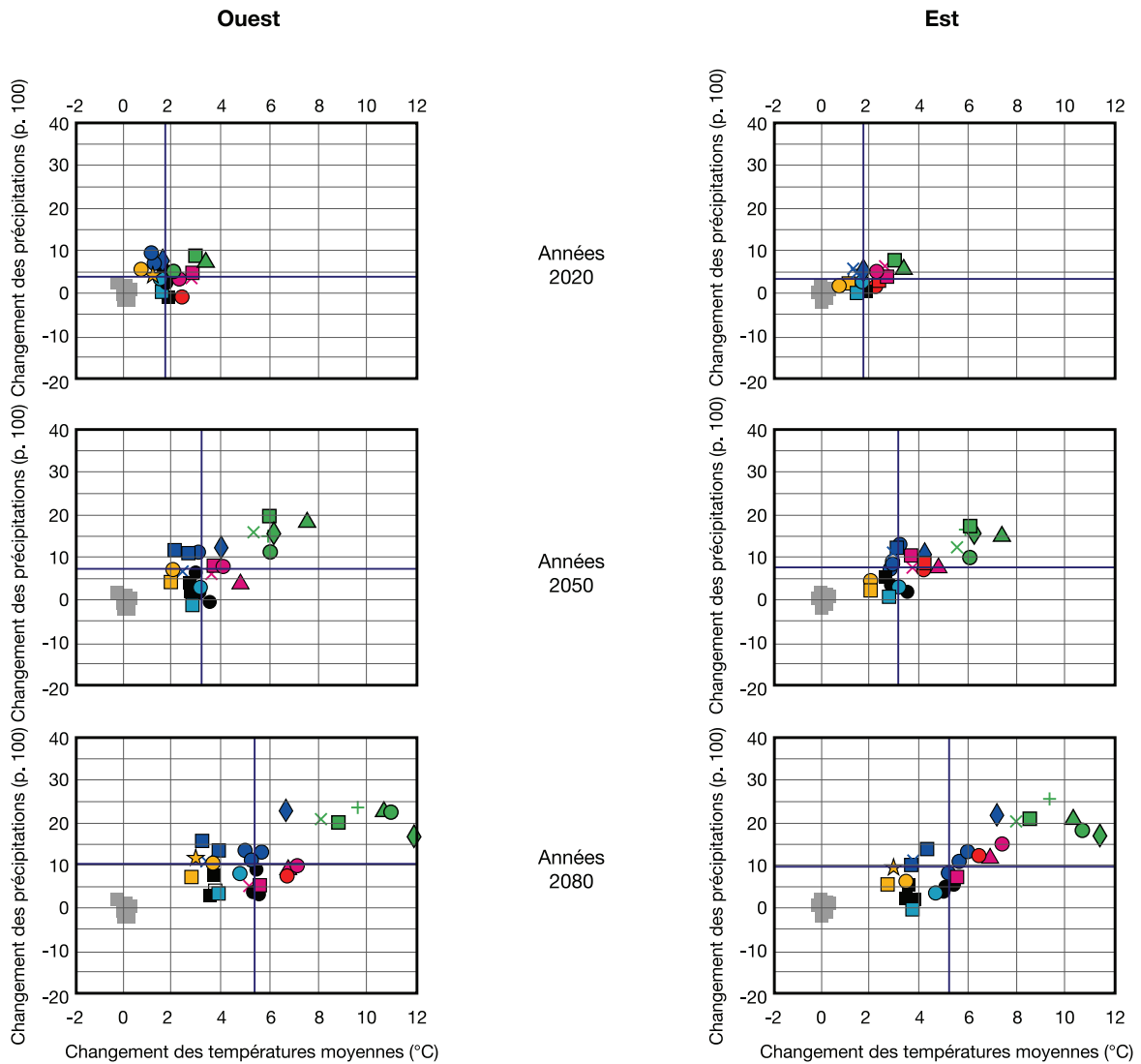


FIGURE 9 : Tendances des indices de précipitations pour la période de 1950 à 2003 (Vincent et Mekis, 2005). Les pastilles brunes et vertes illustrent des tendances significatives à un niveau de 5 p. 100 et la grosseur des pastilles est proportionnelle à l'ampleur de la tendance. Les croix indiquent des tendances non significatives.

rapport aux valeurs moyennes de la période de 1961 à 1990 (voir le chapitre 2). Tous les résultats (couvrant une gamme d'hypothèses de nature allant de prudente à audacieuse quant aux futurs taux d'émissions) indiquent une élévation de la température annuelle, et la plupart d'entre eux prévoient également une augmentation des quantités annuelles de précipitations dans les 20 à 50 prochaines années. La plage des résultats s'élargit avec le temps en raison de différences fondamentales entre les scénarios d'émissions d'une part et les différents modèles d'autre part.



Légende		
Modèle de circulation générale		Scénario d'émissions
MCCG2	■	Variabilité naturelle du climat
MCCG2	◆	A1FI
HadCM3	+	A1T
CCSRNIES	▲	A1
CSIROMk2	★	A1B
ECHAM4	●	A2
NCARPCM	×	B1
GFDL-R30	■	B2

FIGURE 10 : Diagrammes de dispersion représentant les changements prévus des températures et des précipitations annuelles moyennes. Les lignes bleues représentent la valeur médiane des changements de la température et des précipitations moyennes déterminée à partir d'un ensemble de scénarios indiqués sur le graphique (voir l'annexe 1 du chapitre 2 pour plus de détails).

Les projections saisonnières des scénarios de température (voir la figure 11) indiquent que le réchauffement maximal se produira l'hiver dans la sous-région nord. On s'attend également à ce que les changements des températures extrêmement élevées soient plus grands que ceux de la moyenne annuelle (Kharin et Zwiers, 2005). On projette un doublement du nombre des journées où la température dépassera 30 °C dans la sous-région sud d'ici à 2050 (Hengeveld et Whitewood, 2005). Dans une autre étude, le nombre de journées de forte chaleur pourrait tripler dans certaines villes d'ici à 2080 (Cheng *et al.*, 2005).

On constate une plus grande variation dans les projections des précipitations que dans celles des températures, et les augmentations de précipitations les plus importantes sont prévues dans la sous-région nord (voir la figure 12). On doit toutefois noter que certaines des projections indiquent une légère baisse (< 2,5 p. 100) des précipitations annuelles pour la majeure partie de la province au cours des 50 années à venir.

Même si les précipitations annuelles totales vont probablement augmenter, des baisses estivales et automnales pouvant atteindre 10 p. 100 sont projetées pour la sous-région du sud d'ici à 2050. L'humidité disponible nette subira l'incidence de températures plus

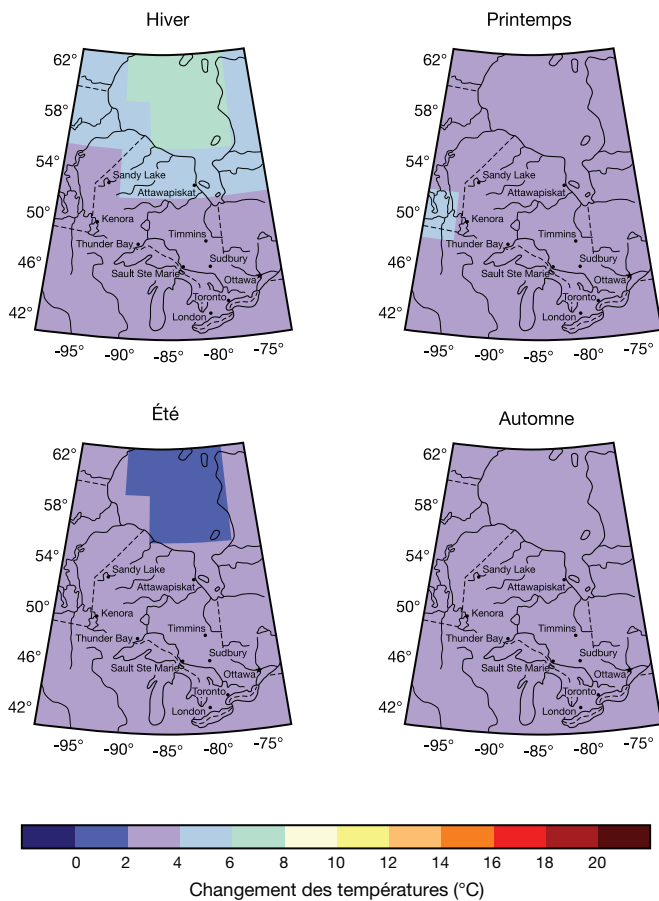


FIGURE 11 : Changement saisonnier prévu des températures d'ici aux années 2050 (par rapport aux années de référence 1961 à 1990), basé sur la valeur médiane obtenue pour sept modèles de circulation générale combinés aux scénarios d'émissions présentés dans le rapport spécial sur les scénarios d'émissions (*Special Report on Emissions Scenarios*, ou SRES).

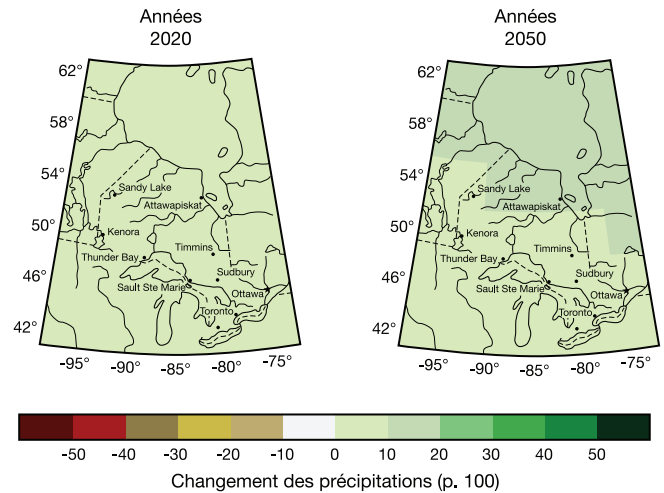


FIGURE 12 : Changement annuel prévu des précipitations (en pourcentage) d'ici aux années 2020 (à gauche) et aux années 2050 (à droite), par rapport aux années de référence 1961 à 1990, basé sur la valeur médiane obtenue pour sept modèles de circulation générale combinés aux scénarios d'émissions présentés dans le rapport spécial sur les scénarios d'émissions (*Special Report on Emissions Scenarios*, ou SRES).

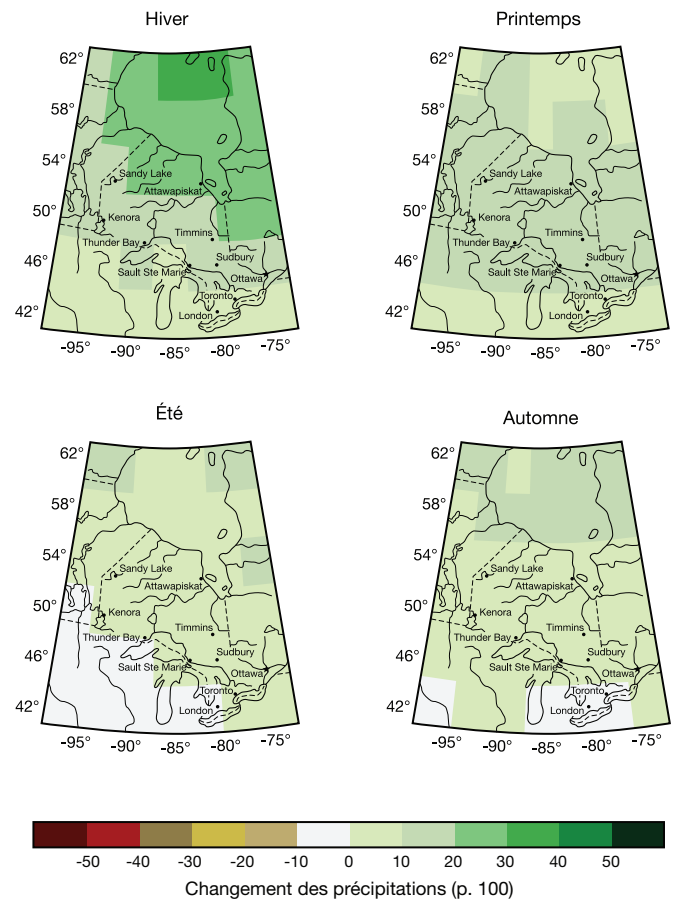


FIGURE 13 : Changement saisonnier des précipitations (en pourcentage) d'ici aux années 2050 (par rapport aux années de référence 1961 à 1990), basé sur la valeur médiane obtenue pour sept modèles de circulation générale combinés aux scénarios d'émissions présentés dans le rapport spécial sur les scénarios d'émissions (*Special Report on Emissions Scenarios* ou SRES).

douces et de saisons de croissance prolongées, ce qui entraînera une augmentation des taux d'évaporation et d'évapotranspiration. Les projections hivernales montrent une intensification des précipitations, augmentant du sud au nord et s'échelonnant de 10 à plus de 40 p. 100.

Les changements des quantités extrêmes de précipitations quotidiennes devraient être supérieurs aux changements projetés des quantités moyennes annuelles (Kharin et Zwiers, 2005), ce qui signifie que ces types de phénomènes deviendront plus intenses et plus fréquents (Hengeveld et Whitewood, 2005). Il est probable que la fréquence des bourrasques de neige d'effet de lac augmentera à brève et moyenne échéances à mesure que la température des lacs s'élèvera et que la température ambiante en hiver restera assez fraîche pour produire des précipitations neigeuses abondantes. On peut cependant s'attendre, à la fin du XXI^e siècle, à une réduction de l'importance de ces dernières et à leur remplacement par des pluies abondantes (Kunkel *et al.*, 2002; Burnett *et al.*, 2003).

Pollution atmosphérique

La pollution atmosphérique a une forte incidence sur la santé des populations humaines et des écosystèmes. Elle provoque des pathologies pouvant entraîner la mort chez les classes les plus vulnérables de la population. Elle a aussi pour effet de réduire les rendements de nombreuses productions agricoles. Le changement climatique exerce un effet sur les niveaux de pollution de l'air par l'entremise de modifications des conditions météorologiques et de la composition chimique de l'atmosphère. Il existe également des possibilités de synergies entre les impacts sanitaires que produisent les élévations de la température et la pollution atmosphérique, en raison de l'augmentation possible des émissions d'équipements électrogènes utilisant des combustibles fossiles auxquels on a recours pour faire face à la hausse des pointes de consommation. En Ontario, les problèmes de qualité de l'air liés à l'ozone et aux particules fines sont considérables, en particulier dans l'ensemble de la sous-région sud. De façon intermittente, les particules et l'ozone posent aussi des problèmes dans d'autres régions de la province.

Les concentrations de particules et de précurseurs de l'ozone ont baissé au cours des 30 dernières années, même si cette baisse a atteint un plateau depuis le milieu des années 1980 (Brown et Palacios, 2005; Commission mixte internationale, 2006). Toutefois, certaines villes, comme Toronto, connaissent une augmentation des teneurs atmosphériques en dioxyde d'azote et en particules fines qui s'explique en partie par l'augmentation des émissions provenant des centrales thermiques alimentées au charbon et du secteur des transports (Campbell *et al.*, 2004). Malgré les baisses de concentration des polluants précurseurs de l'ozone, l'Ontario affiche des hausses statistiquement significatives des moyennes saisonnières de concentration d'ozone atmosphérique durant l'été et l'hiver pour la période s'étendant de 1980 à 2005 (ministère de l'Environnement de l'Ontario, 2006a). Au Canada, les concentrations d'ozone sont les plus élevées et leur élévation, la plus rapide dans la sous-région sud de l'Ontario (Environnement Canada *et al.*, 2005; ministère de l'Environnement de l'Ontario, 2006a). Au cours des dernières années, les relevés des stations de surveillance de l'Ontario, dans les villes petites et grandes comme en milieu rural, ont été supérieurs à la norme standard pancanadienne relative à l'ozone, sauf à Thunder Bay. Une part importante du problème est la pollution transfrontalière qui peut atteindre des niveaux égaux, sinon supérieurs, à ceux des sources locales pendant les épisodes de smog (Yap *et al.*, 2005). L'Ontario est également une source importante de pollution atmosphérique pour les régions situées en aval des masses d'air en déplacement : le Québec, le Canada atlantique et certaines parties du nord-est des États-Unis.

3 SENSIBILITÉ, IMPACTS ET VULNÉRABILITÉ : PERSPECTIVES POUR LES SOUS-RÉGIONS

3.1 SOUS-RÉGION SUD

La sous-région sud (voir la figure 1 et l'encadré 1), qui comprend le sud-ouest de l'Ontario, s'étend à l'est jusqu'à la frontière avec le Québec et renferme les Grands Lacs (voir l'encadré 2). La majorité des recherches sur les effets du changement climatique et l'adaptation à ces effets en Ontario sont axées sur cette sous-région. Selon les projections, ce sont les changements des niveaux de l'eau des Grands Lacs (voir l'étude de cas 1) qui constituent l'effet le plus important du changement climatique dans cette sous-région, en raison de ses conséquences en matière de gestion de l'eau, de production d'hydroélectricité, de transports, du secteur du tourisme et des loisirs et de la durabilité des écosystèmes. Parmi les autres préoccupations majeures, on compte les effets du changement climatique et des phénomènes météorologiques extrêmes sur la qualité et l'abondance des eaux (voir l'étude de cas 2), sur les infrastructures essentielles (voir l'étude de cas 3), sur la santé humaine (voir l'étude de cas 4) et sur l'agriculture.

3.1.1 Écosystèmes

Le réchauffement régional influe fortement sur les attributs physiques des écosystèmes aquatiques. C'est ainsi que l'on constate une forte tendance régionale à une prise de plus en plus tardive et à une rupture de plus en plus précoce de la glace des lacs. Sur le lac Simcoe, la date moyenne de prise de la glace intervient 13 jours plus tard et celle de sa rupture, quatre jours plus tôt qu'il y a 140 ans (Conseil canadien des ministres de l'Environnement, 2003). Sur les Grands Lacs, au cours des 100 à 150 dernières années, la saison de couverture de glace a raccourci de 1 à 2 mois (Kling *et al.*, 2003). La durée de la couverture de glace dans la baie de Quinte (lac Ontario) a aussi considérablement raccourci, en particulier depuis la fin des

années 1970, l'automne et l'hiver 2005-2006 ayant montré la plus faible concentration de glace depuis 50 ans ou plus (J.M. Casselman, communication personnelle, 2006). Le réchauffement projeté, en particulier pendant les mois d'hiver, entraînera d'autres changements de la durée et de l'étendue de la couverture de glace sur les lacs. Par exemple, Lofgren *et al.* (2002) ont pu déterminer que la durée d'englacement de certaines parties des bassins du lac Supérieur et du lac Érié, dont la moyenne se situe aujourd'hui entre 11 et 16 semaines, pourrait avoir raccourci de 16 à 52 jours d'ici à 2050. La réduction de la couche de glace se traduit par un accroissement de la perte d'eau par évaporation et de l'érosion des rives lors des tempêtes hivernales; elle peut aussi avoir une incidence sur les chutes de neige d'effet de lac (Mortsch *et al.*, 2006).

Des hausses de la température près des rives ont été relevées en plusieurs endroits autour des Grands Lacs depuis les années 1920. Elles sont très prononcées au printemps et en automne, et font preuve d'une corrélation positive avec les tendances des températures de l'air moyennes planétaires (King *et al.*, 1997 et 1999; McCormack et Fahnenstiel, 1999; Shuter *et al.*, 2002; Kling *et al.*, 2003). Ce réchauffement a probablement contribué aux principales répercussions écosystémiques ayant touché les Grands Lacs, soit les proliférations d'algues bleues et bleu-vert (cyanophycées) et les invasions d'invertébrés (p. ex., le cladocère épineux, la moule zébrée et la moule quagga) et de vertébrés (p. ex., le gobie à taches noires ou diverses espèces de carpes) exotiques (Schindler, 2001; Kling *et al.*, 2003; MacIsaac *et al.*, 2004). Ces perturbations ont obligé de nombreuses collectivités côtières à modifier leurs infrastructures, notamment en installant des usines de traitement de l'eau, et à intervenir par d'autres mesures comme l'enlèvement des moules fixées sur les conduites d'adduction d'eau en vue de réduire ces effets (Sarrouh et Ramadan, 1994; Aldridge *et al.*, 2006). Le réchauffement projeté accentuera ces problèmes, car

ENCADRÉ 2

Les Grands Lacs

Les Grands Lacs occupent une superficie de 244 160 km²; la longueur totale de leurs rives est de 17 000 km et leur volume est de 22 684 km³ (voir la figure 14; Environnement Canada, 1991). Ils sont reliés à l'océan Atlantique par le fleuve Saint-Laurent et contiennent près d'un cinquième des réserves d'eau douce non gelée de la surface de la planète. Les zones entourant les Grands Lacs sont peuplées de plus de 90 millions de personnes; elles sont en outre le lieu d'origine de plus de 30 p. 100 du produit intérieur brut du continent et de plus de 60 p. 100 de la production industrielle canadienne (Sousounis et Bisanz, 2000).

FIGURE 14 : Le bassin des Grands Lacs.



Étude de cas 1 : Climat et niveau des eaux des Grands Lacs

Bien que les niveaux de l'eau des Grands Lacs soient dans une certaine mesure régularisés aux exutoires des lacs Supérieur et Ontario, et qu'il y ait plusieurs dérivations sur l'ensemble du bassin, le climat en reste le principal facteur responsable (Changnon, 2004). La reconstitution de l'évolution des niveaux des lacs fondée sur l'étude des cernes de croissance d'arbres révèle que les baisses des niveaux d'eau étaient plus fréquentes avant le XX^e siècle, signe que la variabilité se manifestant selon son intervalle cyclique naturel est plus considérable que celle qui se manifeste depuis ces derniers temps (Quinn et Sellinger, 2006). Au cours des 150 dernières années, les niveaux d'eau moyens annuels des Grands Lacs ont souvent varié, l'amplitude entre les niveaux maximum et minimum pouvant atteindre 180 cm (Mortsch *et al.*, 2006). Le niveau des eaux a été de 50 à 80 cm supérieur à la moyenne établie de 1973 à 1975, de 1985 à 1986 et en 1997, et de 50 à 80 cm inférieur à la moyenne de 1934 à 1935, de 1964 à 1965 et de 1999 à 2002 (Changnon, 2004; Mortsch *et al.*, 2006). En 2001, le lac Supérieur a atteint son niveau le plus bas depuis 1925, et les lacs Michigan et Huron, leur niveau le plus bas depuis 1965. La baisse des niveaux d'eau correspond à une perte substantielle du volume d'eau dans le système des Grands Lacs. Par exemple, entre avril 1998 et mai 1999, les baisses de niveau dans les Grands Lacs ont entraîné une perte d'environ 120 km³ sur l'ensemble du système, soit l'équivalent de près de deux ans de déversement des chutes du Niagara (Moulton et Cuthbert, 2000).

Bien que les températures et les précipitations aient de toute évidence une grande influence sur les niveaux de l'eau des lacs, on ne comprend pas encore parfaitement les mécanismes de ce lien, notamment en raison de l'absence de mesures des précipitations ou de l'évaporation au-dessus des lacs. L'analyse des données climatologiques régionales à long terme semble indiquer que la variabilité des niveaux des lacs est imputable à 55 p. 100 aux précipitations et à 30 p. 100 aux températures (Changnon, 2004). Toutefois, une étude réalisée entre 1997 et 2000 (Assel *et al.*, 2004) a démontré que les températures à la hausse sont la cause principale de la baisse des niveaux d'eau, tout au moins à court terme.

Bien que la plupart des scénarios climatiques prédisent une augmentation des précipitations dans la région (voir la figure 12), l'accroissement de l'évaporation dû à la hausse des températures devrait avoir pour résultat une baisse nette des niveaux d'eau dans les Grands Lacs (Mortsch *et al.*, 2000, 2006; Cohen et Miller, 2001; Lofgren *et al.*, 2002; Kling *et al.*, 2003). On s'attend à une augmentation de l'évaporation pendant toutes les saisons, et notamment en hiver en raison du raccourcissement de la période d'englacement des lacs. Les résultats d'études de modélisation de l'évolution future des niveaux d'eau dans les lacs Ontario, Érié, Sainte Claire et Michigan-Huron sont présentés à la figure 15. Dans la plupart des cas, on prédit une baisse des niveaux (Mortsch *et al.*, 2000, 2006; Cohen et Miller, 2001; Lofgren *et al.*, 2002; Kling *et al.*, 2003). Les niveaux d'eau projetés, tant dans l'hypothèse d'un climat chaud et humide que dans celle d'un climat chaud et sec, se situeraient en deçà de la limite inférieure de variabilité constatée au cours des 50 dernières années, sauf pour le lac Ontario. Dans l'hypothèse d'une hausse des températures plus modérée et d'un climat plus humide, on prédit pour le lac Ontario une hausse annuelle de 0,02 m et une hausse en hiver de 0,07 m. On s'attend à ce que les baisses les plus prononcées touchent le bassin des lacs Michigan et Huron, soit de 0,73 m à 1,18 m d'ici les années 2050 (Mortsch *et al.*, 2006). On prédit également que les niveaux seront plus souvent bas, en particulier dans le lac Érié, et que des variations saisonnières se manifesteront plus fréquemment (Mortsch *et al.*, 2000; Lofgren *et al.*, 2002; Croley, 2003). L'effet de la baisse des niveaux d'eau sera le plus prononcé dans les parties peu profondes du système, en particulier dans l'ouest du lac Érié, dans le lac Sainte Claire et les rivières Sainte Claire et Détroit (deLoë et Kreutzwiiser, 2000).

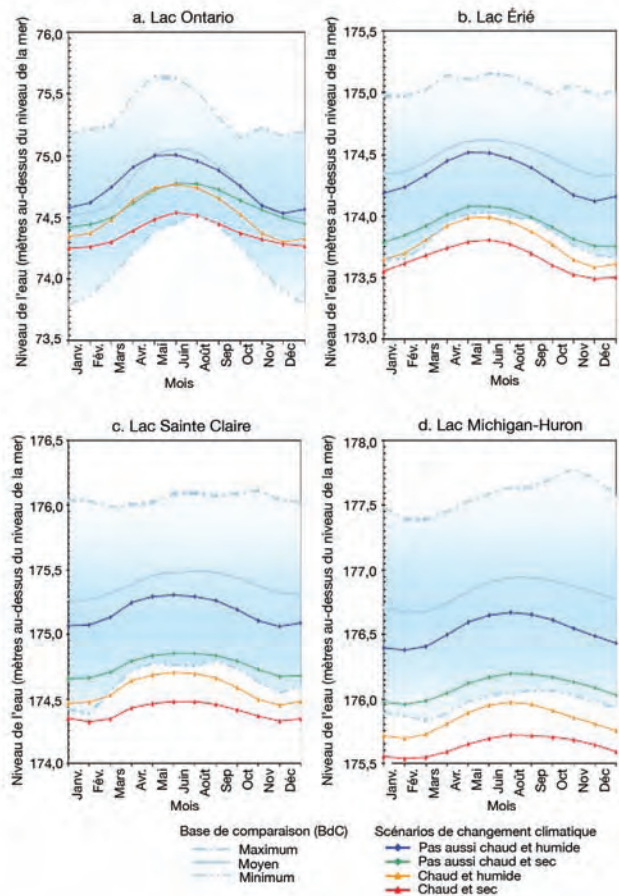


FIGURE 15 : Changements prévus des niveaux de l'eau des Grands Lacs (Mortsch *et al.*, 2006) basés sur une moyenne de 101 ans dans le cas du lac Ontario (a) et sur une moyenne de 50 ans dans le cas des lacs Érié (b), Sainte Claire (c) et Michigan-Huron (d).

Les projections ci-dessus de l'évolution des niveaux d'eau ne tiennent compte que des changements d'ordre climatique. Moulton et Cuthbert (2000) ont évalué l'effet cumulatif, sur les niveaux des lacs, des changements des conditions climatiques, de la consommation ainsi que des dérivations et des transferts massifs d'eau dans le bassin versant. Ils ont pris pour hypothèse des prélèvements d'eau additionnels pouvant atteindre 200 m³/s, valeur qui concorde avec la consommation actuelle (Moulton et Cuthbert, 2000). L'étude en a conclu que les effets cumulatifs de ces stress multiples sur les niveaux d'eau des Grands Lacs pourraient obliger la modification du Traité du Niagara et des Ordonnances de recours relatives au lac Supérieur et au Saint-Laurent concernant les eaux limitrophes gérés par la Commission mixte internationale. L'étude soulignait également que les ouvrages de régularisation sur la rivière St. Mary's et le Saint-Laurent pourraient devoir être en grande partie modifiés pour tenir compte des changements des niveaux d'eau et que l'entretien des voies de navigation exigerait une intensification du dragage en raison de la baisse des étiages, exigeant le recours à des excavations et à la gestion subséquente des matériaux toxiques. L'étude concluait enfin que les plans de régularisation des niveaux d'eau en place pour les lacs Supérieur et Ontario ne permettraient pas de gérer efficacement les situations d'étiage futures, car le maintien des débits sortants minimaux aurait pour effet d'abaisser de plusieurs mètres le niveaux de lacs.

ces espèces, ainsi que d'autres involontairement apportées des habitats plus chauds d'où elles sont originaires, ne s'établiront que plus facilement dans un climat en réchauffement (Schindler, 2001; MacIsaac *et al.*, 2004). On projette une hausse des températures annuelles moyennes des eaux de surface dans tous les Grands Lacs; en ce qui concerne le lac Supérieur, soit le plus profond et le plus froid, on projette une hausse de la température de l'eau de 3,5 °C à 5 °C d'ici à 2050 (Lehman, 2002).

Les hausses de température des eaux perturbent également la composition des communautés de poissons, ce qui a des conséquences aussi bien pour la pêche commerciale que pour la pêche sportive. Les communautés de poissons du bassin des Grands Lacs sont très diverses et comprennent des espèces préférant les eaux froides (< 15 °C), les eaux tempérées (de 15 °C à 25 °C) et les eaux chaudes (> 25 °C). L'accélération de cette tendance au réchauffement favorisera la production de poissons d'eaux chaudes et nuira à la production des espèces d'eaux froides et tempérées, comme on a pu le constater dans la baie de Quinte du lac Ontario (J.M. Casselman, communication personnelle, 2006). On s'attend à la disparition d'espèces d'eaux tempérées et froides, en particulier le touladi, et plus particulièrement dans les lacs Ontario et Érié (Casselman, 2002; Casselman *et al.*, 2002; Casselman et Scott, 2003; Kling *et al.*, 2003; Shuter et Lester, 2003). On commence déjà à voir de plus en plus souvent de nombreuses espèces d'eaux chaudes, comme le buffalo à grande bouche et le poisson-chat à tête plate, dans le bassin des Grands Lacs.

Les terres humides côtières constituent des sites importants de haltes migratoires et d'aires de reproduction et d'hivernage pour la sauvagine, et de frayères et d'alevinières pour de nombreux poissons. La baisse des niveaux d'eau résultant du changement climatique (*voir* l'étude de cas 1) entraînera la modification ou l'élimination des terres humides qui contribuent à maintenir l'intégrité des rivages, à freiner l'érosion, à filtrer les matières contaminantes, à absorber les excédents d'eaux pluviales et à fournir un habitat aux poissons et aux espèces sauvages (Mortsch, 1998; Branfireum *et al.*, 1999; Devito *et al.*, 1999; Mortsch *et al.*, 2000; Lemmen et Warren, 2004). De nombreuses terres humides côtières du bassin des Grands Lacs sont déjà soumises à des stress d'ordre non climatique importants, notamment à des changements sur le plan de l'utilisation des terres et des apports de nutriments, et risquent de ne pas pouvoir conserver leur utilité et leur intégrité si le changement climatique vient à y exercer un surcroît de pression (Easterling *et al.*, 2004). La protection de certains territoires en vue d'y permettre le développement de nouvelles terres humides constituera donc un des enjeux de la gestion des écosystèmes dans les décennies à venir (Whillans, 1990; Inkley *et al.*, 2004).

Le changement climatique représente également un important facteur de stress supplémentaire sur les écosystèmes terrestres dans la sous-région sud. La perte d'habitats naturels découlant du développement agricole et de l'urbanisation est un des principaux facteurs se traduisant par une perte de biodiversité. Les reliques de la forêt carolinienne renferment des espèces rares et menacées, comme le tulipier d'Amérique, le gommier noir, l'érable sycomore, le chicot févier et l'asiminier de Virginie. Dans le sud-ouest de cette sous-région se trouvent les reliques les plus étendues de végétation de prairie à hautes herbes de la province. Les études concernant les impacts du changement climatique constatés sur la flore et la faune de ces écosystèmes sont encore peu nombreuses (p. ex., Hussell, 2003).

3.1.2 Gestion des ressources hydriques

Approvisionnement en eau

La gestion des ressources hydriques dans la sous-région sud est complexe, car elle doit tenir compte non seulement des besoins d'un grand nombre d'utilisateurs différents, de l'augmentation rapide de l'urbanisation et de la croissance économique, mais aussi des besoins en débits minimums. La plupart des habitants de cette sous-région dépendent des eaux superficielles, bien que 90 p. 100 des populations rurales puisent toute leur eau potable dans les nappes phréatiques (ministère de l'Environnement de l'Ontario, 2001, 2006b). On projette une diminution du ruissellement annuel total sous l'effet du changement climatique futur, phénomène caractérisé par une augmentation des débits pendant les mois d'hiver et par une baisse sensible pendant les mois d'été, au moment où la demande est la plus forte (Mortsch *et al.*, 2000; Cunderlink et Simonovic, 2005).

Malgré l'abondance générale de leurs ressources en eau douce, la région de Waterloo (Cambridge, Kitchener et Waterloo) et les comtés de Wellington (Guelph), Dufferin (Orangeville) et Peel (Caledon) ont connu des pénuries d'eau saisonnières (de Loë *et al.*, 2001; Ivey, 2001). Dans la sous-région, de nombreux puits peu profonds sont sensibles à la baisse des niveaux d'eau ou à la sécheresse, et certains risquent de se tarir (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2006c). Un bon nombre de zones reconnues comme parmi les plus exposées aux pénuries d'eau ont été incluses dans la ceinture de verdure du plan de croissance pour la région élargie du Golden Horseshoe (Growth Plan for the Greater Golden Horseshoe Region) qui impose, notamment, des limites à l'urbanisation (ministère du Renouvellement des infrastructures publiques de l'Ontario, 2006).

Plusieurs études ont analysé l'impact du changement climatique sur les ressources hydriques dans les régions voisines du bassin des Grands Lacs (p. ex., Mortsch *et al.*, 2000, 2003; Bruce *et al.*, 2003; Kling *et al.*, 2003). Le tableau 2 identifie les changements projetés de l'hydrologie régionale qui auront une incidence sur la quantité et la qualité de l'eau. Les zones déjà touchées par des facteurs autres que climatiques sont celles qui suscitent le plus d'inquiétude (*voir* l'encadré 3). Les collectivités qui ont accès à l'eau des Grands Lacs par des prises d'eau peu profondes ou des conduites conçues pour des niveaux d'eau jusqu'ici relativement élevés risquent d'éprouver des difficultés dans l'avenir, en raison de l'augmentation de la fréquence des bas niveaux d'eau. Il est probable que la prolifération des algues, conjuguée à la baisse des niveaux d'eau, provoque des problèmes d'alimentation en eau, et en modifie l'odeur et le goût (Mortsch *et al.*, 2000; Bruce *et al.*, 2003; Kling *et al.*, 2003).

De façon générale, les collectivités qui dépendent d'eaux superficielles autres que celles des Grands Lacs seront, elles aussi, de plus en plus souvent exposées à des pénuries d'eau (Kreutzwiser *et al.*, 2003). Les répercussions du changement climatique prévu d'ici à 2020 seront probablement plus marquées que celles des changements dus à l'urbanisation prévue, en termes tant d'ampleur des débits maximums que de concentrations totales d'azote et de phosphore (Booty *et al.*, 2005). La même étude a démontré que les bassins versants secondaires ont des vulnérabilités et des réactions à des stress similaires qui leur sont propres. De ce fait, les collectivités vivant dans ces bassins secondaires devront probablement s'adapter de façon spécifique (Booty *et al.*, 2005).

Aux baisses prévues des disponibilités saisonnières en eau s'ajoutera une hausse démographique qui fera croître la demande en eau potable. Quelque 80 p. 100 de la croissance démographique en Ontario d'ici à 2031 devrait se concentrer dans la région élargie du Golden Horseshoe, qui comprend Toronto et sa région. On prévoit que la croissance la plus forte se situera dans la région de Waterloo et dans les comtés de Wellington, Dufferin et Simcoe, qui connaissent déjà périodiquement des pénuries (ministère du Renouvellement des infrastructures publiques de l'Ontario, 2006).

Mieux connaître les ressources en eau à la source, les besoins en eau dans les bassins versants et les menaces éventuelles peut aider à limiter la vulnérabilité face à des pénuries d'eau plus fréquentes. C'est ainsi que, en réaction à des pénuries passées, l'office de la conservation de la rivière Grand a réalisé une étude approfondie de la consommation d'eau au sein du bassin (Bellamy et Boyd, 2005). Cette étude a révélé que l'irrigation, qui occupe la huitième place parmi les postes de consommation d'eau sur l'année, passe à la deuxième place au mois de juillet, période où les eaux de surface

sont à leur plus bas (Bellamy et Boyd, 2005). Ces renseignements, conjugués à ceux fournis par les projections climatiques et démographiques, permettront d'identifier les secteurs à problèmes pour les 20 à 50 prochaines années.

La vulnérabilité des mesures d'approvisionnement en eau aux sécheresses dans la sous-région sud est atténuée par la possibilité d'avoir accès à l'eau des Grands Lacs par des prises d'eau plus profondes, ainsi que par les réseaux interconnectés de traitement et d'adduction des eaux qui permettent le partage entre les installations au cours de pénuries (Kreutzwiser *et al.*, 2003). Dans les régions qui dépendent des eaux souterraines, les sources plus profondes sont davantage protégées de la variabilité du climat et sont souvent exploitées lorsque les sources peu profondes commencent à s'épuiser (Environnement Canada, 2004). Comme mesure d'adaptation, il est essentiel de protéger les eaux de source afin de limiter le risque que présente le changement climatique à la sécurité et à la fiabilité des ressources en eaux souterraines (voir l'étude de cas 2).

Inondations

La sous-région sud étant la plus urbanisée de la province, les répercussions des phénomènes météorologiques extrêmes sur les infrastructures et la continuité du service s'y font sentir bien

TABLEAU 2 : Changements prévus des ressources hydriques dans le bassin des Grands Lacs (tiré de de Loë et Berg, 2006).

Paramètres hydrologiques	Changements attendus au cours du XXI ^e siècle dans le bassin des Grands Lacs
Ruissellement	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution du ruissellement annuel, mais augmentation du ruissellement d'hiver • Crues printanières précoces et plus faibles (débit résultant de la fonte de la neige et de la glace) • Les débits d'été et d'automne sont plus faibles • Augmentation de la durée des périodes de faible débit • Fréquence accrue des hauts débits dus aux épisodes de précipitations extrêmes
Niveaux des lacs	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution des apports nets au bassin et baisse des niveaux causée par une évaporation accrue et par le moment de survenue des précipitations • Augmentation de la fréquence des bas niveaux de l'eau
Approvisionnement des nappes souterraines	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution de l'apport aux nappes souterraines, les nappes phréatiques les moins profondes étant particulièrement sensibles
Décharge des nappes souterraines	<ul style="list-style-type: none"> • Modifications des quantités et des moments de survenue des débits de base alimentant les cours d'eau, les lacs et les terres humides
Couverture de glace	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction ou élimination complète de la période de couverture de glace
Couverture nivale	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de la couverture de neige (profondeur, superficie et durée)
Température de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Hausse de la température de l'eau dans les plans d'eau de surface
Humidité du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation possible de l'humidité du sol pouvant atteindre 80 p. 100 durant l'hiver dans le bassin, mais baisse pouvant atteindre 30 p. 100 l'été et l'automne

ENCADRÉ 3

Changement climatique et qualité de l'eau dans les systèmes subissant des stress

Le Plan d'assainissement des Grands Lacs a été institué en 1987 par la Commission mixte internationale (CMI) dans le cadre de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (Commission mixte internationale, 1989) signé entre le Canada et les États-Unis. Les zones du bassin des Grands Lacs dont le milieu a subi une détérioration sont déclarées « secteurs préoccupants » (SP), et des plans d'assainissement (PA) sont conçus et mis en œuvre. Il existe à l'heure actuelle dix SP au Canada, 26 aux États-Unis et cinq qui sont limitrophes. La CMI surveille les progrès accomplis dans chaque SP. Sur les 43 SP identifiés au départ, deux ont été retirés de la liste : le port de Collingwood et le bras Severn, en Ontario (Environnement Canada, 2006b).

Les répercussions du changement climatique sur l'hydrologie auront une incidence sur le succès des PA. Par exemple, Walker (1996) a expliqué qu'il est déjà difficile aux gestionnaires de l'eau de respecter les limites de concentration du phosphore dans certains bassins du PA de Quinte en raison des diminutions périodiques des débits saisonniers, auxquels viennent s'ajouter l'augmentation des pluies en hiver et l'érosion. Le changement climatique projeté obligera à investir davantage dans le traitement sanitaire de l'eau, les pratiques culturelles de conservation et la gestion urbaine des eaux pluviales. Les PA et les plans d'aménagement panlacustre devront tenir compte des effets du changement climatique au moment de fixer et de revoir les objectifs de qualité de l'eau, et il leur faudra probablement avoir recours à des investissements supplémentaires pour atteindre leurs objectifs (Bruce *et al.*, 2000).

davantage qu'ailleurs dans la province, tant dans leur ampleur que dans leurs coûts économiques. La plupart des situations d'urgence dues à des inondations répertoriées entre 1992 et 2003 dans cette région se sont produites entre janvier et mai, et étaient dues à des épisodes de pluie sur neige. La hausse des températures en hiver fera avancer les crues printanières et celles-ci seront probablement moins abondantes en raison des dégels hivernaux plus fréquents (Kling *et al.*, 2003), réduisant du même coup le risque d'inondations au printemps (Hengeveld et Whitewood, 2005).

Les épisodes de fortes pluies peuvent également provoquer des inondations. Entre 1979 et 2004, le sud-ouest de la sous-région a connu de fortes pluies plus souvent que toutes les autres régions de la province (voir la figure 16). Le 19 août 2005, des précipitations exceptionnellement fortes ont provoqué de gros dégâts à Toronto (voir l'étude de cas 3). Au cours des 20 dernières années, Toronto a connu à sept autres reprises de graves inondations dues à de fortes précipitations, toutes considérées comme ayant une période de récurrence de plus de 25 ans (D'Andrea, 2005).

La région de York et la ville de Niagara ont enregistré une augmentation des inondations de sous-sols ou localisées (Brûlé et McCormick, 2005), et plusieurs municipalités envisagent de

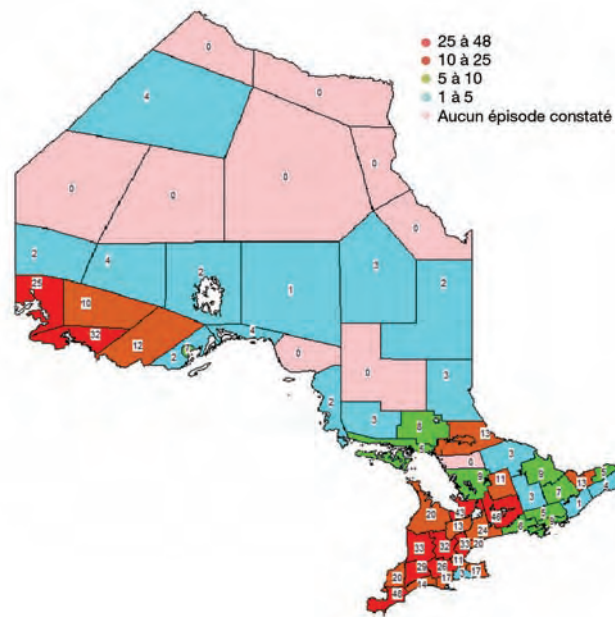


FIGURE 16 : Nombre d'épisodes de fortes pluies entre 1979 et 2004. Une pluie est forte lorsqu'il tombe 50 mm ou plus de pluie à l'heure ou 75mm ou plus en trois heures (Environnement Canada, 2005b).

ÉTUDE DE CAS 2

Protection des eaux de source

(*extrait modifié tiré de de Loë et Berg, 2006*)

Du 8 au 12 mai 2000, des pluies exceptionnelles ont entraîné la contamination du réseau d'adduction d'eau de Walkerton (Ontario) par des agents pathogènes microbiologiques (*E. coli* 0157 : H7 et *Campylobacter*), par le biais d'un puits peu profond. Ces agents pathogènes provenaient de fumier qui avait été répandu dans un champ en respectant les pratiques exemplaires reconnues. Sept personnes sont décédées, et 2 300 sont tombées malades en raison d'une mauvaise désinfection de l'eau (O'Connor, 2002; Richards, 2005). En réaction à cette tragédie et à l'enquête publique qui l'a suivie, la province a orienté sa politique vers un système à protections multiples afin de garantir la salubrité de l'eau potable. Les résultats de l'enquête indiquent, sans entrer dans les détails, que l'augmentation de la fréquence des épisodes de pluies extrêmes due au changement climatique risque d'avoir des effets à long terme sur la qualité et la quantité des sources d'eau potable en Ontario (O'Connor, 2002).

La *Loi sur l'eau saine* de l'Ontario, promulguée en octobre 2006, exige la mise en place et la communication de plans de protection des eaux à la source en fonction d'évaluations de la quantité et de la qualité de l'eau dans chaque bassin de la province. Ces plans doivent notamment inclure un bilan hydrique pour chaque bassin et identifier les menaces actuelles et futures pour l'eau potable dans les zones vulnérables. Cette façon de faire permet également de déterminer la vulnérabilité au changement climatique. Les consignes de caractérisation des bassins versants mettent l'accent sur les tendances passées et présentes; toutefois, on attend des équipes chargées de ce travail qu'elles consultent également les modèles de changement climatique appropriés. De ce fait, la nécessité de tenir compte de façon explicite du changement climatique à venir, de même que d'autres changements prévus pour les bassins versants (tels que la croissance démographique, et une utilisation des terres différente ou plus intense), permettra de mieux identifier les zones vulnérables.

moderniser leurs infrastructures d'évacuation des eaux pluviales en fonction d'épisodes de précipitations plus intenses (Ormond, 2004; Brûlé et McCormick, 2005; D'Andrea, 2005). En 2001 et 2002, de fortes pluies ont provoqué des inondations généralisées dans la ville de Stratford; la municipalité a donc décidé d'adopter un modèle de tempête type à récurrence de 250 ans (voir l'étude de cas 3) et d'investir 70 millions de dollars dans la modernisation de ses infrastructures d'évacuation des eaux pluviales (Rickett *et al.*, 2006).

L'augmentation de la fréquence et, éventuellement, de l'intensité des épisodes de pluies extrêmes fera croître le risque d'inondation en été (Hengeveld et Whitewood, 2005), avec les conséquences que cela suppose pour les grands réseaux urbains d'évacuation des eaux (voir le tableau 3). L'office de la conservation de l'eau de Toronto et de la région (Toronto and Region Conservation Authority, ou TRCA) considère le changement climatique comme un des principaux défis en matière de gestion et de conservation de l'eau. En 2005, le TRCA a lancé des travaux en vue d'améliorer la prévention des crues dans le cours inférieur de la rivière Don. Après des tests de sensibilité visant à déterminer l'effet qu'une augmentation des pluies violentes pourrait avoir sur les débits de tempête et le niveau des crues, le TRCA a conçu la digue de telle sorte qu'elle puisse contenir une hausse de 15 à 20 p. 100 des crues ordinaires afin de pouvoir mieux faire face aux incertitudes de l'avenir, y compris celles liées au changement climatique. Il l'a en outre conçue de manière à pouvoir plus tard la surélever de 1 à 2 mètres, si nécessaire (Toronto and Region Conservation Authority, 2006b).

3.1.3 Santé humaine

Il y a eu de nombreuses études réalisées concernant l'impact du climat sur la santé humaine dans la sous-région sud de l'Ontario

Pluies extrêmes et infrastructures d'évacuation des eaux pluviales

Les plans de lutte contre les inondations reposent sur des données pluviométriques du passé servant ensuite à fixer des normes de construction pour les infrastructures. De façon générale, ces normes sont basées sur le plus élevé des deux calculs suivants : 1) débit maximum dans un bassin résultant d'une tempête à période de récurrence de 100 ans; ou 2) débit maximum résultant d'une tempête type (tempête plus violente que celle à récurrence de 100 ans) dans le bassin. On tient compte également des modifications des caractéristiques du bassin, telles que l'étendue des surfaces imperméables. Les répercussions résultant des trois exemples suivants font ressortir la vulnérabilité des infrastructures essentielles. Les stratégies d'adaptation visant la conception, la modernisation et l'entretien des infrastructures devront tenir compte de l'incertitude actuelle quant à la fréquence et à l'ampleur des phénomènes météorologiques extrêmes, des infrastructures existantes et de la vulnérabilité liée à l'utilisation des terres, ainsi que du coût de l'adoption de mesures proactives par rapport à celui engagé dans le recours à des mesures réactives et à des réparations.

Sous-région sud : inondation au nord de Toronto le 19 août 2005

Des tempêtes violentes traversant le sud-ouest de l'Ontario le 19 août 2005 ont provoqué de graves inondations et des dégâts aux infrastructures, avec plus de 500 millions de dollars de pertes assurées (Klaassen et MacIver, 2006). Les pluviomètres du nord de la ville ont enregistré 103 mm de pluie en une heure, et ceux de la ville de Toronto, jusqu'à 153 mm, pendant les quelque quatre heures qu'a duré cet orage. Ces deux valeurs sont de deux à trois fois supérieures à celles de la tempête type, soit l'ouragan Hazel de 1954 (Environnement Canada, 2005a). La tempête de 2005 a mis en évidence l'interconnexion des divers types d'infrastructures dans de grandes zones urbaines et les vulnérabilités qui en résultent. L'orage a effectivement provoqué l'effondrement d'une partie de l'avenue Finch, une des plus grandes artères de la ville, endommageant deux conduites principales de gaz sous haute pression, un réseau d'adduction d'eau potable ainsi que des lignes téléphoniques, des lignes électriques et des services de câble passant sous la rue (voir la figure 17).

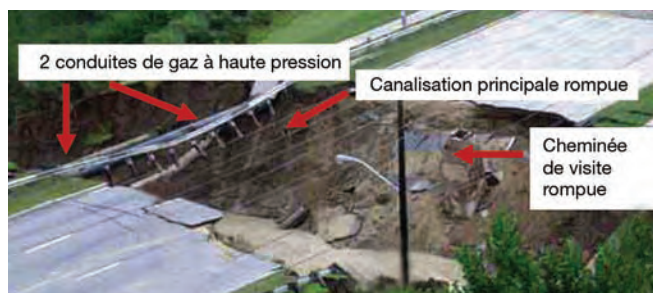


FIGURE 17 : Dommages à l'intersection des avenues Finch et Black Creek, causés par l'inondation survenue au nord de Toronto en août 2005 (photo gracieuseté de la Ville de Toronto).

Sous-région sud : inondation à Peterborough le 15 juillet 2004

En juillet 2004, une violente tempête d'une heure s'est abattue sur la ville de Peterborough (voir la figure 18) déversant en une heure presque autant d'eau que n'en déverserait en 24 heures une tempête type à récurrence de 100 ans. Un certain nombre de facteurs ont aggravé les conséquences de ces précipitations intenses. D'abord, les pluies étaient concentrées sur le centre-ville de Peterborough, recouvert en grande partie de surfaces asphaltées imperméables, dont des rues mal conçues pour évacuer les pluies



FIGURE 18 : Inondation de juillet 2004 à Peterborough, en Ontario (photo gracieuseté de City of Peterborough Emergency Management Division).

d'orage, et causant ainsi de vastes inondations. Par ailleurs, il a été estimé que 82 p. 100 des canalisations d'évacuation des eaux pluviales ne satisfaisaient pas aux normes actuelles, ce qui a contribué aux engorgements. Enfin, l'excédent d'eau provenant de l'infiltration des eaux souterraines dans des canalisations d'égouts fissurées ou mal connectées a causé l'engorgement du réseau et l'inondation des sous-sols. On a estimé que les coûts associés aux mesures prises pour corriger les déficiences des infrastructures pourraient atteindre 200 millions de dollars (Klaassen et Seifert, 2006).

L'inondation de Peterborough a causé 95 millions de dollars de pertes assurées (Bureau d'assurance du Canada, 2005) et illustre bien l'importance de tenir compte des facteurs d'ordre non climatique dans la détermination de la vulnérabilité aux risques d'inondation.

Sous-région centrale : tempête du 8 au 11 juillet 2002 dans le nord-ouest de l'Ontario

Du 8 au 11 juin 2002, une série de tempêtes très violentes a déversé entre 220 et 401 mm d'eau sur la sous-région centrale de l'Ontario, dépassant de loin les records précédents (Klaassen, 2005). Les réseaux routiers et ferroviaires ont été perturbés dans toute la région et les dommages résultant directement des inondations ont été évalués à 31 millions de dollars en Ontario, à plus de 7 millions de dollars au Manitoba et à 70 millions de dollars américains au Minnesota et au Dakota du Nord (voir la figure 19; Cummine *et al.*, 2004; Klaassen, 2005; Groeneveld, 2006).

Le bassin du barrage Longbow (49 km²), qui avait reçu 187 mm d'eau avec un débit maximum de 30,1 m³/s au cours de la tempête type de 1961, dite « Timmins », a reçu 361 mm d'eau avec un débit maximum de 57 m³/s pendant la tempête de 2002 (Groeneveld, 2006). Selon les données historiques, il s'agit d'une situation dont la période de récurrence est de 1 486 ans. Les gestionnaires de l'eau et les ingénieurs doivent désormais se demander s'ils ne devraient pas retenir la tempête de 2002 comme la tempête type dans leurs plans.



FIGURE 19 : Tempête de juin 2002 dans le nord-ouest de l'Ontario (Groeneveld, 2006).

TABLEAU 3 : Sensibilité des grands réseaux urbains de drainage au changement climatique (extrait modifié tiré de Kije Sipe Ltd., 2001).

Changement climatique prévu	Sensibilité attendue du système		
	Systèmes combinés	Systèmes partiellement séparés	Systèmes entièrement séparés
Augmentation de l'intensité des pluies, types d'événements et volume annuel similaires	Risque accru d'inondation des sous-sols. Baisse du niveau de service	Faible impact sur les débits de pointe et la capacité disponible	Faible impact sur les débits de pointe et la capacité disponible
Augmentation de la fréquence des épisodes de gros volumes et de forte intensité, volume annuel similaire	Risque accru d'inondation des sous-sols. Baisse du niveau de service. Augmentation possible des volumes dans les déversoirs d'orage, mais moindre fréquence de ces événements	Risque accru de surcharge et d'inondation de sous-sols. Baisse du niveau de service	Impact possible sur la capacité de croissance disponible. Risque accru de surcharge des égouts et risque d'inondation
Augmentation de la fréquence des pluies et des volumes annuels, faible augmentation des intensités maximales et de la fréquence des pluies à gros volume	Faible impact sur la capacité du système. Augmentation des volumes des déversoirs d'orage et de la fréquence de ces événements	Augmentation possible du risque d'inondation du système. Impact possible sur les coûts de traitement des eaux usées en raison des volumes et de la dégradation de la qualité	Impact possible sur le traitement des eaux usées en raison des volumes et de la dégradation de la qualité

(p. ex., Smoyer *et al.*, 2000; Last et Chiotti, 2001; Chiotti *et al.*, 2002; Cheng *et al.*, 2005). Les répercussions les plus marquées sont probablement liées au stress thermique, à la pollution atmosphérique, aux phénomènes météorologiques extrêmes, aux maladies transmises par des vecteurs, des rongeurs et l'eau, et à l'exposition au rayonnement ultraviolet (UV).

Stress thermique

La sous-région sud est plus chaude et plus humide que les autres régions de la province; il y a à cela de nombreuses raisons, dont l'effet d'îlot thermique urbain qui peut y causer des températures supérieures de 3 °C à celles de la campagne environnante (Gough et Rozanov, 2002). Environnement Canada émet des avis d'Humidex lorsqu'on prévoit des températures de 30 °C ou lorsque l'indice Humidex (qui fait intervenir tant la température que l'humidité relative) atteint 40 °C (Smoyer *et al.*, 1999, 2000). En 1999, on a estimé le nombre moyen de surmortalités pendant les périodes de fortes chaleurs à 120, 41 et 37 pour Toronto, Ottawa et Windsor respectivement (Cheng *et al.*, 2005). De façon générale, le nombre de sorties d'ambulances et d'hospitalisations augmente dans les villes du sud de l'Ontario pendant les fortes chaleurs (Thompson *et al.*, 2001; Dolney et Sheridan, 2006).

Les projections du changement climatique qui annoncent des hivers plus cléments et des étés plus chauds auront des conséquences aussi bien favorables que défavorables sur les taux de morbidité et de mortalité dus à la température. Le nombre moyen annuel de journées « chaudes » (1961 à 2000), aux températures supérieures ou égales à 30 °C, est de 8 à Toronto, 8 à Ottawa et 15 à Windsor (Cheng *et al.*, 2005). Selon Cheng et Campbell (2005), ces chiffres pourraient plus que doubler dans ces villes d'ici à 2050, plus que tripler à Windsor et presque quadrupler à Toronto et à Ottawa d'ici les années 2080. Si l'on ne prend pas de mesures d'adaptation efficaces, le nombre de décès imputables à la chaleur risque d'augmenter proportionnellement. En revanche, la mortalité causée par le froid pourrait baisser d'environ 45 p. 100 à Ottawa et de 60 p. 100 à Windsor et à Toronto d'ici à 2050, et de 60 à 70 p. 100 dans les trois villes d'ici à 2080 (Cheng *et al.*, 2005; Pengelly *et al.*, 2005). Toutefois, cette incidence positive sur la santé pourrait être contrebalancée par une hausse de la mortalité hivernale due à la pollution atmosphérique si le changement climatique se traduit par

une plus grande incursion des masses d'air tropical maritime dans la sous-région sud en hiver (Rainham *et al.*, 2005).

La crainte de connaître des vagues de chaleur plus fréquentes a conduit sept municipalités de la sous-région sud à mettre en place des plans d'avertissement de chaleur intense, pour la plupart basés sur l'indice Humidex. Le plan d'intervention de la ville de Toronto en période de chaleur accablante (voir l'étude de cas 4), qui faisait partie d'un projet-pilote parrainé par l'Organisation mondiale de la santé et l'Organisation météorologique mondiale, repose sur un système de classement synoptique spatial basé sur les conditions climatiques locales et inclut des informations sur les conséquences de vagues de chaleur passées et sur les mesures qui avaient alors été prises (Rainham *et al.*, 2005). D'autres agglomérations de la région de Toronto envisagent d'adopter leur propre système de classement synoptique en s'inspirant de celui de Toronto.

Pollution atmosphérique et maladies qui en résultent

Tous les ans, des milliers de Canadiens meurent prématurément à cause d'une exposition brève ou prolongée à la pollution atmosphérique (Judek *et al.*, 2004). L'Ontario Medical Association (2005) a estimé que, chaque année, la pollution atmosphérique cause en Ontario 5 800 décès prématurés, plus de 16 000 hospitalisations, près de 60 000 visites aux urgences et 29 millions de journées de maladie bénigne. Des estimations ont été établies pour 2015 et 2026 en prenant pour hypothèse qu'il n'y aurait aucune baisse du niveau de pollution atmosphérique et en tenant compte du vieillissement de la population. Dans de telles conditions, on s'attend à environ 7 500 décès prématurés d'ici à 2015 et à plus de 10 000 d'ici à 2026. On estime le nombre total de journées de maladie bénigne va augmenter à plus de 38 millions par an d'ici à 2026, surtout chez les personnes de plus de 65 ans (Ontario Medical Association, 2005).

La hausse des températures accompagnant le changement climatique accroîtra le risque de formation d'oxydants photochimiques, c'est-à-dire du smog (Pellegrini *et al.*, 2007) ainsi que les concentrations de pollen dans l'air ambiant (Breton *et al.*, 2006). Une plus grande consommation d'énergie, notamment un plus grand usage des climatiseurs en été, risque aussi d'avoir des conséquences importantes sur la qualité de l'air, selon la méthode

Plan d'intervention de la ville de Toronto en période de chaleur accablante

Le plan d'intervention de la ville de Toronto en période de chaleur accablante est un exemple de la façon dont une municipalité s'adapte à un climat en évolution; il confirme qu'on peut réduire la vulnérabilité en revoyant, évaluant et raffinant fréquemment les mesures existantes. Le plan d'intervention a pour but d'alerter les personnes les plus susceptibles de souffrir gravement des méfaits de la chaleur, voire d'en mourir, lorsqu'une période de chaleur accablante arrive ou a commencé, afin qu'elles prennent des précautions. Les personnes les plus exposées sont les personnes âgées et isolées sur le plan social, les personnes souffrant déjà de pathologies chroniques, y compris de maladies mentales, les enfants et les personnes à faible revenu ou sans abri.

Le processus d'élaboration du plan de Toronto a débuté en 1998, lorsque le groupe de travail des personnes âgées et le comité consultatif sur les sans-abri et les personnes isolées sur le plan social ont demandé aux services de santé publique de la ville de mettre en place un plan d'intervention d'urgence en période de chaleur accablante. Cette initiative découlait du fait que les étés sont de plus en plus chauds à Toronto et que les vagues de chaleur aux États-Unis, y compris celle de 1995 à Chicago, avaient eu des conséquences dramatiques. Les services de santé publique de Toronto ont été chargés d'identifier les conditions météorologiques qui marqueraient le seuil de déclenchement d'un avertissement de chaleur intense et de concevoir un plan d'intervention coordonné rassemblant tous les partenaires essentiels. Le premier système d'alerte lancé en 1999 reposait sur des prévisions d'indice Humidex dépassant 40 °C. Toutefois, le changement rapide des niveaux d'indice Humidex a vite rendu ce seuil inadéquat. Par ailleurs, des études ont révélé que la chaleur faisait des victimes dans la sous-région sud même lorsque l'indice Humidex était inférieur à 40 °C, montrant une fois encore le besoin de disposer d'un meilleur outil de mesure des seuils.

Un système d'avertissement amélioré, conçu spécialement pour Toronto, a été lancé à l'été 2001. Ce système utilise des calculs de probabilité de hausse des taux de surmortalité ou de surmortalité en fonction des conditions météorologiques locales (p. ex., température et point de rosée, vitesse et direction du vent, et couverture nuageuse) et comprend des informations sur l'effet des vagues de chaleur passées et sur les mesures qui avaient alors été prises (Rainham *et al.*, 2005). Le système repose sur des données historiques démontrant la relation entre mortalité et météorologie; il classe les conditions météorologiques en fonction des masses d'air, puis détermine les types de conditions météorologiques les plus « accablantes » susceptibles de toucher les habitants de la ville. L'alerte est donnée dès qu'une masse d'air étouffante est prévue dans la région. L'avertissement de chaleur intense est émis lorsque les calculs donnent un taux de probabilité de surmortalité de 65 à 90 p. 100. Un taux de probabilité dépassant 90 p.100 déclenche l'alerte de chaleur extrême. Cette dernière est toujours précédée d'au moins une journée d'avertissement de chaleur intense, de sorte que l'on puisse s'assurer que tout est en place pour prendre les mesures d'urgence nécessaires.

Lorsqu'un avertissement de chaleur intense est émis, les responsables de la santé publique en informent les médias et les instances représentant les personnes les plus susceptibles d'être touchées par la canicule : garderies, établissements hospitaliers et centres de soins de longue durée, refuges et organismes communautaires. Par ailleurs, des bouteilles d'eau sont distribuées aux endroits où les personnes vulnérables sont susceptibles de se rassembler; on demande aux refuges d'assouplir leurs règles de couvre-feu et une ligne téléphonique d'information est activée pour répondre à toutes les questions concernant la chaleur. Si l'alerte de chaleur extrême est déclenchée, les services communautaires et de quartiers ouvrent quatre centres de rafraîchissement dans des bâtiments publics répartis dans la ville. Le cas échéant, un de ces centres reste ouvert 24 heures sur 24 et met à la disposition de ceux qui en ont besoin des bouteilles d'eau, des lits et des locaux climatisés.

Un comité d'intervention en période de chaleur accablante se réunit trois fois par an pour faire le point et mettre à jour le plan d'intervention. Une des premières mesures de modification de ce plan a été de confier à la Croix-Rouge la ligne téléphonique d'information sur la chaleur tous les jours d'alerte, y compris les fins de semaine, et la coordination de la distribution d'eau en bouteille. En 2001, de nouveaux partenaires se sont ajoutés et les efforts de sensibilisation ont redoublé. On veille à ce que 1) les fontaines d'eau potable dans les parcs de la ville fonctionnent correctement; 2) les piscines restent ouvertes plus tard pendant les avertissements de chaleur intense; et 3) des patrouilles de rue distribuent des jetons de transport gratuits aux personnes qui ont besoin de se rendre dans un centre de rafraîchissement.

Toronto a connu un nombre record d'alertes de chaleur intense et de chaleur extrême en 2005. Malgré la mise en œuvre complète du plan d'intervention en période de canicule, il est néanmoins survenu un certain nombre de décès liés à la chaleur, sur lesquels on a ouvert des enquêtes, et des appels ont été lancés pour améliorer les centres de rafraîchissement et les faire ouvrir dès le déclenchement de l'avertissement de chaleur intense, sans attendre l'alerte de chaleur extrême. On s'inquiétait particulièrement du fait que de nombreuses personnes vulnérables n'ont pas accès à la télévision, à la radio ou à un téléphone et risquent de ne pas être informées du déclenchement des alertes de chaleur ou de canicule. Les services de santé publique de Toronto ont alors lancé dans toute la ville une vaste campagne ciblée d'information auprès des propriétaires et des locataires pour les sensibiliser aux risques liés à la chaleur, notamment pour les personnes prenant des médicaments utilisés en psychiatrie ou autres.

La région de Peel est en train de mettre au point un plan d'intervention en période de chaleur accablante basé sur le modèle de celui de Toronto, tandis que celle de Waterloo, la municipalité régionale de Halton et les villes de Kingston et d'Ottawa ont mis en place des systèmes d'avertissement reposant sur les indices Humidex émis par Environnement Canada. Ces deux dernières municipalités ont aussi inclus des informations sur la qualité de l'air dans leurs avertissements de chaleur intense.

de production d'électricité. Cheng *et al.* (2005) ont fait des projections de la qualité de l'air pour les régions de Windsor, Toronto et Ottawa, et ont conclu que les décès prématurés liés à la pollution de l'air pourraient y augmenter de 15 à 25 p. 100 et de 20 à 40 p. 100 d'ici à 2050 et 2080 respectivement.

À l'heure actuelle, le ministère de l'Environnement de l'Ontario calcule et publie un indice de qualité de l'air pour 37 communautés urbaines et rurales dans l'ensemble de la province, et publie toute l'année des prévisions de qualité de l'air. Ces initiatives contribuent beaucoup à réduire l'exposition des personnes vulnérables les jours où la qualité de l'air est mauvaise. De nombreuses municipalités de

la sous-région sud ont mis en place leur propre plan d'intervention en cas de smog, en suivant des directives de la province (ministère de l'Environnement de l'Ontario, 2005). Ces plans mettent souvent l'accent sur les mesures de réduction des émissions susceptibles de limiter la contribution immédiate de la localité aux niveaux de pollution, mais ils recommandent aussi aux habitants, par exemple, de limiter leurs activités physiques en plein air afin d'éviter de trop s'exposer aux polluants atmosphériques.

Phénomènes météorologiques extrêmes

Les phénomènes météorologiques extrêmes et les catastrophes naturelles qui les accompagnent peuvent avoir des conséquences directes et indirectes graves sur la santé humaine. Dans les 55 dernières années, la sous-région sud a connu un certain nombre de phénomènes météorologiques extrêmes remarquables, notamment l'ouragan Hazel en 1954, la tornade Barrie en 1985, la tempête de verglas de 1998 et la tempête de neige de Toronto en 1999 (Mills *et al.*, 1999; Chiotti *et al.*, 2002). La tempête de verglas de 1998, qui, au Canada, s'est abattue sur l'est de l'Ontario, le sud du Québec et certaines parties des provinces de l'Atlantique, a provoqué la mort de 28 personnes, et on évalue à 60 000 le nombre de blessés et à plusieurs dizaines de milliers celui des personnes ayant souffert de stress post-traumatique (Edwards *et al.*, 1999; Kerry *et al.*, 1999; Chiotti *et al.*, 2002).

Les modèles climatiques prévoient que la fréquence de certains types de phénomènes météorologiques extrêmes augmentera à mesure que la planète se réchauffera (p. ex., voir le chapitre 2; Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2007). L'expérience passée fait craindre de graves conséquences pour la santé (Chiotti *et al.*, 2002). Outre les décès et les blessures directement imputables aux catastrophes naturelles, on dénombre également des conséquences indirectes telles que les blessures dues à de graves accidents de la circulation souvent provoqués par des phénomènes météorologiques extrêmes (Andrey et Mills, 2003) et les maladies dues à la propagation de moisissures toxiques et à une mauvaise qualité de l'air intérieur lorsque des habitations ou des bâtiments ont été inondés.

Maladies transmises par des vecteurs et des rongeurs

Le changement climatique à venir pourrait produire des conditions plus favorables à la résurgence et à la propagation de maladies transmises par des vecteurs et des rongeurs, comme en témoigne la récente propagation de la maladie de Lyme (Ogden *et al.*, 2004; 2005, 2006 a-c). On estime que l'aire de répartition de la tique occidentale à pattes noires (*Ixodes scapularis*), vecteur de la bactérie responsable de la maladie, est restreinte par la température, la densité des oiseaux migrateurs au printemps et les habitats boisés (Ogden *et al.*, 2004). Bien que cette tique ait été de tout temps isolée sur les rivages nord du lac Érié et du lac Ontario, on a récemment découvert que des oiseaux migrant vers le nord au printemps transportaient le *I. scapularis* sur de grandes distances vers le nord et l'ouest, au-delà des frontières de l'Ontario et jusque dans les provinces voisines (Ogden *et al.*, 2006a). Les hausses projetées de température pourraient conduire à une expansion vers le nord des aires de propagation de la maladie de Lyme, ce qui pourrait porter la maladie à 1 000 km de son foyer originel, tout en augmentant fortement le taux de survie de la tique dans la sous-région sud (Ogden *et al.*, 2005a, 2006b). Les risques pour la santé actuels que

représentent les tiques infectées sont dûment reconnus par les responsables des autorités sanitaires dans la sous-région sud (Charron et Sockett, 2005).

Le premier décès causé en Ontario par le syndrome pulmonaire à hantavirus (SPH), affection pulmonaire rare mais très grave transmise à l'homme par le contact avec l'urine, la salive et les excréments de rongeurs, a été enregistré à Owen Sound, en 1997 (voir la section 3.2.6; Egan, 1997). Sachant que les apparitions du SPH aux États-Unis ont été fortement influencées par les conditions météorologiques (Glass *et al.*, 2000; Hjelle et Glass, 2000; Charron *et al.*, 2003), l'évolution du climat est susceptible d'agir sur ce risque pour la santé en Ontario, en particulier dans les franges des zones urbaines où les humains et les souris sont appelés à entrer en contact (Chiotti *et al.*, 2002). Toutefois, il existe un certain nombre de mesures, parmi lesquelles le blocage de l'accès des rongeurs aux immeubles d'habitation et des mesures de précaution dans la manipulation des cadavres de rongeurs, qui peuvent être prises pour réduire l'exposition des humains au virus.

Parmi les exemples de maladies véhiculées par les moustiques qui tendent à se répandre du fait du changement climatique figurent le virus du Nil occidental et le paludisme (cf. Duncan *et al.*, 1997; Chiotti *et al.*, 2002). Le virus du Nil occidental a atteint l'Ontario en 2001, et sa propagation rapide à l'ensemble de la province a été corrélée à des conditions météorologiques favorables au vecteur hôte (Chiotti *et al.*, 2002). Les cas de paludisme contracté dans le pays ne constituent pas aujourd'hui un problème sanitaire, bien que le climat puisse être propice aux espèces de moustiques qui en sont les vecteurs. L'importation de la maladie due à des voyages et à une immigration à la hausse, et sa résistance accrue aux traitements constituent des problèmes plus immédiats pour le système de santé (Chiotti *et al.*, 2002; Riedel, 2004).

Maladies d'origine hydrique

Les jeunes, les personnes âgées et les personnes au système immunitaire affaibli sont particulièrement sensibles aux maladies gastrointestinales d'origine hydrique. L'incidence des entérites infectieuses causées par les salmonelles et la bactérie *Escherichia coli* (*E. coli*) dépend des conditions météorologiques, en particulier les pluies abondantes et les fortes températures, et le changement climatique pourrait causer une recrudescence du risque de ces infections (Schuster *et al.*, 2005; Waltner-Toews, 2005). Des facteurs d'ordre non climatique, notamment l'étroite proximité avec les populations animales, les dysfonctionnements des systèmes de traitement de l'eau, le mauvais entretien des équipements et un traitement insuffisant des eaux, ont été liés à des proliférations antérieures de ces agents pathogènes par l'entremise de l'eau potable (Schuster *et al.*, 2005). L'expérience passée, dont l'épidémie de Walkerton décrite plus haut, indique que l'alimentation en eau de l'Ontario est vulnérable aux agents pathogènes d'origine hydrique dont la prolifération est induite par certaines conditions météorologiques (Richards, 2005). La protection des sources d'eau est une importante première étape de l'endigement des risques de maladies d'origine hydrique (voir l'étude de cas 2). Auld *et al.* (2004) ont proposé de se servir de la surveillance et des prévisions météorologiques pour créer un dispositif d'alerte précoce qui avvertirait les responsables des systèmes d'alimentation en eau des conditions météorologiques susceptibles d'augmenter le risque de contamination du réseau.

Rayonnement ultraviolet

Si le réchauffement projeté conduit à une plus grande pratique des activités de plein air, cette tendance s'accompagnera d'un risque accru d'exposition au rayonnement ultraviolet (UV; Craig, 1999; Chiotti *et al.*, 2002; Riedel, 2004). Les incidences sur la santé en seraient une augmentation des lésions cutanées temporaires (coups de soleil), des lésions aux yeux (p. ex., cataractes) et des cancers de la peau (Martens, 1998; Walter *et al.*, 1999). Toronto connaît déjà une augmentation du nombre de jours où le rayonnement ultraviolet mesuré est élevé ou extrême (Perrotta, 1999). Un indice UV, qui concerne l'ensemble du territoire canadien, est publié quotidiennement par les services de santé publique, soucieux de sensibiliser la population dans le cadre général des mesures d'adaptation aux risques pour la santé du rayonnement ultraviolet.

3.1.4 Agriculture

Les études traitant des effets du climat et du changement climatique sur l'agriculture dans la sous-région sud comprennent des analyses des adaptations technologiques, institutionnelles et comportementales qui réduisent la vulnérabilité aux risques climatiques des cultures, des systèmes et des populations agricoles (Bryant *et al.*, 2000; Wall *et al.*, 2007). L'agriculture possède une longue histoire d'adaptation réussie reposant sur la gestion des risques. C'est ainsi que les programmes de soutien à l'agriculture se sont révélés un mécanisme important face aux répercussions à court terme des sécheresses récentes, les paiements d'assurance-récolte versés de 2000 à 2004 ayant dépassé les 600 millions de dollars (voir la figure 20).

Le climat et l'agriculture sont liés par des rapports complexes, une large gamme de paramètres climatiques agissant sur la production des cultures et sur l'élevage : températures maximales et minimales, degrés-jours de croissance, durée de la période de croissance, précipitations et moment de survenue des pluies, phénomènes météorologiques extrêmes, épisodes de sécheresse, enneigement et périodes de gel. Le changement climatique exerce aussi un effet indirect sur la productivité agricole en régissant la viabilité des parasites, des espèces envahissantes, des mauvaises herbes et des maladies, et par son rapport avec d'autres problèmes atmosphériques comme les pluies acides et le smog. Les changements projetés des conditions agroclimatiques pourraient être bénéfiques à la production de nombreuses cultures, dont le maïs, le sorgho, le soya et certaines cultures fourragères, et entraîner une extension des cultures vers le nord (p. ex., Singh *et al.*, 1998; Andresen *et al.*, 2000). La production fruitière pourrait aussi profiter d'un allongement de la période de croissance et d'une augmentation des degrés-jours (Winkler *et al.*, 2002).

Cependant, la plupart des études d'impact ne traitent pas des effets que peuvent avoir les invasions de parasites ou d'autres perturbations, ni des répercussions des phénomènes météorologiques extrêmes, ni même des effets cumulatifs du changement climatique ou d'autres problèmes atmosphériques, comme le dépôt acide ou la pollution de l'air (Drohan *et al.*, 2002). Les projections basées sur les températures et les précipitations moyennes ne tiennent pas toujours compte de l'importante variabilité spatiale et interannuelle de l'agroclimat (Kling *et al.*, 2003). Quand des facteurs comme la fréquence et le moment de survenue de certains événements seuils (p. ex., les dates des gelées automnales et printanières) sont pris en considération, il appert que l'agriculture dans la sous-région sud de l'Ontario restera vulnérable aux accidents dus au froid printanier (Winkler *et al.*, 2002). En ce qui

concerne la culture du raisin et les activités vinicoles, des températures hivernales plus douces ou un enneigement moindre pourraient avoir des effets néfastes sur la production du vin de glace, selon le moment de survenue et la fréquence des vagues de froid qui sont nécessaires à la récolte (Chiotti et Bain, 2000).

Le changement climatique devrait créer des conditions favorables aux organismes nuisibles pour l'agriculture et au développement des phytopathologies, qui auraient à leur tour des effets défavorables sur la production des cultures. On craint également que l'intensification des migrations, de la reproduction, de l'activité trophique d'insectes et d'acariens, s'ajoutant à un regain de la dynamique de leurs populations, n'entraîne un accroissement des pertes de récoltes (Lipa, 1999). De même, on prévoit que l'évolution du climat modifiera la répartition géographique des phytopathologies et mettra à l'épreuve les méthodes actuelles de lutte phytosanitaire (Chakraborty *et al.*, 2000). Le changement climatique aura une incidence sur la survie des agents pathogènes, sur le taux de progression des maladies pendant la période de croissance et sur la durée des épidémies annuelles pour la plante hôte (Boland *et al.*, 2003). On s'attend à voir les mauvaises herbes envahissantes réagir à la hausse des niveaux de CO₂ atmosphérique par de forts taux de croissance, qui seront peut-être également favorisés par une baisse d'efficacité des herbicides (p. ex., Archambault *et al.*, 2001; Ziska, 2004). Bien qu'il soit reconnu qu'un excès ou un déficit de précipitations peut avoir sur les maladies des plantes des effets plus prononcés que les conditions thermiques, la somme des recherches menées sur la gestion de ces maladies reste relativement modeste (cf. Boland *et al.*, 2003; Coakley, 2004; Guiterrez, 2000; Smit *et al.*, 2000).

Le changement climatique aura également des impacts directs sur la production animale. En effet, une augmentation du stress thermique pourrait se traduire par une baisse du gain de poids et de la production laitière chez les bovins, ainsi que par des réductions des taux de conception, et donc par des pertes substantielles dans la production avicole (p. ex., Owensby *et al.*, 1996; Kling *et al.*, 2003). Le changement climatique aura également une incidence sur les maladies des animaux et, par là-même, sur l'industrie des productions animales, en modifiant les chances de survie et en multipliant les insectes porteurs (tiques, moustiques) et les maladies qu'ils véhiculent, aujourd'hui encore considérées comme exotiques ou rares (Charron *et al.*, 2003). Des hivers plus cléments atténueront certains problèmes, comme la pneumonie chez les bovins adultes,

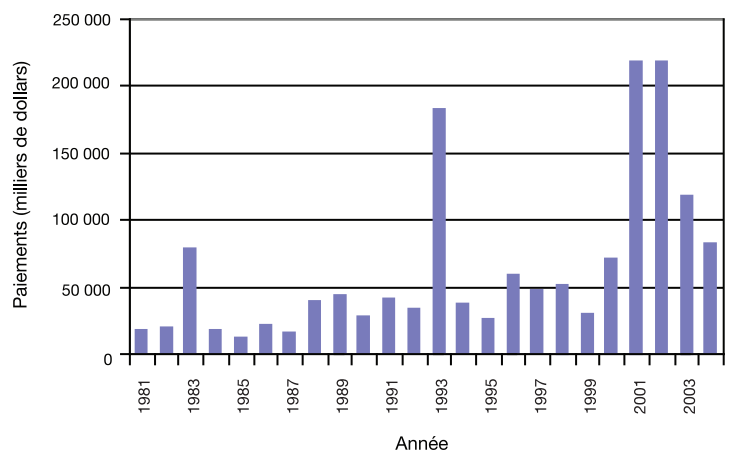


FIGURE 20 : Paiements d'assurance-récolte en Ontario de 1981 à 2004 (Statistique Canada, 2005).

mais ils pourraient aussi augmenter le taux de survie des parasites internes et externes des animaux. L'alimentation en eau du bétail peut être contaminée par le ruissellement dans les bassins versants où des pluies abondantes entraîneraient les bactéries et les parasites dans les réseaux de distribution. Au cours de sécheresses extrêmes, la possibilité que l'eau devienne toxique en raison de sa teneur en soufre et en cyanobactéries (algues bleu-vert) créera de graves problèmes pour la production bovine (Administration du rétablissement agricole des Prairies, 2003).

Les perceptions qu'ont les producteurs du risque climatique semblent varier selon le type de production agricole (Harwood *et al.*, 1999). Dans la sous-région sud, lors de rencontres de groupes de consultation thématique, les producteurs de cultures commerciales se sont montrés plus préoccupés par les impacts du changement climatique que les exploitants de fermes d'élevage (Reid, 2003). En général, les producteurs canadiens estiment que l'industrie agricole continuera d'apporter des solutions techniques adéquates à divers risques, y compris les stress liés au changement climatique et aux conditions météorologiques (Holloway et Ilbery, 1996; Brklacich *et al.*, 1997; Bryant *et al.*, 2000; Smit *et al.*, 2000).

Les producteurs sont inévitablement confrontés aux risques liés à la variabilité du climat d'une année à l'autre (Kling *et al.*, 2003), les plus grandes fluctuations des profits résultant de la variabilité des précipitations et de l'allongement des saisons sans gel (Brklacich et Smit, 1992). La capacité des producteurs individuels à gérer les risques, et à procéder à des adaptations, est fonction de nombreux facteurs, dont la taille et le niveau de diversification de leur exploitation. Les éleveurs, dont l'exploitation est souvent de taille relativement plus importante, seront davantage enclins à adopter une large gamme de mesures que les agriculteurs qui ont déjà diversifié leurs activités (Brklacich *et al.*, 1997). Les exploitations petites et moyennes seront relativement plus défavorisées dans les cas où le risque est plus élevé (Kling *et al.*, 2003).

La tempête de verglas de 1998, dont les producteurs de lait de l'Ontario ont davantage souffert que leurs homologues québécois, montre comment l'expérience peut modifier sensiblement le degré de vulnérabilité. Les exploitants agricoles de l'Ontario n'avaient généralement pas été exposés à de fréquentes coupures de courant avant cette tempête majeure, si bien que seuls 20 p. 100 d'entre eux possédaient des groupes électrogènes d'appoint (Kerry *et al.*, 1999). Depuis la tempête de verglas, il y a eu une augmentation substantielle du nombre de groupes électrogènes d'appoint dans les zones rurales, ce qui constitue une réaction d'adaptation.

Les producteurs de l'Ontario estiment que les conditions climatiques ont changé perceptiblement au cours des cinq dernières années, et les mesures qu'ils ont prises pour y répondre ont été les suivantes : pratiquer des cultures et utiliser des variétés différentes; modifier le drainage par tuyaux; avoir recours au travail de conservation du sol; modifier le calendrier des plantations et installer des systèmes d'irrigation (Réseau canadien de recherche sur les impacts climatiques et l'adaptation - Agriculture, 2002; Wall *et al.*, 2007). Les producteurs de soya se sont adaptés aux stress climatiques récents en plantant des variétés nouvelles ou améliorées, en adoptant la rotation des cultures et en modifiant le calendrier de plantation (Smithers et Blay-Palmer, 2001). Les producteurs de tomates du sud-ouest de la région du sud ont adopté des mesures visant à réduire l'effet des sécheresses prolongées, notamment des systèmes d'irrigation améliorés inspirés de systèmes australiens. En 2002, l'une des années les plus sèches de l'histoire, les producteurs de tomates de l'Ontario ainsi équipés ont pu obtenir leur deuxième plus abondante récolte annuelle (Agriculture et Agro-alimentaire

Canada, 2003). En raison des sécheresses, des baisses de débit des cours d'eau et de l'augmentation des demandes d'irrigation à l'échelle des collectivités, les producteurs de la sous-région sud travaillent avec des gestionnaires de l'eau locaux pour mettre sur pied des comités consultatifs chargés, d'une part, d'appliquer le principe du partage équitable et, d'autre part, de maintenir les débits nécessaires aux besoins des écosystèmes (Shortt *et al.*, 2004).

3.1.5 Énergie

Les changements des niveaux d'eau et des températures des Grands Lacs ont une incidence directe sur la production d'hydroélectricité dans la sous-région sud. Les changements passés du niveau des eaux (voir l'étude de cas 1) se sont traduits par une baisse de la production hydroélectrique qui a atteint jusqu'à 26 p. 100 dans certaines centrales et ont obligé à trouver des approvisionnements complémentaires en électricité auprès d'autres sources du Canada ou des États-Unis lors des pointes de consommation (Mercier, 1997; Smith *et al.*, 1998). En 1998, la baisse des niveaux d'eau, conjuguée à une chaleur estivale qui a fait augmenter la demande de climatisation, a mis sévèrement à l'épreuve le système de production et de transport d'électricité (Ligeti *et al.*, 2006). Au cours des dernières années, l'élévation des températures de l'eau des Grands Lacs a eu une incidence sur la production d'électricité des centrales nucléaires et des centrales thermiques alimentées au charbon en atténuant l'efficacité de leurs systèmes de refroidissement; dans l'avenir, elle pourrait exiger de réduire la production de manière à ce que les limites de température des eaux rejetées puissent être respectées (Spears, 2003).

Le réseau de transport et de distribution de l'électricité est également sensible aux phénomènes météorologiques extrêmes. Les répercussions de la tempête de verglas de 1998 sur la sous-région sud ont été les plus graves dans la zone comprise entre Ottawa et Kingston, touchant quelque 600 000 consommateurs d'électricité, endommageant plus de 100 pylônes de lignes à haute tension et nécessitant le remplacement d'au moins 10 500 poteaux (Kerry *et al.*, 1999; Chiotti, 2004; voir également le chapitre 5). Un certain nombre d'orages et de tempêtes, généralement accompagnés de vents forts, ont perturbé le service dans des centaines de milliers de foyers au cours de la période de 12 mois débutant en septembre 2005 (voir le tableau 4; McMillan et Munroe, 2006). Les canicules estivales entraînent

TABLEAU 4 : Dommages causés par les tempêtes au réseau de transport et de distribution de l'électricité dans la sous-région sud de l'Ontario, de septembre 2005 à septembre 2006 (tiré de McMillan et Munroe, 2006).

Dates des tempêtes violentes	Usagers touchés (interruption de service)
29 septembre 2005	93 000
6 novembre 2005	120 000
16 novembre 2005	50 000
4 février 2006	100 000
17 juillet 2006	170 000
2 août 2006	150 000
24 et 27 septembre 2006	93 000

davantage de pertes dans les lignes de transport et de distribution de l'énergie électrique. En 2002, ces pertes atteignaient 11,5 kWh, soit 7,5 p. 100, de la fourniture totale d'électricité à la province (Commission de l'énergie de l'Ontario, 2004; Gibbons et Francassi, 2005).

La panne de courant qui a frappé le sud-est du Canada et le nord-est des États-Unis au cours de l'été 2003, si elle n'a pas été directement causée par la chaleur, témoigne cependant de la vulnérabilité du système de transport de l'énergie électrique et illustre le type de répercussions que l'Ontario pourrait connaître à la suite de coupures de courant à grande échelle. Bien que l'arrêt des opérations et le redémarrage des installations hydroélectriques, des centrales alimentées au charbon et des centrales nucléaires aient été bien coordonnés, la pleine capacité n'a été restaurée que 11 jours après le début de la panne (ministère de l'Énergie de l'Ontario, 2004; United States-Canada Power System Outage Task Force, 2004). Bien que le coût exact de cette panne reste inconnu, on sait que le produit intérieur brut du Canada montre un fléchissement de 0,7 p. 100 en août, qu'il y a eu une perte nette de près de 18,9 millions d'heures de travail et que les expéditions de produits manufacturés en Ontario ont baissé de 2,3 milliards de dollars (United States-Canada Power System Outage Task Force, 2004). La panne de courant a également mis en péril les personnes vulnérables, comme les aînés, les jeunes mères et les enfants qui avaient trouvé refuge dans des abris, et les personnes dans les unités de soins palliatifs (Ligeti *et al.*, 2006).

La modification du climat en faveur d'hivers plus cléments et d'étés plus chauds a contribué à ce que la pointe de demande d'énergie en Ontario se situe désormais en période estivale (Independent Electricity System Operator, 2006). La demande d'électricité décroît avec l'élévation des températures quotidiennes moyennes jusqu'à 18 °C environ, seuil auquel la demande d'électricité commence à grimper (voir la figure 21; Cheng *et al.*, 2001). Le nombre annuel de jours où le chauffage est requis a décru à Toronto au cours du XX^e siècle (voir la figure 22), le nombre le plus bas de jours de chauffage ayant été enregistré durant l'année la plus chaude de l'histoire (1998), en raison de températures hivernales inhabituellement clémentes (Klaassen, 2003; Chiotti, 2004). Plus récemment, la

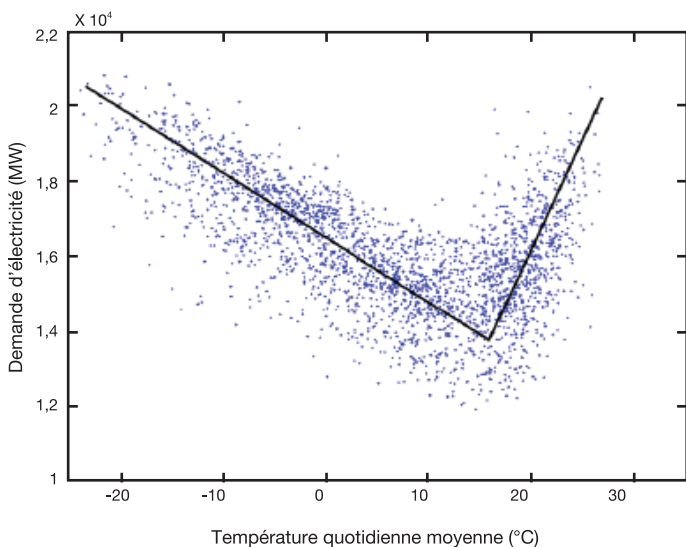


FIGURE 21 : Effet de la température quotidienne moyenne sur la demande d'électricité en Ontario (Cheng *et al.*, 2001).

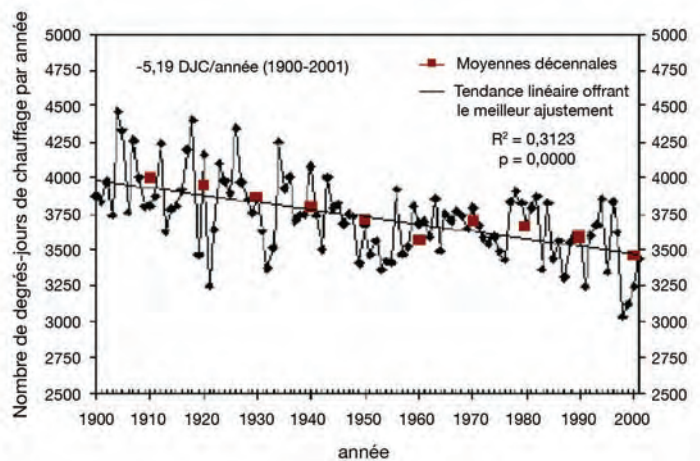


FIGURE 22 : Nombre de degrés-jours de chauffage (DJC) à Toronto, de 1900 à 2000 (Klaassen, 2003).

poursuite de cette baisse s'est traduite par une réduction de la demande de combustibles de chauffage, y compris le gaz naturel (Klaassen, 2003).

Les répercussions projetées pour 2050 des changements du niveau de l'eau des Grands Lacs (voir l'étude de cas 1) sur les installations hydroélectriques de la rivière Niagara et du Saint-Laurent vont d'une hausse de la production modeste à une baisse de 50 p. 100 de la production d'hydroélectricité, cette chute représentant une perte annuelle supérieure à 1 100 MW (Buttle *et al.*, 2004; nota : la présente analyse ne tient pas compte des contributions que pourraient apporter de nouveaux aménagements hydroélectriques). Cette baisse pourrait même être plus importante les années où le niveau des eaux est extrêmement bas (Buttle *et al.*, 2004). Une chute des niveaux de l'eau des Grands Lacs aura également une incidence sur le coût de l'acheminement du charbon alimentant les centrales thermiques (Quinn, 2002; Millerd, 2005). Si ces dernières sont encore en exploitation en 2050, le coût annuel moyen du transport de charbon depuis les ports américains du lac Érié et du lac Supérieur pourrait être de 13 à 34 p. 100 supérieur à celui de 2001 (Millerd, 2005). La poursuite du réchauffement des eaux des Grands Lacs entraînera une réduction de l'efficacité du processus de refroidissement dans les centrales thermiques alimentées au charbon. La production a été réduite de 1 à 3 p. 100 au cours des étés chauds récents (Chiotti, 2004).

Les changements à venir de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes, en particulier les tempêtes de verglas, les tempêtes de neige abondante et les tempêtes de vent, vont probablement faire augmenter le risque d'interruption de la fourniture et de la distribution de l'énergie électrique. On prévoit, par exemple, une augmentation de la fréquence et de la durée des épisodes de pluie verglaçante dans l'ensemble de la sous-région, avec des augmentations plus importantes dans sa partie est (p. ex., Ottawa) et des augmentations plus modestes dans sa partie centre-sud (p. ex., Toronto; Klaassen *et al.*, 2003; Cheng *et al.*, 2007). Dans l'éventualité de futures défaillances catastrophiques du système de transport de l'électricité, les grandes régions urbaines risqueraient de connaître des pannes prolongées, puisque la part occupée par l'électricité produite localement dans la consommation électrique locale est très faible à Toronto (1,2 p. 100), à London (4,4 p. 100) et à Hamilton (0,8 p. 100; Gibbons et Francassi, 2005).

La demande d'électricité dans la sous-région sud continuera de suivre l'évolution du climat, avec une hausse importante prévue de la demande estivale (*voir* la figure 23), bien que la demande mensuelle moyenne puisse encore être plus forte en hiver, en particulier durant les années inhabituellement froides (Klaassen, 2003). Les changements des degrés-jours de climatisation, qui entraîneront des changements de la demande d'électricité, sont sensiblement plus élevés que ceux des degrés-jours de chauffage, en fonction de la source de refroidissement utilisée (Conseil canadien des ministres de l'Environnement, 2003); c'est ainsi qu'une hausse de 1 °C des températures estivales aura sur l'énergie une incidence quatre à cinq fois plus importante qu'une baisse de 1 °C des températures hivernales (Cheng *et al.*, 2001).

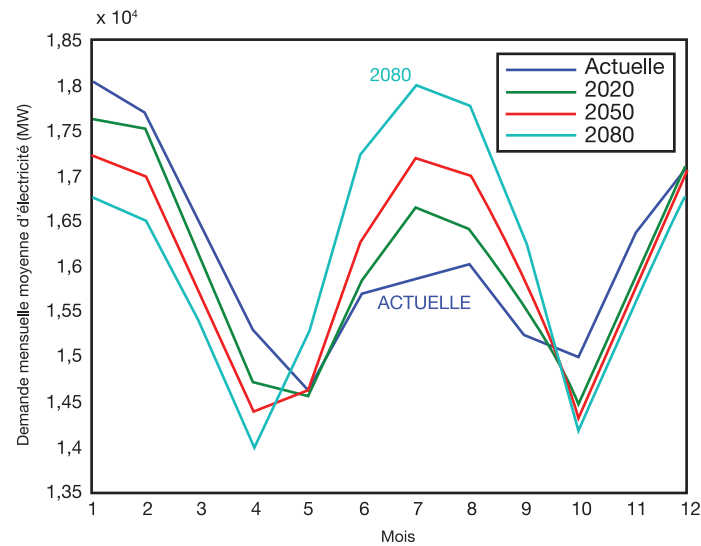


FIGURE 23 : Projections de la demande mensuelle moyenne d'électricité en Ontario due au changement climatique (Cheng *et al.*, 2001).

De nouveaux changements au panier de ressources énergétiques de l'Ontario deviendront nécessaires en raison d'une baisse de la capacité hydroélectrique des installations existantes du bassin des Grands Lacs et d'une hausse de la demande énergétique aux fins de climatisation en été. Certaines options, notamment le recours accru au charbon, ne seront probablement pas considérées comme viables dans l'avenir (Mirza, 2004), et l'accent sera mis davantage sur le nucléaire, le gaz naturel à cycle combiné, l'hydroélectricité encore non exploitée et d'autres sources renouvelables. Par exemple, il existe un potentiel d'énergie éolienne considérable dans la sous-région sud, en majeure partie sur les rives des Grands Lacs (*voir* la figure 6). On a estimé que le potentiel de l'énergie éolienne, de l'énergie solaire, de la biomasse et de nouvelles centrales hydroélectriques au fil de l'eau dépasse de beaucoup l'objectif proposé d'énergie verte de la province, soit 10 p. 100 de sa capacité énergétique totale d'ici à 2010 (Pollution Probe et Summerhill Group, 2004). Toutefois, aucune de ces sources renouvelables ne peut suffire à combler les augmentations à court terme des pointes de demande de façon aussi efficace que les grands aménagements hydroélectriques (Pollution Probe et Summerhill Group, 2004).

L'augmentation de l'efficacité énergétique ainsi que des changements de comportement chez les consommateurs devraient jouer un rôle important dans les mesures visant à réduire la demande totale. Les

estimations extrêmes en matière d'efficacité énergétique sont de l'ordre de 50 p. 100 (ICF Consulting, 2005), tandis que des mesures d'adaptation comme le verdissement des toits et l'expansion des boisés urbains pourraient mener à de plus grandes économies d'énergie en réduisant l'effet d'îlot thermique urbain (Banting *et al.*, 2005). Peters *et al.* (2006) ont soutenu que des mesures d'efficacité énergétique dynamiques pourraient être mises en œuvre en Ontario assez rapidement et de façon rentable.

3.1.6 Transports

Transport maritime

Le réseau maritime des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent fournit un moyen commode, économique et relativement respectueux de l'environnement d'assurer le transport des marchandises (Millerd, 2005). Avec un trafic annuel de 200 millions de tonnes de marchandises, la voie maritime donne accès au cœur industriel de l'Amérique du Nord. Près de 50 p. 100 du trafic de la voie maritime s'opère en provenance ou en direction de l'Europe, du Moyen-Orient et de l'Afrique (Statistique Canada, 2005; Réseau des Grands Lacs et de la Voie maritime du Saint-Laurent, 2006; Transports Canada, 2006).

La plupart des navires exploités sont conçus spécifiquement pour la voie maritime afin de tirer le meilleur parti des profondeurs d'eau maximales dans les chenaux et les ports. Leur capacité utile diminue donc avec la baisse des niveaux de l'eau (*voir* l'étude de cas 1; Millerd, 2005). Selon la taille du navire, chaque perte de 2,5 cm de la hauteur d'eau se traduit par une perte de 100 à 270 tonnes de la capacité de transport (Lindberg et Albercook, 2000). En 2000, les navires de marchandises naviguant sur les lacs ont été obligés de réduire leurs cargaisons de 5 à 8 p. 100 et, en 2001, une proportion du ralentissement du trafic maritime (entraînant un manque à gagner de 11,25 millions de dollars) pouvait être imputable à la baisse des niveaux des lacs (AMEC Earth and Environmental, 2006; Groupe d'étude international sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent, 2006). En octobre 2001, des vents forts soutenus sur le lac Érié ont fait baisser le niveau du lac de 1,5 m en dessous de son étiage, lequel était déjà bas, à son extrémité ouest, rendant pendant deux jours le lien entre les lacs Érié et Huron impraticable pour les grands navires (Conseil canadien des ministres de l'Environnement, 2003).

Parmi les mesures d'adaptation aux baisses futures des niveaux de l'eau des Grands Lacs figurent une réduction du tonnage des navires et le dragage des chenaux de communication et des ports, deux options qui représentent des coûts environnementaux et économiques considérables. Les augmentations projetées des coûts d'expédition maritime d'ici à 2050 vont de 8 à 29 p. 100 selon le type de marchandise, avec des augmentations plus importantes dans le cas du charbon, des agrégats et du sel, et plus faibles dans celui des produits pétroliers et des céréales (Millerd, 2005). Certains de ces coûts pourraient être compensés par un allongement de la saison de navigation grâce à des hivers plus cléments et par une réduction des frais de stockage d'hiver et de brise-glace, mais ces gains n'ont pas été évalués (Millerd, 2005). L'augmentation des coûts réduira l'avantage concurrentiel de l'expédition par bateau, qui pourrait être remplacé par d'autres modes de transport. Dans certains cas, des exploitations mises en place de manière spécifique pour bénéficier du mode économique

de transport par eau (comme l'extraction de gravier, les sablières et les carrières) pourraient cesser d'être viables (Millerd, 2005).

Il serait possible de recourir au dragage à grande échelle pour approfondir les chenaux et les ports, et garder les chenaux interlacustres ouverts à la navigation marchande. Les coûts estimatifs de ces opérations atteignent 31 millions de dollars américains par port sur les Grands Lacs des États-Unis, sans compter les coûts afférents aux infrastructures physiques (Changnon *et al.*, 1989; AMEC Earth and Environmental, 2006). Pour les 101 km de rivage que compte l'Illinois sur le lac Michigan, dont le port de Chicago, on estime que, sur 50 ans, il faudrait dépenser 138 à 312 millions de dollars pour effectuer dans les ports les travaux de dragage nécessaires afin de compenser une baisse de niveau du lac de 1,25 à 2,5 mètres. Dans une autre étude, on estime à 6,84 millions de dollars le coût des dragages nécessaires pour le port de Goderich, sur le lac Huron, si les niveaux d'eau venaient à baisser à un mètre sous l'étiage de février 2001 (Schwartz *et al.*, 2004). Les évaluations ne comprennent pas les coûts de traitement ou autres risques pour l'environnement associés aux matériaux contaminés qui seraient ramenés à la surface par le dragage (voir l'étude de cas 1; Moulton et Cuthbert, 2000).

Transport routier et ferroviaire

On s'attend à ce que les conséquences les plus importantes du changement climatique sur le transport terrestre dans la sous-région sud soient les dommages causés par la température aux réseaux de routes asphaltées et de chemin de fer, le déneigement et le déglacage, et les dommages aux infrastructures liés aux pluies abondantes et autres phénomènes météorologiques extrêmes.

La variabilité du climat accélère la formation d'ornières, le craquage thermique et le soulèvement par le gel des chaussées. L'augmentation du nombre de journées chaudes et de l'intensité de la chaleur dans le sud de l'Ontario se traduira par un orniérage et un ressuage plus importants de l'asphalte sur les chaussées anciennes, ce qui nuira à la performance de la chaussée (confort de roulement) et aura des répercussions sur la sécurité et les coûts d'entretien (Mills et Andrey, 2002). Ordinairement, toutefois, les basses températures hivernales sont, davantage que la chaleur estivale, un problème au Canada pour les surfaces asphaltées. Les cycles de gel-dégel précipitent la détérioration des routes, en particulier dans les régions humides ayant un sol d'assise composé de sédiments de fine granulométrie (Haas *et al.*, 1999). Or, ces cycles sont devenus plus fréquents ces dernières années dans la sous-région sud, à l'exception de la ville de Toronto, où ils ont baissé (Conseil canadien des ministres de l'Environnement, 2003). En raison de l'augmentation de la fréquence des cycles de gel-dégel, le comté de Haldimand s'empresse de convertir ses routes à surface granulaire en routes à surface asphaltée (Brulé et McCormick, 2005). Bien que certaines études semblent indiquer que les cycles de gel-dégel diminueront de façon importante dans la sous-région sud d'ici à 2050 (p. ex., Andrey et Mills, 2003), une analyse approfondie portant sur Toronto conclut que le réchauffement projeté ne modifiera probablement pas de manière sensible le nombre des cycles de gel-dégel qui ont eu lieu au cours du dernier siècle (Ho et Gough, 2006).

Les voies ferrées peuvent subir un flambage sous l'effet des canicules estivales. Bien que le flambage soit appelé à être plus fréquent à l'avenir, les basses températures et les conditions

hivernales sont aujourd'hui responsables d'une plus grande proportion de dégâts aux voies, aux aiguillages et au matériel roulant. Selon une analyse limitée, on peut s'attendre à ce qu'un climat plus clément se solde par un avantage net pour les infrastructures ferroviaires en Ontario (Andrey et Mills, 2003).

L'Ontario consacre environ 120 millions de dollars par an au déglacage et au déneigement de routes relevant de la compétence de la province (Andrey *et al.*, 1999). Le déneigement et le déglacage représentent aussi une part importante des budgets municipaux. C'est ainsi que la ville d'Ottawa a dépensé 53,9 millions de dollars en entretien de routes, d'emprises routières et de trottoirs pendant l'hiver 2004 (Ville d'Ottawa, 2005). Une évaluation a permis d'établir que les coûts totaux de l'entretien des routes pendant l'hiver 1998, pris en charge par le gouvernement provincial et des municipalités représentant 51,4 p. 100 de la population, ont atteint 273,5 millions de dollars (Jones, 2003). Les pluies verglaçantes que l'on prévoit plus fréquentes (Klaasen *et al.*, 2003; Cheng *et al.*, 2007) pourraient avoir pour conséquence de faire monter les frais de déglacage dans certaines régions de la province au cours des 50 ans à venir, mais, dans l'ensemble, les frais de déneigement devraient décroître (Jones, 2003).

3.1.7 Tourisme et loisirs

Saison froide

La sous-région sud renferme la plupart des stations de ski alpin de l'Ontario, situées principalement le long des rivages sud de la baie Georgienne. Le raccourcissement prévu de la saison de ski va de 0 à 16 p. 100 pour les années 2020 et de 7 à 32 p. 100 pour les années 2050, avec un recours à la neige artificielle sans cesse croissant (Scott *et al.*, 2003, 2006). L'industrie du ski a eu, en janvier 2007, un avant-goût des défis qui l'attendent, quand un retard de la venue de l'hiver, des nuits douces et un enneigement insuffisant ont forcé Intrawest Blue Mountain, la plus grande station de ski de l'Ontario, à fermer pour la première fois de son histoire (Rush, 2006; Teotonio *et al.*, 2007).

La vulnérabilité des exploitants d'installations de ski aux impacts projetés est variable. Les grandes entreprises exploitant des pistes de ski sont généralement moins vulnérables aux conséquences du changement climatique que les petites entreprises. Cela s'explique par le fait que les grandes opérations sont souvent plus diversifiées, avec des activités et des biens immobiliers fonctionnant toute l'année, et qu'elles sont généralement plus en mesure d'investir de façon importante dans des équipements de pointe permettant la production de neige artificielle. Mais l'aspect le plus important reste le fait que les entreprises tendent à diversifier leurs activités, ce qui atténue le risque commercial que représente un faible enneigement en un lieu donné (Scott *et al.*, 2006).

La vieille tradition de la pêche sur la glace dans la sous-région est en déclin du fait de la réduction de la couverture de glace de lac et de l'insécurité des conditions qui l'accompagne. Au cours de l'hiver 1997-1998, la saison de pêche sur la glace dans le lac Simcoe a été plus courte de 52 p. 100 que celle de l'hiver 2000-2001, où les températures se sont rapprochées de la normale (Scott *et al.*, 2002). En 2002, l'absence de glace sur le lac Simcoe a entraîné l'annulation du championnat canadien de pêche sur la glace. Les festivals d'hiver peuvent également avoir à s'adapter au changement climatique; c'est le cas, par exemple, de la fameuse patinoire du canal Rideau, à Ottawa, un des tout premiers lieux de loisirs et une des attractions

principales du Bal de Neige. La saison de patinage a été d'une durée moyenne de 50 jours de 2001 à 2006 (Blackman, 2006). En 2002, elle a été l'une des plus brèves de l'histoire (avec 34 jours), et la saison 2006 a été marquée par une ouverture tardive et des fermetures sporadiques. Les organisateurs se sont adaptés en déplaçant des activités sur la terre ferme, en fabriquant de la neige pour les glissoires et en stockant des blocs de glace (destinés aux sculptures) dans de grands congélateurs (Blackman, 2006). Il est prévu que la saison de patinage démarrera plus tard et qu'elle durera en moyenne 43 à 52 jours dans la décennie 2020 et 20 à 49 jours dans les années 2050 (Scott *et al.*, 2005; Jones *et al.*, 2006).

Saison chaude

Bien qu'il soit prévu que la saison de la navigation de plaisance sera plus longue en raison de l'allongement de la saison sans glace, la navigation de plaisance et la pêche récréative sur les Grands Lacs subissent des conséquences fâcheuses quand les niveaux d'eau sont extrêmement bas (Thorp et Stone, 2000; American Sportfishing Association, 2001). Une enquête menée en 2001 dans les marinas du lac Ontario et du tronçon supérieur du Saint-Laurent a permis de constater que la fluctuation des niveaux d'eau avait eu un impact « majeur » ou « dévastateur » sur la majorité des répondants au cours des cinq années précédentes (McCullough Associates et Diane Mackie Associates, 2002). En réaction à la baisse des niveaux d'eau dans le lac Huron, le gouvernement fédéral a créé le Programme d'intervention d'urgence des Grands Lacs de 15 millions de dollars destiné à aider les propriétaires et les exploitants de ports de plaisance à payer le coût des travaux de dragage d'urgence (Scott et Jones, 2006a). Étant donné qu'on prévoit une augmentation de la fréquence des bas niveaux dans l'avenir, il est très probable que les ports de plaisance et les plaisanciers connaissent régulièrement des conditions similaires à celles de la période de 1999 à 2002 (Jones *et al.*, 2005). Les baisses prévues des niveaux d'eau auront également pour effet de réduire la navigabilité de certains chenaux en raison de l'affleurement de bancs de sable et d'une accélération de la croissance des plantes; les points de mise à l'eau de bateaux devront être déplacés et des restrictions pourront devoir être imposées à la taille et au tonnage des navires autorisés à naviguer sur certains plans d'eau (Jones *et al.*, 2005).

La pêche récréative en Ontario, la plus importante du Canada, est évaluée à plus de 1,5 milliard de dollars par an (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2005a). Les changements des écosystèmes décrits plus haut pourront obliger les pêcheurs de poissons d'eaux froides à sortir de la sous-région sud (Minns et Moore, 1992). Cependant, il est prévu que la présence de l'achigan à petite bouche, un poisson d'eaux chaudes recherché pour la pêche sportive, se fasse sensiblement plus fréquente dans l'est du lac Ontario et dans les zones voisines (Casselman *et al.*, 2002). La durabilité de la pêche récréative peut dépendre largement de la sensibilisation des pêcheurs à ces modifications et de leur volonté de modifier leurs préférences en fonction des possibilités nouvelles. L'impact global du changement climatique sur la pêche récréative en Ontario demeure incertain, et les analyses devront examiner diverses mesures d'adaptation, dont des modifications de la stratégie d'empeuplement des lacs (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2005a).

D'autres importantes activités récréatives de temps chaud en Ontario devraient généralement profiter de l'allongement de leur saison dû au changement climatique, mais des adaptations seront nécessaires pour réaliser ces avantages. On prévoit que

l'allongement de la saison de golf dans la région du Grand Toronto pourrait atteindre sept semaines au cours des années 2020 et 12 semaines au cours des années 2050, les terrains de golf devant connaître une augmentation de fréquentation de 23 à 37 p. 100 au cours des années 2020 et de 27 à 61 p. 100 au cours des années 2050 (Scott et Jones 2006b). Certains aspects de l'exploitation des terrains de golf, dont la sélection des gazons, l'irrigation et la lutte antiparasitaire, pourraient nécessiter des adaptations pour permettre cette augmentation des taux de fréquentation. La hausse des températures prolongera également les intersaisons des loisirs de plage et augmentera la demande pendant les mois d'été. Une analyse de la fréquentation des plages et de la baignade dans les lacs en plusieurs endroits de la sous-région prévoit un allongement de deux à quatre semaines de la saison d'ici les années 2020 et jusqu'à huit semaines au cours des années 2050 (Scott *et al.*, 2005).

3.2 SOUS-RÉGION CENTRALE

La sous-région centrale (*voir* la figure 1 et l'encadré 1) se caractérise par de vastes superficies aux faibles densités de population, de grands massifs forestiers et de riches gisements miniers. La majeure partie des recherches sur les impacts de la variabilité et du changement du climat dans cette sous-région ont porté sur les impacts ayant touché les écosystèmes, en particulier les écosystèmes aquatiques, et les perturbations des forêts (*voir* l'étude de cas 5). Les questions d'adaptation au changement climatique les plus préoccupantes concernent la durabilité économique des collectivités tributaires des ressources naturelles, dans les domaines notamment de la foresterie et du tourisme, et la vulnérabilité aux phénomènes météorologiques extrêmes des infrastructures de transport essentielles.

3.2.1 Écosystèmes

La totalité de la sous-région centrale est comprise dans l'écozone du Bouclier boréal. L'évolution du climat entraînera un déplacement des écosystèmes, y compris des changements de la répartition des différentes espèces. Certaines indications paléocéologiques révèlent que, durant les intervalles chauds du passé (il y a environ 3 000 à 7 000 ans), les habitats thermiques permettaient aux forêts décidues de s'étendre vers le nord jusqu'à Timmins (Liu, 1990). Néanmoins, les changements d'ensemble de l'écosystème seront limités par les taux de migration propres à chaque espèce ainsi que par un grand nombre de facteurs environnementaux, dont le type de sol, les couloirs de migration et la présence d'espèces pollinisatrices (p. ex., Cherry, 1998; Thompson *et al.*, 1998; Loehle, 2000). C'est ainsi que les essences plus méridionales (p. ex., celles des forêts de chêne et de caryer du sud-ouest de l'Ontario, du centre-sud du Minnesota et du Michigan) auraient besoin de plusieurs siècles pour migrer naturellement jusque dans le centre de l'Ontario, même si des habitats climatiques adéquats s'y établissaient au cours des décennies à venir (Davis, 1989; Roberts, 1989). Le retard de la réaction de l'espèce aux changements du climat régional pourrait donc entraîner une réduction de la biodiversité locale (Malcolm *et al.*, 2002).

L'impact net du changement climatique sur la productivité de la forêt sera fonction de l'allongement de la période sans gel, des températures pendant la saison de croissance et des concentrations atmosphériques de CO₂, ainsi que des modifications de l'apport d'humidité et des régimes de perturbation. L'allongement et le réchauffement des périodes de croissance, et l'augmentation de la

fertilisation par le CO₂ auront un effet favorable sur la croissance des arbres (p. ex., Colombo, 1998; Chen *et al.*, 2006). Aux endroits où l'apport en humidité et en nutriments du sol constitue en ce moment un facteur limitatif, les effets positifs de la hausse des températures et des concentrations de CO₂ pourraient cependant être minimes (p. ex., Jarvis et Linder, 2000). En outre, l'accroissement des teneurs en CO₂ aura pour effet d'accélérer la croissance des graminées et d'autres espèces du sous-étage, ce qui risque de retarder la régénération de la forêt après les perturbations (p. ex., Gloser, 1996; Wagner, 2005).

Dans la forêt boréale, les principales sources de perturbation naturelle sont les proliférations d'insectes, les maladies, les incendies et le vent, qui sont tous sujets à subir l'influence du changement climatique. Le feu fait partie intégrante de l'écosystème du Bouclier boréal. Dans l'extrême sud de la forêt boréale, où on pratique la suppression des incendies, les superficies brûlées se limitent à 0,11 p. 100 par an de la superficie forestière totale (Ward *et al.*, 2001). Depuis 1963, la saison des feux s'est allongée de jusqu'à huit jours dans de nombreux écosystèmes ontariens dominés par la forêt boréale (R.S. McAlpine, données non publiées, 2005). La sécheresse et les températures élevées créent parfois des conditions qui rendent inefficaces les techniques actuelles de suppression des incendies. Il y a un lien évident entre le risque de feu de forêt et les répercussions des ravageurs et des maladies des forêts, car les arbres morts augmentent la charge de combustibles (voir l'étude de cas 5; Fleming *et al.*, 2002). Weber et Flannigan (1997) ont conclu que les changements des régimes de feu pourraient avoir davantage d'influence sur les écosystèmes forestiers boréaux au XXI^e siècle que les changements touchant la productivité et la composition taxinomique. La multiplication future des feux de forêt accélérera la disparition de peuplements (Flannigan *et al.*, 2005), ce qui conduira à une augmentation du nombre d'écosystèmes de début de succession dominés par des espèces adaptées au feu, telles que le pin gris, l'épinette noire, le bouleau blanc et le tremble. De même, les répercussions des phénomènes climatiques extrêmes, comme la sécheresse, se feront sentir sur la composition de la forêt, les déficits récurrents d'humidité dans le sol favorisant les essences résistant à la sécheresse (Grime, 1993; Bazzaz, 1996; Hogg et Bernier, 2005), notamment le pin gris, l'épinette blanche et le tremble, aux dépens d'essences comme l'épinette noire et le sapin baumier.

La tordeuse des bourgeons de l'épinette est aujourd'hui l'insecte forestier causant le plus de dégâts en Ontario (voir l'étude de cas 5; Candau et Fleming, 2005). Depuis la fin des années 1980, l'Ontario a connu des proliférations répétées de ce ravageur, qui ont entraîné le dépérissement de vastes superficies de terrains forestiers (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2004). La susceptibilité aux maladies est accrue par le stress imposé aux arbres hôtes, notamment le stress hydrique (p. ex., McDonald *et al.*, 1987; Greifenhagen, 1998). La faible capacité de rétention d'eau des sols minces, qui sont fort répandus dans cette sous-région, les rend particulièrement sensibles aux effets de la sécheresse (Greifenhagen, 1998).

Parmi les conséquences prévues du changement climatique sur les forêts boréales de la sous-région figure la possibilité de l'arrivée du dendroctone du pin ponderosa, dont la présence est aujourd'hui restreinte à la Colombie-Britannique et au nord-est de l'Alberta (voir les chapitres 7 et 8). Le réchauffement prévu pourrait permettre à ce parasite d'atteindre l'Ontario vers le milieu du siècle (Logan et Powell, 2001; Logan *et al.*, 2003) et de causer de graves dégâts aux grandes forêts de pins gris, de pins blancs et de pins

rouges (Parker *et al.*, 2000). Les autres conséquences appréhendées sont une augmentation de la gravité des feux de forêt dans l'ensemble de la sous-région (McAlpine, 1998) et une augmentation de la superficie brûlée moyenne (Flannigan *et al.*, 2005). L'effet combiné des hausses de température et de l'accentuation de la sécheresse peut faire atteindre un point de bascule au-delà duquel la suppression des incendies n'est plus possible (Flannigan *et al.*, 2005).

Comparativement, on n'a accordé que peu d'attention aux impacts du changement climatique sur la faune du Bouclier boréal, mais la surveillance environnementale a fourni des indications sur la sensibilité au climat de certaines des espèces boréales (p. ex., Bowman *et al.*, 2005). Thompson *et al.* (1998) concluent que ce sont les grands animaux qui seront le plus touchés par les changements de la structure du paysage et ils prévoient une baisse sensible des populations d'orignal, mais une augmentation du nombre des cerfs de Virginie. Les répercussions sur les orignaux reflètent l'expansion vers le nord du cerf de Virginie, l'augmentation de la mortalité due au ver des méninges porté par celui-ci et l'accroissement de la prédation par le loup gris (Thompson *et al.*, 1998), phénomènes qui tous illustrent les liens complexes qui auront une incidence sur la répartition d'une espèce donnée.

Les rivières et les lacs abondants de cette sous-région abritent un grand nombre d'espèces de poissons, y compris des espèces d'eaux froides (< 15 °C), d'eaux tempérées (15 à 25 °C) et d'eaux chaudes (> 25 °C). À l'instar de la sous-région sud, le changement climatique projeté favorisera tout probablement l'expansion des espèces de poissons d'eaux chaudes, comme la perche à grande bouche, l'achigan à petite bouche, le crapet-soleil, le crapet de roche et le crapet arlequin, et fera subir un stress aux espèces d'eaux tempérées et d'eaux froides. Les données historiques révèlent que le recrutement chez les espèces d'eaux chaudes devient beaucoup plus important lorsque la température moyenne s'élève (Casselman, 2002). Une élévation des températures de 1, 2 et 3 °C à l'époque de la fraye se traduit respectivement par des facteurs de multiplication du recrutement de 2,0, 3,9 et 7,7 chez le crapet de roche (espèce d'eaux chaudes; Casselman, 2005). Les espèces des eaux tempérées et froides ont subi des effets adverses, les mêmes hausses de température à l'époque de la fraye se traduisant par une diminution de l'apparition de la truite de lac au printemps suivant, par des facteurs respectifs de 1,5, 2,4 et 20,1. La présence d'espèces d'eaux chaudes peut avoir des effets défavorables sur la croissance et la production des poissons d'eaux froides, car ces espèces peuvent s'avérer de plus habiles prédateurs (Vander Zanden *et al.*, 2004; Casselman, 2005).

3.2.2 Foresterie

En 2005, la valeur des exportations des industries forestière et connexes de l'Ontario s'est chiffrée à 8,4 milliards de dollars et ce secteur employait 84 500 personnes (Ressources naturelles Canada, 2006). La grande majorité des collectivités qui dépendent de la foresterie en Ontario se situent dans la sous-région centrale et le secteur forestier représente plus de 50 p. 100 des revenus d'emploi dans plus de la moitié de celles-ci (Ressources naturelles Canada, 2006). Outre les forces du marché international qui conditionnent la situation de l'industrie forestière dans l'ensemble du pays (voir le chapitre 9), le secteur forestier de l'Ontario doit aussi, aujourd'hui, faire face à une série de stress d'ordre non climatique. L'approvisionnement en bois à proximité des grandes

Tordeuse des bourgeons de l'épinette et incendies de forêt



FIGURE 24a : Larves de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Source : ministère des Richesses naturelles de l'Ontario).



FIGURE 24b : Forêt endommagée par la tordeuse des bourgeons de l'épinette (Source : Ressources naturelles Canada).

Un insecte forestier indigène à l'Amérique du Nord, la tordeuse des bourgeons de l'épinette, a causé des dégâts plus importants que tout autre insecte dans les forêts boréales d'Amérique du Nord (voir les figures 24a et b). Les larves de la tordeuse des bourgeons de l'épinette se nourrissent des fleurs, des cônes et des jeunes aiguilles de leurs hôtes préférés : le sapin baumier et l'épinette blanche (Candau et Fleming, 2005). Les dommages causés par cette défoliation nuisent au développement des peuplements forestiers et entraînent des épisodes de mortalité des arbres sur de grandes superficies dans les peuplements denses et matures, ces attaques

se produisant selon un cycle récurrent d'environ 35 ans (Candau *et al.*, 1998). La prolifération la plus récente a duré de 1967 à 1999, le paroxysme de l'attaque ayant eu lieu en 1980, année au cours de laquelle 18,85 millions d'hectares ont subi une défoliation grave (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2002). Ces infestations, qui se produisent plus fréquemment sur les marges plus chaudes de l'aire de répartition de l'arbre attaqué, semblent être liées aux épisodes de sécheresse dont on prévoit une augmentation de la fréquence dans l'avenir. Les gelées printanières tardives jouent également un rôle déterminant car elles mettent fin à ces proliférations dans le nord; or, on appréhende que ces gelées se feront moins fréquentes dans l'avenir (Volney et Fleming, 2000).

Dans les forêts dévastées par la tordeuse des bourgeons de l'épinette, les charges de combustible augmentent et y font croître le risque de feu, comparativement aux forêts non attaquées (Flannigan *et al.*, 2005). Bien que l'industrie forestière soit parvenue à sauver et à renouveler des parties importantes des superficies infestées durant la plus récente de ces attaques (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2004b), il reste encore de vastes zones ravagées par cet insecte où les arbres morts ou moribonds constituent un risque d'incendie important. Face à ces massifs forestiers endommagés, les gestionnaires forestiers reconnaissent la valeur du feu dans le renouvellement de ces peuplements. La santé des forêts dépend du feu comme agent de conversion principal des peuplements infestés par les insectes et les maladies, ou endommagés par le vent, en peuplements où dominent des essences caractéristiques du stade de succession au feu (Centre interservices des feux de forêt du Canada, 2005).

Quatre grands volets ont été définis ayant trait aux stratégies d'adaptation conçues pour faire face aux perturbations des forêts et susceptibles de réduire la vulnérabilité et de promouvoir le rétablissement (Dale *et al.*, 2001). Il s'agit de :

- la gestion du système (p. ex., la plantation et l'entretien d'essences moins vulnérables au feu et aux insectes réduiront la vulnérabilité à ces perturbations);
- la maîtrise de la perturbation au moyen de mesures ou de manipulations préventives, comme la protection contre le feu;
- la gestion du rétablissement immédiatement après la perturbation (p. ex., la coupe de récupération) ou dans le cadre du processus de rétablissement lui-même (p. ex., le reensemencement);
- la surveillance, dans une optique de gestion adaptative, pour déterminer comment les perturbations agissent sur les forêts et pour constamment mettre à jour les connaissances au sujet des modalités par l'entremise desquelles le climat peut agir sur les régimes de perturbations.

usines de transformation déjà établies s'amenuise, situation qui oblige l'industrie à se déplacer vers le nord dans des zones où la récolte est plus coûteuse. La hausse des coûts de l'énergie en Ontario, qui a atteint jusqu'à 30 p. 100, a également été préjudiciable à l'exploitation forestière, à l'ouverture des routes et aux transports, et, dans certains cas, a été citée comme raison principale des récentes fermetures de scieries (Ressources naturelles Canada, 2006).

Les activités forestières menées à l'heure actuelle à certains endroits de la sous-région centrale se fient à la présence de sol gelé et de routes d'hiver pour mener à bien la récolte et le débardage. Le dégel hivernal impose l'arrêt de ces activités pour éviter l'orniérage et le compactage des routes par les engins de récolte et les débusqueuses. Les périodes de dégel hivernal et des conditions météorologiques printanières prolongées nécessitent également l'arrêt du débardage

sur les chemins forestiers permanents qui seraient endommagés par des charges importantes. On prévoit que le nombre de ces interruptions des activités forestières augmentera à mesure que les hivers se feront plus courts et plus cléments. Une adaptation à ces conditions serait de construire davantage de chemins permanents, mais ceci représente des coûts importants.

Tel que mentionné dans l'analyse sur la sous-région centrale, les écosystèmes, le feu, les proliférations d'insectes et d'agents pathogènes, et le vent sont d'importants stress sensibles au climat qui touchent les forêts dans la sous-région centrale (voir l'étude de cas 5). Une évaluation récente (Munoz-Marquez Trujillo, 2005) des impacts du changement climatique d'ici à 2060 dans la forêt des rivières Dog et Matawin (à l'ouest de Thunder Bay) a conclu que l'effet combiné du changement climatique et de la récolte pouvait réduire la disponibilité de bois de 35 p. 100 par rapport à la période de référence s'étendant

de 1961 à 1990. Le principal facteur de cette réduction était l'intensification appréhendée des feux de forêt aboutissant à une forêt plus jeune. Les changements de la composition en essences ne seraient pas notables à court terme, mais on assisterait d'ici à 2060 à un transfert de dominance au profit des résineux et au déclin des feuillus (Munoz-Marquez Trujillo, 2005).

Si les taux de croissance des essences économiquement importantes diminuent en raison du stress hydrique, de la prolifération des ravageurs ou d'autres facteurs résultant du changement climatique, il peut être utile de pratiquer la récolte avant la détérioration du peuplement afin d'accélérer le processus de remplacement des types forestiers. Les peuplements dans lesquels les arbres sont trop petits aux fins de récolte commerciale peuvent néanmoins faire l'objet de coupes éclaircies en vue d'en favoriser la productivité et la santé, d'en retirer les arbres surcimés, endommagés ou de qualité médiocre et d'ainsi augmenter la vigueur des arbres restants (Wargo et Harrington, 1991). Durant les périodes de graves proliférations d'insectes, on peut avoir recours à des insecticides pour protéger les peuplements jeunes et réduire les pertes de volume ligneux.

Là où il est préférable d'opérer la régénération en recourant à des essences ou à des sources génétiques extérieures au peuplement existant, il serait nécessaire de replanter. Ainsi, des emplacements subissant un stress hygrométrique pourraient être régénérés à l'aide d'essences résistant à la sécheresse. La plantation forestière permet également de déplacer les espèces de leur aire de répartition actuelle à leur aire future (Davis, 1989; Mackey et Sims, 1993). Selon Mackey et Sims (1993), la migration des arbres peut être facilitée à court terme par la plantation limitée et à caractère expérimental de certaines essences dans des emplacements adéquats pouvant se situer jusqu'à 100 km au nord de la limite actuelle de leur aire de répartition. Compte tenu des incertitudes qui pèsent sur le moment de survenue et sur l'ampleur du changement climatique à venir, l'emploi d'un matériel de plantation représentant des populations largement adaptées et issues de mélanges de semences de provenances diverses constitue une stratégie d'adaptation à faible risque qui permet d'augmenter la probabilité que la régénération aboutisse et donne naissance à des forêts adaptées aux climats futurs.

Certaines espèces d'arbres non commerciales, espèces arbustives et herbacées réagissent mieux à des taux élevés de CO₂ que les essences nobles. Il faudra ainsi peut-être accroître la préparation mécanique ou chimique des emplacements et les soins sylvicoles subséquents en vue d'aider la régénération des essences commerciales (Dale *et al.*, 2001).

3.2.3 Gestion des ressources hydriques

La sous-région centrale se caractérise par son grand nombre de lacs et de rivières. Les tendances du passé révèlent que les petits lacs de l'écozone du Bouclier boréal sont plus sensibles à la variabilité et au changement du climat que les grands plans d'eau (Environnement Canada, 2004). Entre les décennies 1970 et 1990, l'écoulement fluvial dans le nord-ouest de la sous-région (région des lacs expérimentaux) a sensiblement baissé en réaction à la baisse des précipitations et à l'augmentation de l'évaporation. Les changements qui en ont résulté dans les lacs sont un allongement du temps requis pour le renouvellement des eaux, une hausse de la température des eaux, un allongement des périodes sans glace et des altérations de la chimie des eaux lacustres (Schindler *et al.*, 1996). On connaît beaucoup moins la sensibilité au climat des ressources hydriques

dans le reste de la sous-région. Bien que la quantité des eaux de source ne soit pas, pour le moment, un sujet de préoccupation dans cette partie de la province et que l'on ne prévoie pas que la croissance démographique vienne y ajouter un stress supplémentaire, la baisse de la qualité des eaux liée au changement climatique pourrait faire augmenter les coûts de purification des eaux et compromettre les systèmes de traitement de l'eau déjà fortement sollicités dans certaines collectivités de Premières nations (voir la section 3.3.3).

La moitié des 46 inondations déclarées par les municipalités de l'Ontario entre 1992 et 2003 se sont produites dans la sous-région centrale (Wianecki et Gazendam, 2004). Il semble y avoir eu une modification récente des causes et des moments de survenue des inondations. Bien que, par le passé, l'écrasante majorité des inondations aient été liées au ruissellement de la fonte des neiges au printemps, entre 1990 et 2003, seules 34 p. 100 des inondations ont eu lieu au printemps (mars et avril), le reste, réparti sur l'année, étant dû à des pluies abondantes, à des épisodes de pluie sur neige et à des embâcles. Les inondations les plus destructrices ont été la conséquence d'une série de tempêtes très intenses qui ont éclaté entre le 8 et le 11 juin 2002 et lors desquelles 400 mm de pluie se sont déversés (voir l'étude de cas 3).

3.2.4 Transports

Plus de 32 milliards de dollars de minerai, de bois, de papier et d'autres produits sont produits et expédiés chaque année sur les routes de la sous-région centrale (ministère des Transports de l'Ontario, 2005), qui renferme des tronçons importants de deux grandes routes transcanadiennes (11 et 17). Le transport routier est particulièrement important dans cette sous-région où la faible population et les grandes distances rendent peu viables les autres modes de transport de passagers. De nombreuses petites collectivités dépendent du réseau routier pour accéder aux services essentiels que fournissent les centres urbains. Le réseau routier assure un lien physique entre l'est et l'ouest du Canada et une voie d'accès aux États-Unis (ministère du Développement du Nord et des Mines, 2006b). Lorsque ces voies de transport sont endommagées ou coupées, il s'ensuit de coûteux retards d'acheminement, et de nombreuses collectivités ont des difficultés à trouver des voies d'accès de remplacement.

Dans cette sous-région, les perturbations du réseau routier liées au climat seront vraisemblablement le résultat de précipitations extrêmes (pluie ou neige). La tempête de 2002, qui a causé des précipitations d'ampleur sans précédent (voir l'étude de cas 3), a entraîné la fermeture de routes principales et secondaires pendant une semaine ou davantage, et des ponts, des ponceaux, des voies ferrées, des résidences privées, des commerces et des exploitations agricoles ont été endommagés par les inondations qui l'ont accompagnée (Cummine *et al.*, 2004). Un pont provisoire a dû être installé pour rétablir la circulation sur la route transcanadienne entre Kenora et Thunder Bay. La ligne de chemin de fer du Canadien National (CN) reliant Winnipeg à Thunder Bay a été emportée par les eaux en plus de 30 endroits, l'un des ravins ainsi creusés mesurant près d'un kilomètre de largeur. L'augmentation prévue du nombre des épisodes de précipitations extrêmes, tendance que les données limitées dont on dispose sur cette zone permettent de confirmer (Wianecki et Gazendam, 2004), constitue donc un risque important pour les infrastructures de transport dans cette sous-région.

3.2.5 Tourisme et loisirs

Les pistes de ski alpin de l'Ontario se trouvent près de Thunder Bay. L'analyse de l'impact du changement climatique sur l'industrie du ski alpin dans cette zone semble indiquer que le raccourcissement des saisons de ski pourrait atteindre 17 p. 100 d'ici les années 2020 et 36 p. 100 d'ici les années 2050 (Scott et Jones, 2006a). Afin de maintenir la viabilité des activités, la production de neige artificielle devra s'intensifier. Cette mesure risque d'être très coûteuse pour les exploitants qui devront dépendre de la disponibilité d'une alimentation en eau adéquate.

À la différence de l'industrie du ski alpin, la pratique de la motoneige dépend de l'enneigement naturel et se trouve donc très vulnérable au changement climatique. Dans sept zones de motoneige réparties sur l'ensemble de la sous-région centrale, le raccourcissement moyen prévu de la saison pourrait être de 30 à 50 p. 100 d'ici les années 2020 et de 50 à 90 p. 100 d'ici les années 2050 (Scott *et al.*, 2002). Les tendances du marché récemment constatées montrent une baisse des ventes de motoneiges neuves et une augmentation des ventes de véhicules tout-terrain, comportement qui peut déjà refléter l'adaptation des amateurs de loisirs au climat en évolution (Suthey Holler Associates, 2003). Il convient de noter que le changement climatique n'a pas été pris en considération lors de l'élaboration d'un récent plan national canadien de développement touristique de la motoneige (Scott *et al.*, 2002).

3.2.6 Santé humaine

À l'heure actuelle, moins de 300 décès prématurés par année sont attribués à la pollution atmosphérique dans les sous-régions centrale et nord de l'Ontario (Ontario Medical Association, 2005), ce qui indique que ce problème y est beaucoup moins grave que dans les parties plus peuplées de la sous-région sud. Le stress associé aux canicules n'a pas, lui non plus, constitué jusqu'à présent un problème important. La multiplication de ces phénomènes provoquée par le changement climatique pourrait avoir des répercussions disproportionnées sur la santé et on a pu démontrer que la mortalité imputable à la pollution atmosphérique, et à une élévation des températures, est souvent plus forte parmi les populations qui n'ont pas l'habitude de ces conditions que parmi celles qui affrontent plus souvent des épisodes de smog ou de fortes chaleurs (voir Cheng *et al.*, 2005).

La sous-région centrale contient des habitats boisés susceptibles d'accueillir des populations de la tique *Ixodes scapularis*, et l'on prévoit ainsi que la maladie de Lyme pourrait gagner la majeure partie de la sous-région d'ici à 2050 (Ogden *et al.*, 2006c). Le virus responsable du syndrome pulmonaire à hantavirus (voir la section 3.1.3) a été retrouvé dans des souris sylvestres capturées dans le parc provincial Algonquin, près de la limite sud-est de la sous-région centrale de l'Ontario (Drebot et Artsob, 2000).

3.2.7 Énergie

Les centrales alimentées au charbon d'Atikoken et de Thunder Bay fournissent la majeure partie de l'électricité aux collectivités de cette sous-région par le réseau provincial de distribution. De l'électricité est aussi produite par des installations de cogénération brûlant du gaz naturel ou de la biomasse forestière provenant surtout de l'industrie des pâtes et papiers. On prévoit la fermeture des deux centrales alimentées au charbon d'ici à 2014. La demande d'électricité est aujourd'hui en baisse de façon générale dans la sous-

région. Bien que les hausses prévues de la température puissent dans l'avenir faire croître la demande d'électricité en période estivale, il existe des possibilités considérables d'améliorer l'efficacité énergétique du système, en particulier au sein de l'industrie des pâtes et papiers et du secteur minier (ICF Consulting, 2005).

Les besoins futurs en électricité pourraient également être satisfaits par d'autres sources. La sous-région exploite déjà de grandes installations hydroélectriques au fil de l'eau (voir la figure 7), mais de nombreux barrages se font de plus en plus vieux et le changement des régimes de précipitations pourrait entraîner un dépassement de la capacité des réservoirs, portant à l'ordre du jour une éventuelle modernisation de ces infrastructures. L'énergie éolienne présente aussi un potentiel considérable, en particulier le long des rives nord du lac Supérieur (voir la figure 7). La biomasse pourrait constituer une autre option dans le cas de nombreux sites industriels, en particulier dans les usines de pâtes et papiers qui disposent, sur place, d'une source d'électricité et de chaleur dans les sous-produits de leurs activités manufacturières.

On prévoit des augmentations de la fréquence et de la durée des tempêtes de verglas dans les sous-régions centrale et nord de l'Ontario (Cheng *et al.*, 2007), facteur qui fait croître le risque climatique pour les réseaux de transport et de distribution de l'énergie électrique.

3.2.8 Exploitation minière

La plupart des collectivités qui dépendent de l'exploitation minière en Ontario se situent dans la sous-région centrale (Ressources naturelles Canada, 2001). Il y a plus de 25 mines en exploitation dans cette région, y compris des mines d'or, de métaux communs et du groupe du platine, ainsi que d'importantes exploitations industrielles de minéraux (Ontario Prospectors Association, 2007).

Tant la sécheresse que les précipitations extrêmes ont des répercussions sur les infrastructures minières. Les parcs à résidus miniers, aujourd'hui recouverts d'eau pour empêcher l'oxydation et le drainage acide, risquent de déborder, donc de libérer des matières contaminantes dans le milieu, lors de pluies abondantes (Mining Watch Canada, 2001; NorthWatch, 2001). La stabilité et l'intégrité des pentes des digues sont également vulnérables aux précipitations extrêmes. Les hausses de température entraîneront une augmentation de l'évaporation des parcs à résidus, provoquant ainsi l'exposition à l'air de résidus bruts et leur météorisation au contact de l'air. L'érosion éolienne des résidus miniers de fine granulométrie exposés à l'air pourrait contribuer à l'acidification du bassin versant (Nriagu *et al.*, 1998). Néanmoins, il y a moyen de gérer tous ces impacts potentiels, du moment que l'on applique les mesures d'adaptation appropriées déjà mises en œuvre ailleurs dans le secteur minier.

L'abaissement prévu du niveau des lacs et la réduction du débit des rivières constituent une conséquence à long terme plus préoccupante. Le temps chaud et sec de 2005 a fait baisser les niveaux d'eau dans l'ensemble du bassin versant, près des mines de Williams, David Bell et Golden Giant. Face à cette situation, des efforts ont été mis en œuvre pour réduire les prélèvements d'eau et recycler de plus grandes quantités d'eau de procédé. Des infrastructures ont également été mises en place afin de retirer l'eau des parcs à résidus, des puits et des carrières aux fins d'utilisation souterraine (Brown *et al.*, 2006).

3.2.9 Agriculture

L'agriculture n'occupe aujourd'hui qu'une place limitée dans l'économie de la sous-région centrale. Bien qu'un allongement de la saison de croissance et une augmentation du nombre de jours de croissance puissent ouvrir des perspectives d'extension de certaines cultures vers le nord, il est probable que les contraintes qu'imposent la qualité des sols et d'autres facteurs feront obstacle au développement de nouvelles grandes zones agricoles (Bootsma *et al.*, 2001, 2004). Les effets du climat en évolution sur l'élevage dans cette sous-région devraient être semblables à ceux de la sous-région sud (voir la section 3.1.4).

3.3 SOUS-RÉGION NORD

La sous-région nord (voir la figure 1 et l'encadré 1) reste la partie de l'Ontario la moins étudiée en ce qui concerne les répercussions du changement climatique (voir Smith *et al.*, 1998), et très peu nombreuses sont les recherches disponibles qui envisagent une adaptation. On ne dispose que de peu d'information au sujet des vulnérabilités actuelles potentiellement liées au climat. En raison de sa situation géographique, les principaux problèmes de cette sous-région sont semblables, dans certains cas, à ceux des parties nord des provinces adjacentes (voir les chapitres 5 et 7) et des Territoires du Nord-Ouest (voir le chapitre 3). Lors d'un récent atelier d'évaluation du risque portant sur les impacts du changement climatique sur les Autochtones et les collectivités du nord (Affaires indiennes et du Nord Canada, 2007), on comptait au nombre des questions présentant un intérêt particulier les répercussions sur les sources d'alimentation traditionnelle, l'augmentation du risque de feux de forêt et les impacts sur les infrastructures, notamment l'accès réduit aux routes d'hiver et l'appauvrissement de la qualité de l'eau. Le savoir traditionnel représente une source précieuse d'information sur la variabilité du climat et les répercussions sur les écosystèmes de cette sous-région (p. ex., McDonald *et al.*, 1997).

3.3.1 Écosystèmes

Les changements constatés dans les écosystèmes marins et terrestres de la sous-région nord reflètent principalement des changements récents intervenus dans le climat. C'est ainsi que les réductions de la proportion de morues polaires mesurée dans le régime alimentaire des petits du guillemot de Brünnich, près de l'île Coats (Territoires du Nord-Ouest), et la progression connexe du nombre d'espèces d'eaux chaudes comme le capelan et le lançon semblent indiquer que la communauté des poissons de mer dans le nord de la baie d'Hudson s'est modifiée, passant d'arctique à subarctique aux environs de 1997 (Gaston *et al.*, 2003, 2005). Ces changements ont été associés à une réduction de 50 p. 100 de la couverture glaciaire à la mi-juillet dans le détroit d'Evans, entre 1981 et 1999, phénomène qui reflète vraisemblablement une tendance au réchauffement général des eaux de la baie d'Hudson.

Les phoques annelés et les phoques barbus dépendent de la glace de mer dans les baies d'Hudson et James, qui leur offre une banquise à la fois sûre et prévisible pour la mise bas; de leur côté, les ours blancs ont besoin de la glace car c'est à cet endroit qu'ils s'accouplent et qu'ils chassent le phoque. La banquise qui se forme tous les ans dans l'est de la baie d'Hudson et de la baie James fond deux à trois semaines plus tôt qu'il y a 20 ou 30 ans (Gagnon et Gough, 2005), et l'on observe des tendances similaires dans le sud-ouest de la baie d'Hudson (Stirling *et al.*, 1999; Gough *et al.*, 2004).

Une fonte précoce réduit la durée de la période dont disposent les ours blancs pour se nourrir de phoques et accumuler les réserves de lipides dont ils ont besoin pour traverser la saison libre de glace, période où ils se trouvent sur la terre ferme et n'ont qu'un accès limité à des aliments riches en protéines. La tendance à la diminution de la couverture de la glace de mer est la cause du déclin à long terme de l'état physique des ours blancs des populations de l'ouest et du sud de la baie d'Hudson (p. ex., Stirling *et al.*, 1999). Alors que la population du sud de la baie d'Hudson est restée stable, avec un millier de sujets environ, celle de l'ouest de la baie d'Hudson a régressé, passant de 1 200 individus environ en 1987 à moins de 950 en 2004 (Obbard, 2006).

Bien que les diminutions constatées de la couverture de la glace de mer n'aient pas encore eu de répercussions démontrables sur la reproduction des phoques annelés ou des phoques barbus, on s'attend à ce que les changements prévus des accumulations de neige et l'augmentation des épisodes de pluie au printemps aient des répercussions défavorables sur le succès de reproduction des phoques annelés en raison de l'affaiblissement ou de la destruction des gîtes de mise bas (Stirling et Smith, 2004). À court terme, ces phénomènes peuvent avoir des conséquences favorables pour la population d'ours blancs en augmentant la vulnérabilité des phoques annelés et de leurs nouveau-nés à la prédation, mais, à plus long terme, un déclin de cette importante espèce-proie aura à son tour des répercussions néfastes sur les populations d'ours blancs (Stirling et Smith, 2004). Les ours blancs de l'Ontario construisent souvent des tanières de maternité dans des éléments du pergélisol comme les palses (Obbard et Walton, 2004). Les changements prévus de l'étendue du pergélisol en raison de la hausse des températures de l'air et du sol (Gough et Leung, 2002) sont appelés à provoquer un effondrement des palses, ce qui aura des conséquences néfastes sur le succès de reproduction des ours blancs.

L'omble chevalier et l'omble de fontaine sont deux poissons anadromes qui utilisent les eaux marines et les eaux douces de la baie d'Hudson. Il s'agit de poissons d'eaux froides auxquels les changements de température des eaux seront préjudiciables, l'omble chevalier étant proche de la limite sud de son aire de répartition et l'omble de fontaine, de sa limite nord. Les hausses prévues de la température des eaux devraient restreindre l'aire de répartition de l'omble chevalier, tandis que celle de l'omble de fontaine devrait s'élargir (Chu *et al.*, 2005).

Les impacts du changement climatique sur les forêts sont un problème pour de nombreuses collectivités de l'écozone du Bouclier boréal (voir la section 3.2.1). Le changement climatique pourrait avoir pour conséquence de multiplier les superficies brûlées chaque année par un facteur de 1,5 à 5 d'ici la fin du siècle (voir également Ward *et al.*, 2001; Flannigan *et al.*, 2005). Les changements constatés au niveau des perturbations causées aux forêts par les insectes sont plus difficiles à prédire, car leur occurrence est régie par des facteurs climatiques complexes agissant de concert avec la biochimie et la phénologie de la plante hôte, ainsi qu'avec le cycle biologique des insectes ravageurs eux-mêmes et de leurs parasites (Scarr, 1988; Logan *et al.*, 2003). Des températures plus douces auront pour effet probable d'étendre les aires de répartition vers le nord et d'accroître les taux de croissance des insectes (Logan *et al.*, 2003). La tordeuse des bourgeons de l'épinette est l'insecte sylvestre qui, jusqu'à présent, a causé le plus de dégâts en Ontario (voir la section 3.2.1 et l'étude de cas 5), et il est prévu qu'elle causera des dommages encore plus grands dans les secteurs nord de la forêt boréale (Fleming et Candau, 1998).

3.3.2 Transports

Aucune des collectivités de la sous-région nord ont accès à des routes praticables en tout temps et, à l'exception des mois d'hiver, ne sont accessibles que par voie aérienne ou maritime. Durant les mois d'été, le port de Moosonee dessert par barge des collectivités voisines, fournissant ainsi des marchandises en vrac et des fournitures essentielles transportées jusque-là par train. Toutefois, la clé de l'approvisionnement de la plupart des collectivités de cette sous-région est le réseau de routes d'hiver, exploité de la fin de janvier à la fin de mars (voir la figure 25). La construction annuelle de 3 000 km de réseau routier autorise le transport à meilleur coût d'équipements lourds et de matériel et permet ainsi aux collectivités d'abaisser le coût de la vie et de réduire celui des plans d'aménagement d'installations (ministère du Développement du Nord et des Mines de l'Ontario, 2005). La nouvelle mine de diamants Victor, située à 90 km à l'ouest d'Attawapiskat, dépendra également des routes de glace et des routes d'hiver pour le transport des équipements et fournitures. Outre les avantages économiques directs qu'elles procurent, ces routes facilitent également les interactions sociales entre les collectivités isolées (ministère du Développement du Nord et des Mines de l'Ontario, 2006a; voir également le chapitre 7).

En 2005 et en 2006, l'ouverture de plusieurs tronçons du réseau des routes d'hiver, en particulier celles traversant des lacs et des rivières, a été retardée parfois de dix jours (Wawatay News, 2005a, b). Les hausses prévues des températures hivernales, de l'ordre de 4 °C à 6 °C d'ici à 2050, ne manqueront pas d'altérer la viabilité de ce réseau de transport saisonnier. Une étude menée sur la région de la rivière Berens, au Manitoba, sur la rive nord-est du lac Winnipeg, a conclu que la saison des routes d'hiver serait réduite de cinq jours d'ici aux années 2020 et de dix jours d'ici aux années 2050 (Blair et Babb, 2002). Tel que mentionné au chapitre 3, des modifications apportées à la construction des routes de glace pourraient neutraliser le problème causé par le réchauffement des hivers à court et à moyen termes; cependant, les mesures d'adaptation à long terme pourraient exiger le recours à l'aménagement de passages permanents des cours d'eau et, en fin de compte, à la construction de routes permanentes.

Le transport aérien joue un rôle déterminant dans la livraison des marchandises et services essentiels à de nombreuses collectivités du Nord, peu importe le temps de l'année. Là où des pistes d'aviation ont été aménagées sur le pergélisol, l'augmentation de la fonte saisonnière ou la disparition du pergélisol sous l'effet du changement climatique exigeront plus d'entretien et, probablement, la reconstruction de certaines installations.

3.3.3 Gestion des ressources hydriques

Bien qu'aucune évaluation des impacts du changement climatique sur la qualité des eaux n'ait encore été réalisée dans la sous-région nord, des baisses des débits ont été constatées pour les rivières Severn, Winisk, Ekwan, Attawapiskat, Albany et Moose de 1964 à 2000 (Déry *et al.*, 2005). La réduction des débits et la hausse des températures imposent des stress supplémentaires aux systèmes de traitement de l'eau, qui ont déjà atteint, voire dépassé, leur capacité à fournir de l'eau potable sans danger pour le consommateur.

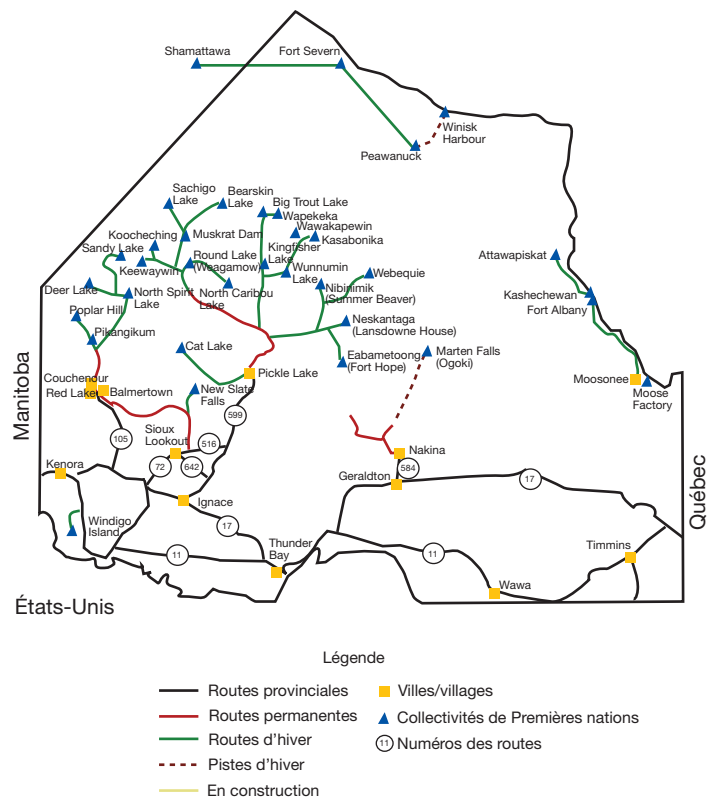


FIGURE 25: Collectivités et réseaux routiers dans la sous-région nord et dans l'ouest de la sous-région centrale (voir la figure 1). Les routes et les pistes d'hiver permettent l'accès aux collectivités de la sous-région nord (ministère du Développement du Nord et des Mines de l'Ontario, 2006a).

Pour les collectivités situées dans les plaines inondables de cette sous-région, leurs infrastructures risquent d'être endommagées par les inondations de printemps et les embâcles. Les collectivités du nord étant petites et éloignées, elles se fient énormément aux voies d'évacuation d'urgence et doivent pouvoir être en mesure d'opérer cette évacuation quand elle se révèle nécessaire. Les inondations du printemps 1986, dues à des précipitations presque trois fois plus abondantes que la normale historique, ont fait deux victimes et exigé l'évacuation de 129 personnes du village de Winisk (Sécurité publique Canada, 2006). Le village d'Attawapiskat a été évacué en 1989, 1992, 2002 et 2004, chaque fois à cause d'inondations de printemps (Environnement Canada, 2005b; Sécurité publique Canada, 2006). En 2005 et 2006, les inondations de printemps ont forcé l'évacuation de 200 personnes de Kashechewan. L'impact des changements prévus des conditions climatiques sur les dangers d'inondation n'a pas fait l'objet d'une évaluation spécifique dans cette sous-région; cependant, l'augmentation des précipitations hivernales et l'avancement du printemps que l'on prévoit auront une incidence sur le moment de survenue des inondations de printemps et sur leur intensité. L'adaptation impliquera probablement que l'on procède à l'évaluation des dispositifs d'intervention en cas d'urgence et des processus de planification en place, y compris le déplacement d'immeubles, voire de collectivités entières, en fonction des indications mises en lumière par une évaluation détaillée des risques d'inondation à l'échelle locale.

3.3.4 Santé humaine

L'éloignement des collectivités de la sous-région nord présente un certain nombre de défis sur le plan de la santé humaine, qui viennent s'ajouter à la difficulté d'accès aux services de soins. C'est ainsi que l'impact du changement climatique sur les modes de vie traditionnels, en ce qui concerne notamment l'accès aux aliments traditionnels, constitue un problème important sur le plan de la santé (voir les chapitres 3 et 5). Bien que ces populations aient accès aux produits alimentaires coûteux venus du Sud, les aliments traditionnels représentent une proportion importante, à valeur nutritionnelle élevée, du régime alimentaire local. Dans une enquête menée à Fort Severn en 2002, 40 p. 100 des foyers ayant signalé avoir connu une insécurité alimentaire au cours de l'année précédente ont indiqué qu'ils comptaient sur la chasse et la pêche pour compléter leur alimentation (Lawn et Harvey, 2004). Le changement climatique exerce une incidence directe sur les écosystèmes, mais touche aussi l'accès aux territoires traditionnels (voir les chapitre 3 et 7), et ses conséquences se font aussi sentir sur la sécurité alimentaire et la disponibilité des médicaments traditionnels.

Les possibilités d'épidémies de maladies d'origine hydrique, soit un des risques principaux pour la santé dans la sous-région nord, vont probablement s'aggraver sous l'effet du changement climatique et, plus particulièrement, des phénomènes climatiques extrêmes. Plusieurs collectivités de Premières nations ont été identifiées comme ayant des systèmes de traitement de l'eau vulnérables (O'Connor, 2002; Commissaire à l'environnement et au développement durable, 2005). Deux collectivités (Kingfisher et Muskrat Dam Lake) figuraient sur la liste prioritaire de mars 2006 des 21 collectivités de Premières nations du pays identifiées comme ayant des systèmes de traitement de l'eau présentant des risques élevés (Affaires indiennes et du Nord Canada, 2006).

La partie méridionale de la sous-région nord contient des habitats boisés susceptibles d'accueillir des populations de tiques *Ixodes scapularis* (vecteurs de la maladie de Lyme) dont l'aire de répartition gagne vers le nord sous l'effet du réchauffement des températures. Une modélisation effectuée par Ogden *et al.* (2006c) indique que la maladie de Lyme pourrait toucher des collectivités dans cette région d'ici à 2080.

3.3.5 Énergie

Le chauffage domestique représente la plus grande part de la consommation d'énergie de la sous-région nord, soit près de 70 p. 100 des besoins en énergie des collectivités. En 2000, on comptait dans cette région 31 collectivités de Premières nations qui se trouvaient en dehors du réseau de fourniture d'électricité; 13 d'entre elles utilisaient des groupes électrogènes au diesel. L'électricité était fournie par ces systèmes à quelque 18 000 résidents représentant plus de 4 000 foyers (Zulak *et al.*, 2000). Or, la fourniture de carburant diesel est tributaire d'un réseau de routes d'hiver qui, pour les raisons présentées à la section 3.3.2, sera difficile à entretenir face au changement climatique prévu.

Au cours des dernières années, des efforts ont été mis en œuvre par les services administratifs fédéraux et les organisations autochtones pour promouvoir l'efficacité énergétique, la conservation de l'énergie et le recours aux sources d'énergie renouvelables chez les collectivités de Premières nations, dans le cadre d'un effort national

plus large de réduction des émissions de gaz à effet de serre (Neegan Burnside Ltd., 2004; Fox, 2006). Les énergies renouvelables ainsi encouragées sont la production d'électricité obtenue au moyen d'aménagements hydrauliques installés au fil de l'eau et de l'énergie éolienne, et il existe un potentiel considérable de mise en valeur de nouveaux modes de production d'énergie à partir de ces sources (voir les figures 6 et 7). La mise en valeur de sources d'énergie renouvelables à base communautaire est de plus considérée comme un outil de développement économique pouvant créer des emplois dans la collectivité locale (Venema et Cisse, 2004; Chiotti *et al.*, 2005). Ces initiatives ont également pour effet de renforcer la capacité d'adaptation, en réduisant la vulnérabilité de la collectivité en cas d'interruption de l'approvisionnement en carburant diesel assuré par le réseau des routes d'hiver.

3.3.6 Exploitation minière

On procède aujourd'hui dans la sous-région nord à des activités d'exploration étendues des ressources minérales, en particulier des diamants. Les installations de la mine de diamants Victor sont en construction dans les plaines hudsoniennes, à l'ouest d'Attawapiskat, et on trouve dans le Bouclier boréal des mines d'or actives et des mines jadis en activité qui produisaient une large gamme de minéraux. L'extrapolation faite à partir de l'expérience vécue dans d'autres régions du Canada fait craindre que des problèmes liés au climat ne se manifestent, notamment les difficultés d'accès par les routes d'hiver et l'effet de la dégradation du pergélisol, sur les ouvrages de confinement et autres infrastructures physiques (p. ex., voir le chapitre 3; Mining Environment Working Group, 2004; Arctic Climate Impact Assessment, 2005). Les impacts du changement climatique sur l'exploitation minière dans le Bouclier boréal font l'objet d'une analyse à la section 3.2.8.

4 SYNTHÈSE

Le changement climatique présente des défis pour les systèmes écologiques, sociaux et économiques de l'Ontario. Dans de nombreuses parties de la province, les modifications du climat ont un effet visible sur les systèmes naturels et humains. Il s'agit entre autres d'un raccourcissement de la durée de la couverture de glace sur les lacs, d'une augmentation de la fréquence de certains phénomènes climatiques extrêmes et de déplacements d'écosystèmes aquatiques et terrestres. Les récentes répercussions sociales et économiques d'un raccourcissement des périodes d'utilisation des routes d'hiver, de l'augmentation du risque de feux de forêt, de la baisse des niveaux d'eau dans les Grands Lacs, des perturbations des activités de tourisme hivernal et de l'augmentation de la fréquence des épisodes de smog, et de chaleur extrême illustrent bien à quel point ces systèmes sont, tout à la fois, sensibles et vulnérables aux types de conditions climatiques dont on prévoit une occurrence plus fréquente au cours des 20 à 50 prochaines années.

Bien que l'ampleur et le moment de survenue du changement climatique prévu varient d'un endroit à l'autre de la province, l'Ontario en subira l'impact dans pratiquement tous les secteurs économiques. Les adaptations face à ces impacts exigeront de tenir compte des conséquences potentielles, tant économiques que sociales et environnementales, du changement climatique et de la probabilité que ces répercussions surviennent au cours de l'horizon de planification. Le tableau 5 résume les principaux impacts négatifs par sous-région et le cadre temporel général au cours duquel on s'attend à ce qu'ils causent des problèmes pour les systèmes sociaux et économiques. Les possibilités offertes par le changement climatique, décrites précédemment dans les sections traitant de l'agriculture, du tourisme de saison chaude et d'autres secteurs, ne figurent pas au tableau, mais il faudra assurer un certain degré d'adaptation pour pouvoir en tirer avantage au maximum. Bien que, des lacunes importantes persistent sur le plan des connaissances quant à la vulnérabilité des systèmes, on dispose généralement de suffisamment d'information pour déterminer les priorités à moyen et à long termes, et pour mettre en œuvre des actions d'adaptation de type « sans regrets » (voir le chapitre 10).

Sachant que l'adaptation anticipatoire exige le recours à des informations prédictives, la gestion du risque offre une approche pratique et crédible lorsqu'il s'agit de définir les mesures permettant d'atteindre des niveaux de risque acceptables pour la société (Bruce *et al.*, 2006). On trouvera un exemple de la manière dont cette approche, qui repose sur les normes promulguées dans *Risk Management : Guidelines for Decision-Makers* (gestion des risques : lignes directrices à l'intention des décideurs; Association canadienne de normalisation, 1997), peut être appliquée tout au long d'une séquence d'étapes que l'ouvrage intitulé *Adapting to Climate Change : A Risk-based Guide for Ontario Municipalities* (s'adapter au changement climatique : guide basé sur les risques à l'intention des municipalités de l'Ontario) définit très précisément (Bruce *et al.*, 2006; voir l'encadré 4).

TABLEAU 5 : Principaux impacts négatifs du changement climatique et apparition des « problèmes » par sous-région en Ontario.

Stress cumulatifs/région	Sous-région		
	nord	centrale	sud
Écosystèmes			
Poissons	■	■	■
Faune	■	■	■
Flore	■	■	■
Eaux			
Qualité	■	■	■
Quantité (pénuries)	■	■	■
Inondations	■	■	■
Santé			
Chaleur	■	■	■
Maladies (insectes/vecteurs)	■	■	■
Qualité de l'eau	■	■	■
Qualité de l'air	■	■	■
Agriculture			
Sécheresse	■	■	■
Énergie			
Demande accrue	■	■	■
Production en baisse	■	■	■
Foresterie			
Feu	■	■	■
Ravageurs et maladies	■	■	■
Transports			
Routes d'hiver	■	■	■
Routes asphaltées	■	■	■
Navigation	■	■	■
Tourisme et loisirs			
Saison froide	■	■	■

■ Présent à 20 ans	■ Aucune balise chronologique
■ 20 à 50 ans	■ Aucun impact notable prévu
■ 50 à 80 ans	

ENCADRÉ 4

Étapes du processus de gestion des risques

(tiré de Bruce et al., 2006)

« La gestion des risques est une approche systématique qui consiste à sélectionner la meilleure conduite à suivre dans certaines situations indéterminées en identifiant, en comprenant et en communiquant les risques, et en agissant pour les contenir. En matière d'adaptation au changement climatique, la gestion des risques fournit un cadre d'élaboration de stratégies d'adaptation en réaction aux changements potentiels du climat qui créent ou accroissent un risque... que l'objet soit un plan stratégique municipal d'adaptation au climat ou une étude plus petite sur une question spécifique comme les épisodes de pluie extrêmes, la chaleur, les questions de santé ou autres, la gestion du risque guidera le personnel vers des solutions optimales. » (Bruce et al., 2006, p.6 [traduction])

Étape 1 : Pour commencer

- 1) Identifier le problème ou le danger spécifique et les risques qui l'accompagnent.
- 2) Identifier les intervenants et l'équipe de projet, en particulier les personnes possédant les compétences utiles.
- 3) Énumérer les responsabilités de chaque membre de l'équipe de projet et les ressources nécessaires pour compléter le cadre de gestion des risques.
- 4) Rédiger le plan de travail et estimer l'échéancier.

Étape 2 : Analyse préliminaire

- 1) Définir le danger lié au climat et les risques susceptibles d'entraîner des dommages, comme des blessures, des dégâts matériels, des dommages à l'environnement ou un préjudice d'ordre financier à la collectivité.
- 2) Identifier les issues possibles de la situation de risque.
- 3) Passer rapidement en revue le processus, de manière à définir la complexité du projet et le cadre temporel dans lequel les travaux pourront être menés à bien, et à se faire une idée de l'adéquation éventuelle de l'équipe et des moyens que l'on se propose d'affecter au projet.

Étape 3 : Estimation du risque

- 1) Identifier les fréquences d'occurrence et les conséquences de chacun des scénarios de risque.

Étape 4 : Évaluation du risque

- 1) Élaborer un processus de comparaison ou de classement de chaque scénario de risque.
- 2) Évaluer les risques en examinant les coûts, les avantages et l'acceptabilité, compte tenu des besoins, des questions et des préoccupations des intervenants.
- 3) Identifier les risques inacceptables et les prioriser en vue d'appliquer des stratégies de réduction ou de maîtrise des risques.

Étape 5 : Décisions en matière de maîtrise des risques et d'adaptation

- 1) Identifier des stratégies viables pour ramener les risques inacceptables à des niveaux acceptables.
- 2) Évaluer l'efficacité des stratégies d'adaptation ou de maîtrise des risques, en établissant les coûts, les avantages et les risques des mesures d'adaptation proposées.
- 3) Sélectionner les stratégies optimales d'adaptation ou de maîtrise des risques et examiner l'acceptabilité des risques résiduels.

Étape 6 : Mise en œuvre et surveillance

- 1) Élaborer et mettre en œuvre le plan d'adaptation.
- 2) Surveiller et évaluer l'efficacité et les coûts des mesures d'adaptation.
- 3) Décider de poursuivre ou non le processus de gestion des risques.

De première importance sont les décisions de planification concernant les infrastructures physiques susceptibles d'impliquer de grosses dépenses en immobilisations qui doivent, de par leur durée de vie prévue, pouvoir résister aux changements des paramètres climatiques pendant de nombreuses décennies. L'industrie de la construction, les codes et normes du bâtiment, et l'aménagement du territoire n'évoluent que lentement et les décisions relatives à l'utilisation des terres et aux matériaux de construction sont souvent guidées par des intérêts commerciaux à court terme (Auld et MacIver, 2005). L'adaptation qui concerne les infrastructures devra tenir compte de la diversité des cycles de vie des ouvrages et de leurs cycles de remplacement (voir le tableau 6), en conjonction avec les changements projetés du climat (Auld et MacIver, 2005). La mise à jour des codes et normes en place, que l'on effectuera à la lumière des tendances discernables dans

TABLEAU 6 : Durée des cycles de vie des infrastructures
(extrait modifié tiré de Auld et al., 2006).

Ouvrage	Phase	Cycle de vie typique prévu (années)
Immeubles à usage commercial	Modernisation	20
	Démolition	50–100
Routes	Maintenance	Annuelle
	Resurfacement	5–10
	Reconstruction ou modernisation majeure	20–30
Ponts	Maintenance	Annuelle
	Resurfacement	20–25
	Reconstruction ou modernisation majeure	60–100
Chemins de fer	Rénovation majeure	10–20
	Reconstruction ou modernisation majeure	50–100
Aéroports	Rénovation majeure	10–20
	Reconstruction ou modernisation majeure	50
Barrages et alimentation en eau	Rénovation majeure	20–30
	Reconstruction ou modernisation majeure	50
Égouts	Reconstruction ou modernisation majeure	50
Gestion des déchets	Modernisation	5–10
	Rénovation majeure	20–30

l'histoire du climat, représente un point de départ possible aux efforts d'atténuation de la vulnérabilité des infrastructures (Auld et MacIver, 2005, 2006).

4.1 PRÉOCCUPATIONS PRINCIPALES

Les éléments réunis aux fins de la présente évaluation révèlent cinq sujets de préoccupation majeurs du fait de leur sensibilité au climat en Ontario : les infrastructures essentielles; la qualité et l'approvisionnement en eau; la santé et le bien-être des populations humaines; les collectivités éloignées ou tributaires de l'industrie primaire; et les écosystèmes gérés et non gérés. Le degré de vulnérabilité de ces systèmes à un climat en évolution dépendra de la réussite des mesures d'adaptation, qui, à leur tour, exigeront que l'on renforce et ait recours à la capacité d'adaptation existante.

Par infrastructures essentielles, on entend, dans la présente analyse, les systèmes de traitement et de distribution de l'eau, les équipements de production et de transport de l'énergie, et les réseaux de transport. Des perturbations de ces systèmes se sont produites dans toutes les sous-régions de la province ces dernières années, et on s'attend à ce qu'elles se produisent plus souvent au cours du présent siècle. Ces dernières années, des inondations causées par des phénomènes météorologiques violents ont perturbé les voies de transport et de communication, causant des dégâts évalués à plus de 500 millions de dollars. Des pannes de courant de longue durée, et touchant de vastes pans de territoire, ont été occasionnées par des défaillances des réseaux de transport et de distribution d'électricité. Les hivers plus cléments ont entraîné un raccourcissement de la période d'utilisation des routes d'hiver, limitant ainsi l'accès à des collectivités éloignées et aux ressources naturelles. La baisse des niveaux de l'eau des Grands Lacs a eu pour effet de faire croître les coûts du transport maritime en certaines saisons, et a entraîné une réduction de la production hydroélectrique. On prévoit que les niveaux d'eau continueront de baisser sous l'effet du changement climatique, situation susceptible de compromettre davantage le transport maritime sur les Grands Lacs et de mener à une réduction potentielle de la production d'hydroélectricité de plus de 1 100 MW d'ici à 2050.

Étant donné que les infrastructures doivent être résistantes, aussi bien aux conditions climatiques actuelles qu'à celles à venir, leur conception doit intégrer la variable du changement climatique. Cependant, les connaissances au sujet des impacts du changement climatique sur les infrastructures sont limitées et profiteraient de nouvelles recherches axées sur le raffinement des projections des répercussions régionales et des paramètres climatiques que l'on considère comme essentiels dans la conception des infrastructures, notamment les vitesses de vent maximales, les charges de neige et l'intensité des précipitations (Auld et MacIver, 2005). Dans la sous-région sud, les infrastructures se font de plus en plus vieilles, phénomène qui entraîne, de ce fait, l'augmentation de la proportion des infrastructures susceptibles d'être vulnérables aux extrêmes climatiques (Auld et MacIver, 2005). L'investissement dans des infrastructures de gestion de l'eau et des eaux usées devrait, à lui seul, coûter de 30 à 40 milliards de dollars durant les 15 années à venir en Ontario, dont 25 milliards de dollars en dépenses de renouvellement des équipements, le solde devant être affecté à la maintenance différée et à la croissance (ministère du Renouvellement de l'infrastructure publique de l'Ontario, 2005). Comme l'ont prouvé la tempête de verglas de 1998, la panne de

2003 et l'inondation de Toronto en 2005, tous les éléments des infrastructures essentielles sont étroitement liés, car la majeure partie de l'économie, de l'industrie et des collectivités urbaines de l'Ontario dépend de la livraison de type « juste à temps » et de services sans interruption (Auld *et al.*, 2005).

Selon les projections, la fréquence des **pénuries d'eau** déjà constatées dans la sous-région sud de la province risque d'augmenter avec l'élévation des températures estivales et des taux d'évaporation. Certaines parties du comté de Durham, des comtés de Waterloo et de Wellington, et le rivage du sud de la baie Georgienne, où les scénarios de croissance démographique indiquent que la population continuera de croître sensiblement, seront de plus en plus vulnérables aux pénuries d'eau au cours des 20 prochaines années. La législation actuelle fournit le cadre nécessaire pour faire face tant aux changements progressifs des conditions moyennes qu'aux changements de fréquence et d'intensité des épisodes de sécheresse. Aux termes de la *Loi sur l'eau saine*, la planification de la protection des sources doit être une tâche continue, orientée sur le long terme, car les nombreux facteurs d'ordre climatique et non climatique agissant sur les ressources hydriques vont évoluer. Le changement climatique peut donc être intégré dans des plans ultérieurs à mesure que l'on comblera les lacunes sur le plan des données, que des compétences se développeront et que l'expérience s'enrichira (voir l'encadré 5; de Loë et Berg, 2006). De même, la stratégie d'intervention en cas de baisse du niveau des eaux de l'Ontario assure à la province un degré de préparation lui permettant d'affronter des sécheresses extrêmes et constitue déjà une structure en place susceptible de l'aider à faire face à des sécheresses plus fréquentes.

ENCADRÉ 5

Intégrer l'adaptation

« La planification de la protection des sources en vertu de la Loi sur l'eau saine a fait naître la possibilité remarquable d'intégrer le changement climatique. La planification de la protection des sources porte avant tout et nécessairement sur les facteurs qui menacent la sécurité de l'eau potable. Toutefois, aux termes de la Loi sur l'eau saine, ces facteurs sont classés en deux grandes catégories, selon qu'ils concernent la qualité de l'eau ou sa quantité. La Loi privilégie certains thèmes de préoccupation comme on ne l'avait jamais fait jusqu'à présent, notamment les rapports entre les sols et l'eau, et entre les utilisations de l'eau et l'approvisionnement en eau. Le changement climatique doit être considéré comme un facteur essentiel lorsque ces liens sont examinés dans le cadre de caractérisations et de bilans hydriques de bassins versants. » (de Loë et Berg, 2006 [traduction]).

Les **risques à la santé** auxquels sont exposés les résidents de l'Ontario du fait du changement climatique comprennent les maladies, les blessures, les décès prématurés causés par des phénomènes météorologiques extrêmes, les vagues de chaleur et les épisodes de smog et ceux qui résultent des changements progressifs des conditions écologiques facilitant la propagation des maladies transmises par des vecteurs et des rongeurs. Chaque année, environ 6 000 résidents de l'Ontario décèdent prématurément à cause de la pollution atmosphérique, et les vagues de chaleur peuvent être un

facteur contributif dans 20 p. 100 des décès survenant dans les villes de la sous-région sud. Les systèmes d'alerte au smog sont répandus dans la sous-région du sud de l'Ontario (et dans certaines villes de la sous-région centre), et certaines villes du sud ont récemment instauré des systèmes d'avertissement de chaleur intense. La mortalité liée à la chaleur pourrait plus que doubler dans ces villes d'ici les années 2050, tandis que la mortalité imputable à la pollution atmosphérique pourrait progresser de 15 à 25 p. 100 pendant la même période. On prévoit une augmentation de la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes, comme celui qui a contribué au déclenchement de l'épidémie d'*E. coli* à Walkerton (Ontario), entraînant la mort de sept personnes et provoquant quelque 2 300 cas d'infection. On doit également s'attendre à ce que les conditions climatiques en évolution favorisent l'expansion vers le nord de la maladie de Lyme, et le syndrome pulmonaire à hantavirus pourrait se révéler un autre risque pour la santé.

Les **collectivités éloignées et celles tributaires de l'industrie primaire** sont particulièrement sensibles à la variabilité et au changement du climat. Les sécheresses récentes, les inondations dues aux embâcles, l'augmentation de l'incidence des feux de forêt, le réchauffement des hivers et l'absence de gelées tardives au printemps ont posé des problèmes aux exploitations forestières et restreint l'accès aux collectivités et aux ressources. L'élévation projetée des températures hivernales continuera de faire raccourcir la période de l'année où les routes d'hiver sont praticables, limitant ainsi les possibilités de livraison de matériaux de construction, de produits alimentaires et de combustibles à un grand nombre des collectivités les plus septentrionales. L'augmentation de fréquence des incendies de forêts et des proliférations de ravageurs auront des incidences néfastes sur la santé et sur l'économie des collectivités vivant de l'industrie du bois, en particulier dans la forêt boréale de l'Ontario. Les collectivités qui cherchent à diversifier leur économie en développant le tourisme d'hiver devraient agir avec prudence, puisque la motoneige, le ski de fond et la pêche sur la glace sont vulnérables au changement climatique prévu à moyen et long terme.

Au cours des 30 prochaines années, la vulnérabilité de nombreuses collectivités tributaires de l'industrie primaire en Ontario pourra s'accroître en même temps que l'âge moyen de leurs populations augmentera, que leur nombre diminuera et que les jeunes quitteront ces collectivités pour aller chercher du travail ailleurs (ministère des Finances de l'Ontario, 2006). Les impacts cumulatifs des changements du climat et d'autres facteurs auront des répercussions sur l'état de santé des habitants de ces collectivités et sur le niveau des services sociaux requis.

Les **écosystèmes de l'Ontario subissent aujourd'hui des stress** causés par l'effet combiné du climat, de l'activité humaine, du déplacement des espèces indigènes et exogènes et de perturbations naturelles comme le feu, les proliférations d'insectes et les épidémies. Les terres humides sont particulièrement sensibles aux changements du climat et à d'autres facteurs, et elles ont subi des pertes spectaculaires ces dernières années, en particulier dans la sous-région sud de l'Ontario. Des hivers plus cléments, des étés plus longs, et les changements des températures moyennes qui les accompagnent, ont entraîné une baisse des niveaux de l'eau des Grands Lacs, une hausse des températures des eaux et une baisse de l'humidité du sol disponible dans les forêts et les terres agricoles. Les changements constatés au niveau des espèces de poissons dominantes, qui révèlent que des espèces d'eaux froides ou tempérées cèdent graduellement leur place à des espèces d'eaux

chaudes dans la sous-région sud, les modifications de la composition des écosystèmes aquatiques et terrestres dans la sous-région nord, et la baisse du nombre et de l'état de santé des ours blancs et des phoques sont autant d'exemples d'impacts déjà en cours. La poursuite de la baisse des niveaux de l'eau des Grands Lacs sous l'effet du changement climatique continuera de mettre en péril les terres humides qui, aujourd'hui, assurent l'intégrité des rives, freinent l'érosion, filtrent les matières contaminantes, absorbent les excédents d'eau pluviale et fournissent un habitat important aux poissons et à la faune en général. Les espèces envahissantes deviendront probablement plus nombreuses et plus abondantes dans les Grands Lacs.

Étant donné que le changement climatique aura des impacts sur toutes les espèces et tous les écosystèmes, les organismes chargés de la gestion des actifs naturels devront faire face à une pléthore de problèmes nouveaux au cours du XXI^e siècle. Par exemple, les changements induits par le climat dans les habitats et dans la répartition et l'abondance de la flore et de la faune modifieront le caractère de nombreux parcs et zones protégées établis et créés pour appuyer les efforts de conservation de la biodiversité, ce qui exigera d'apporter des changements fondamentaux aux stratégies de gestion déjà en place (Lemieux *et al.*, 2007).

4.2 VULNÉRABILITÉ ET CAPACITÉ D'ADAPTATION

Afin de s'adapter au changement climatique, il faudra que l'on prenne des décisions visant à réduire le degré de vulnérabilité aux impacts présents et prévus, mais il faudra aussi que l'on tire avantage des nouvelles possibilités. Ces décisions seront prises en fonction d'une myriade de facteurs d'ordre non climatique qui agissent sur les systèmes environnementaux, économiques et sociaux. La vulnérabilité au climat (actuel et futur) est conditionnée par divers facteurs sociaux, économiques, politiques et culturels qui, à l'instar du climat, ne sont pas statiques mais évoluent avec le temps. La réduction de la vulnérabilité aux risques actuels et le renforcement de la capacité des systèmes à s'adapter au changement des conditions constituent des objectifs d'adaptation efficaces, étant donné les incertitudes inhérentes aux projections du changement climatique. Les collectivités peuvent améliorer leur capacité de faire face au changement des conditions en sensibilisant leurs membres, en protégeant les plus vulnérables, en élaborant et en mettant en œuvre des mesures d'adaptation efficaces et en renforçant la résilience sociale (Crabbé et Robin, 2006).

La capacité d'adaptation est définie comme étant le « potentiel, les moyens ou la capacité d'un système de s'adapter aux stimuli du changement climatique ou à ses effets ou impacts » (Smit *et al.*, 2001, p. 894 [traduction]; voir le chapitre 2). Le tableau 7 présente une première caractérisation de certains déterminants de base de la capacité d'adaptation dans chacune des sous-régions de l'Ontario. Cette liste repose sur des statistiques de base, sur la documentation disponible (sans se limiter au thème du changement climatique) et sur le jugement des auteurs du chapitre. Elle n'est pas le produit d'une analyse exhaustive, mais elle est plutôt destinée à stimuler des analyses futures de la capacité d'adaptation. Il ressort de ce tableau que toutes les sous-régions ont leurs forces et leurs faiblesses en matière de capacité d'adaptation et qu'une connaissance plus approfondie de ces aspects peut aider à décider quelles seraient les mesures d'adaptation les plus souhaitables dans chaque région.

Les quelques travaux de recherche disponibles sur la capacité d'adaptation au changement climatique en Ontario concernent surtout les institutions. La capacité institutionnelle repose sur une bonne perception des risques et sur l'aptitude à intervenir rapidement et de manière anticipatoire. Les perceptions des risques liés aux impacts du changement climatique déjà survenus ou prévus sont largement fonction de l'expérience locale des phénomènes extrêmes et des répercussions graves, comme les tempêtes de verglas, les inondations et la contamination des puits. Les institutions peuvent tout à la fois faciliter l'adaptation et y faire obstacle.

Les points forts relevés en ce qui concerne les institutions de l'Ontario sont le haut degré de compétences en matière de gestion des eaux pluviales au sein des instances responsables de la conservation de l'eau, l'accès aux options technologiques disponibles, l'accès des municipalités à l'assurance réciproque et la persistance, la durabilité et la résilience des dispositifs institutionnels et sociaux. L'augmentation de la souplesse et de l'autonomie, dont doivent faire preuve les municipalités afin de choisir les réactions appropriées aux problèmes locaux d'ordre économique, environnemental et social, constitue un des objectifs de la Loi de 2001 sur les municipalités; elle contribue aussi à

améliorer la capacité d'adaptation des décideurs locaux (Crabbé et Robin, 2006). Parmi les points faibles figurent les suivants : les chevauchements des compétences et les limites mal définies des domaines de responsabilité, la nécessité d'établir des conventions intermunicipales pour gérer les ressources communes aux différentes instances, le fait de compter sur la mise en œuvre volontaire de certaines activités clés, la restructuration des institutions, l'accès à des financements et à des expertises limités, en particulier dans les zones rurales, une répartition inégale des ressources, et le manque de compétences en ce qui a trait à l'impact du changement climatique sur les infrastructures bâties et les technologies d'adaptation disponibles (Ivey *et al.*, 2004; Crabbé et Robin, 2006).

Pour assurer l'efficacité de l'adaptation, les décideurs doivent être bien informés et bien comprendre les risques du changement climatique. Un sondage effectué récemment par la Division des forêts et la Division des ressources scientifiques et informationnelles du ministère des Richesses naturelles de l'Ontario a ainsi révélé qu'en dépit du fait qu'une grande majorité des répondants estimaient que le changement climatique aurait une incidence sur les forêts dans les 50 années à venir et que près de la

TABLEAU 7 : Caractéristiques générales de la capacité d'adaptation dans les sous-régions de l'Ontario¹.

Déterminant	Sous-région		
	nord	centrale	sud
Ressources économiques	<ul style="list-style-type: none"> • Forte dépendance à l'égard de ressources naturelles sensibles au climat • Économie hors marché importante 	<ul style="list-style-type: none"> • Forte dépendance à l'égard de ressources naturelles sensibles au climat • Accroissement de la diversification 	<ul style="list-style-type: none"> • Fortement diversifiées • Sensibilité au climat limitée
Technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Accès quelque peu limité par les ressources économiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Moyens technologiques aisément accessibles • Aspect essentiel de l'économie dans certains endroits • Connaissance limitée de l'utilité de la technologie face à la sensibilité au climat 	<ul style="list-style-type: none"> • Moyens technologiques aisément accessibles • Aspect essentiel de l'économie • Connaissance limitée de l'utilité de la technologie face à la sensibilité au climat
Informations et compétences	<ul style="list-style-type: none"> • Solides connaissances traditionnelles et locales sur les sensibilités au climat et l'adaptation au changement • Pourcentage plus faible de la main-d'œuvre dotée d'une formation technique 	<ul style="list-style-type: none"> • Proportion importante de la main-d'œuvre dotée d'une formation technique • Bonne compréhension des sensibilités au climat dans les industries primaires 	<ul style="list-style-type: none"> • Proportion importante de la main-d'œuvre dotée d'une formation technique • Connaissance limitée de la sensibilité au climat
Infrastructures	<ul style="list-style-type: none"> • Limitées • Problèmes de maintenance et d'expertise • Accès terrestre à de nombreuses collectivités limité aux routes saisonnières • Sensibilité problématique du pergélisol 	<ul style="list-style-type: none"> • Bien développées en zones urbaines • Renouvellement préoccupant • Manque d'expertise concernant les impacts du changement climatique sur l'environnement bâti 	<ul style="list-style-type: none"> • Très bien développées • Vieillesse de la plupart des infrastructures • Manque d'expertise concernant les impacts du changement climatique sur l'environnement bâti • Forte dépendance à l'égard d'un réseau électrique potentiellement vulnérable
Institutions	<ul style="list-style-type: none"> • Accès limité • Forte cohésion sociale 	<ul style="list-style-type: none"> • Bien développées • Les chevauchements des compétences peuvent freiner les décisions 	<ul style="list-style-type: none"> • Très bien développées • Les chevauchements des compétences peuvent freiner les décisions
Équité ²	<ul style="list-style-type: none"> • Situation désavantagée des populations autochtones, des collectivités rurales et des pauvres en milieu urbain • Les municipalités jouissent de couvertures d'assurance mutuelles et bénéficient de secours en cas de catastrophe 		

¹ Selon le jugement des auteurs principaux du chapitre, dans le but de stimuler des analyses futures de la vulnérabilité.

² Se prête mieux à un examen à l'échelle régionale et provinciale.

moitié d'entre eux estimaient que les impacts seraient importants pour les collectivités forestières, presque tous étaient convaincus que ni les responsables des politiques forestières, ni le public ne comprenaient comment le changement climatique toucherait les collectivités forestières (Columbo, 2006). Malgré ces préoccupations, l'importance de mettre en œuvre des mesures susceptibles d'améliorer le niveau de compréhension du changement climatique et la capacité d'adaptation nécessaire pour y faire face est mise en lumière dans le rapport sur les orientations stratégiques du Ministère pour 2005 (ministère des Richesses naturelles, 2005b).

4.3 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Avec sa base économique forte et diversifiée et ses abondantes ressources naturelles, l'Ontario est dans l'ensemble bien placé pour gérer l'adaptation au changement des conditions climatiques. Il existe des moyens d'intégrer rapidement l'adaptation au changement climatique dans le processus de prise de décisions; cette démarche est illustrée par la *Loi sur l'eau saine* et d'autres politiques ou programmes qui portent, entre autres, sur les infrastructures et leur renouvellement, sur les programmes d'intervention en cas de baisse du niveau des eaux et sur les stratégies de développement.

Il ressort de cette évaluation un certain nombre de lacunes sur le plan des connaissances, y compris une compréhension limitée des effets cumulatifs et des implications du changement climatique pour certains secteurs, régions et segments de la population; les plus notables de ces lacunes concernent les sous-régions centrale et nord, les options d'adaptation et la compréhension de la capacité d'adaptation dans toutes les sous-régions. De nombreuses activités et mesures d'adaptation conçues en vue de contrer les impacts du changement climatique sont applicables dans tous les secteurs, systèmes et sous-régions, mais on constate une grande diversité en matière de documentation sur la nature de ces activités ou mesures, sur le fait qu'elles sont en place ou en cours d'élaboration, ou qu'elles devraient être efficaces au niveau local ou à celui des collectivités. La « trousse à outils » des mesures d'adaptation peut être vaste mais, à quelques exceptions près (p. ex., Edwards *et al.*, 1999; Bruce *et al.*, 2006), on n'a qu'une connaissance limitée de la manière dont ces outils peuvent servir dans la plupart des contextes.

5 REMERCIEMENTS

En plus de leurs collaborateurs, les auteurs principaux tiennent à remercier particulièrement Dieter Riedel, Tom Bridges et Joan Klaassen (Environnement Canada) pour leur participation active à l'élaboration de ce chapitre et pour leurs précieuses contributions. Ils tiennent également à remercier Graeme Spiers (Université Laurentienne), Rob de Loë (Guelph University), Jean Andrey (Waterloo University), Craig Wakefield (Bureau d'assurance du Canada), Gordon Miller (Commissaire à l'environnement de

De ce fait, la connaissance de la vulnérabilité des systèmes naturel et humain au changement climatique est elle aussi limitée, notamment dans le contexte de stress multiples, comme les activités humaines, la croissance économique et les espèces envahissantes. Généralement, la vulnérabilité ne devient véritablement manifeste que lorsque des conditions comparables à celles projetées pour l'avenir sous l'effet du changement climatique interagissent avec une population sensible; c'est pourquoi le présent chapitre s'est beaucoup inspiré des leçons tirées des récents phénomènes climatiques extrêmes. Dans le cas des canicules, par exemple, l'expérience de la ville de Toronto indique clairement que la vulnérabilité d'une population sensible est fonction de l'efficacité des systèmes d'alerte déjà en place et des déterminants sociaux de la santé qui aggravent ou atténuent les risques.

On peut améliorer la résilience des collectivités, des régions et des secteurs face aux risques et aux possibilités du changement climatique en élaborant et en mettant en œuvre des plans ou des stratégies d'adaptation, comme cela a été recommandé pour les collectivités de Premières nations et les infrastructures de santé (Chiotti *et al.*, 2002; Resource Futures International, 2004). Parmi les éléments qui seront probablement communs à ces plans et stratégies figurent les suivants :

- **La mobilisation des intervenants** : cette étape est essentielle pour définir les priorités de la recherche, évaluer l'efficacité des mesures d'adaptation actuelles aux conditions futures et déterminer quelles interventions et activités sont les plus appropriées.
- **La surveillance et le suivi** : des données sur le climat, la fonction des écosystèmes, les conditions sociales et les répercussions économiques, y compris des données provenant de la surveillance exercée par les collectivités, sont nécessaires au processus de prise de décisions efficaces en matière d'adaptation.
- **L'éducation** : une sensibilisation accrue aux répercussions sociales, économiques et environnementales du changement climatique à l'échelle locale et régionale aidera à faciliter l'élaboration de mesures d'adaptation.
- **La constitution de partenariats** : l'efficacité des mesures d'adaptation exigera une coopération et une coordination entre tous les ordres de gouvernement, le secteur industriel, les collectivités, les universités et collèges, les organisations de bénévoles, les groupes de défense des intérêts du public, et les membres du public.

l'Ontario), Jennifer Penny (Clean Air Partnership), Louise Aubin (Peel Region Public Health) et Brenda Sakauye (Ville de Mississauga) de leurs contributions, relectures et observations informelles. Ils expriment également leur reconnaissance au ministère de l'Environnement de l'Ontario et au ministère de l'Énergie de l'Ontario pour leur contribution financière qui a servi à rétribuer certains contributeurs pour leurs travaux de rédaction.

RÉFÉRENCES

- Administration du rétablissement agricole des Prairies. Gare aux sulfates et aux algues bleu-vert dans l'eau du bétail, Agriculture et Agro-alimentaire Canada, 2003, <http://www.agr.gc.ca/pfra/drought/info/sulphate_f.htm>, [consultation : 16 août 2007].
- Affaires indiennes et du Nord Canada. Document d'information : Liste prioritaire des collectivités des Premières nations visées par un avis concernant l'eau potable et dont le réseau d'alimentation en eau présente un risque élevé, Affaires indiennes et du Nord Canada, 2006, <http://www.ainc-inac.gc.ca/prsj-a2006/02757bk_f.html>, [consultation : 16 août 2007].
- Affaires indiennes et du Nord Canada. *Risk assessment workshop*, à Thunder Bay–Sioux Lookout les 10 et 11 juillet 2006 et à Toronto les 13 et 14 juillet 2006, Affaires indiennes et du Nord Canada, 2007, 14 p.
- Agriculture et Agro-alimentaire Canada. « Innovation in agriculture: finding the better way »; *Canadian Farm Manager*, avril/mai, 2003, pp. 1–2.
- Aldridge, D.C., P. Elliott et G.D. Moggridge. « Microencapsulated BioBullets for the control of biofouling zebra mussels », *Environmental Science and Technology*, vol. 40, n° 3, 2006, pp. 975–979.
- Altmayer, C.A., B.G. Hutchison, V.L. Torrance-Rynard, J. Hurley, S. Birch et J.D. Eyles. « Geographical disparity in premature mortality in Ontario, 1992–1996 », *International Journal of Health Geographics*, vol. 2, n° 7, 2003, <<http://www.ij-healthgeographics.com/content/2/1/7>>, [consultation : 24 janvier 2007].
- AMEC Earth and Environmental. *Coastal Zone and Climate Change on the Great Lakes*, rapport remis à Ressources naturelles Canada, Programme sur les impacts et l'adaptation aux changements climatiques, 2006, 95 p.
- American Sportfishing Association. *Sportfishing in America: values of our traditional pastime*, American Sportfishing Association, Alexandria, Virginie, 2001.
- Andresen, J., G. Alagarswamy, D. Stead, H. Cheng et B. Sea. « Agriculture », dans *Preparing for a Changing Climate: The Potential Consequences of Climate Variability and Change: Great Lakes*, P. Sousounis et J. Besanz (éd.), United States Global Change Research Program, 2000, pp. 69–76.
- Andrey, J. et B. Mills. « Climate change and the Canadian transportation system: vulnerabilities and adaptations », dans *Weather and Road Transportation*, J. Andrey et C.K. Knapper (éd.), University of Waterloo, Waterloo (Ontario), Department of Geography Publication Series, Monograph 55, 2003.
- Andrey, J., B. Mills, B. Jones, R. Haas et W. Hamilton. *Adaptation to climate change on the Canadian transportation sector*, rapport remis à Ressources naturelles Canada, Programme sur les impacts et l'adaptation aux changements climatiques, 1999.
- Archambault, D.J., X. Li, D. Robinson, J.T. O'Donovan et K.K. Klein. *The effects of elevated CO2 and temperature on herbicide efficacy and weed/crop competition*, rapport rédigé pour le Prairie Adaptation Research Collaborative (PARC), Regina (Saskatchewan), 2001, 29 p.
- Arctic Climate Impact Assessment. *Arctic Climate Impact Assessment*, Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, 2005, 1024 p., <<http://www.acia.uaf.edu/pages/scientific.html>>, [consultation : 6 mai 2007].
- Assel, R. A., F. H. Quinn et C. E. Sellinger. « Hydroclimatic factors of the recent record drop in Laurentian Great Lakes water levels », *American Meteorological Society*, août 2004, pp. 1143–1151.
- Assemblée Législative de l'Ontario. *Select committee on alternative fuel sources — final report* Assemblée Législative de l'Ontario, 3e Session, 37e Parlement, 2002, 69 p.
- Association canadienne de normalisation. *Risk management: guideline for decision-makers*, Association canadienne de normalisation, Mississauga (Ontario), 1997, 66 p.
- Auld, H. et D. MacIver. *Cities and communities: the changing climate and increasing vulnerability of infrastructure*, Environnement Canada, Groupe de recherche sur l'adaptation et les impacts, Publication hors-série n° 3, 2005, 26 p.
- Auld, H. et D. MacIver. *Changing weather patterns, uncertainty and infrastructure risks: emerging adaptation requirements*, Institut canadien des ingénieurs, Conférence technologique sur le changement climatique, tenue du 10 au 12 mai 2006 à Ottawa (Ontario), 2006.
- Auld, H., D. MacIver et J. Klaassen. « Heavy rainfall and waterborne disease outbreaks: the Walkerton example », *Journal of Toxicology and Environmental Health*, partie A, vol. 67, n° 20–22, 2004, pp. 1879–1887.
- Auld, H., D. MacIver et J. Klaassen. « Adaptation options for infrastructure under changing climate conditions, Institut canadien des ingénieurs », Conférence technologique sur le changement climatique, tenue du 10 au 12 mai, 2006 à Ottawa (Ontario), 2006.
- Banting, D., H. Doshi, J. Li et P. Missios. *Report on the environmental benefits and costs of green roof technology for the City of Toronto*, rapport rédigé pour la ville de Toronto Ontario Centres of Excellence – Earth and Environmental Technologies (OEC-ETACH), Ryerson University, Toronto (Ontario), 2005, 63 p.
- Bazzaz, F.A. *Plants in Changing Environments*, Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, 1996, 320 p.
- Bellamy, S. et D. Boyd. *Water use in the Grand River watershed*, Grand River Conservation Authority, Cambridge (Ontario), 2005, 33 p.
- Blackman, J. « Wacky weather won't wash out Winterlude », *Capital News Online*, 2006, <<http://temagami.carleton.ca/jmc/cnews/27012006/n6.shtml>>, [consultation : 15 août 2007].
- Blair, D. et J. Babb. *Impacts of climate variability on the winter road season in Manitoba*, rapport rédigé pour le ministère des Transports et des Services gouvernementaux du Manitoba et le Prairie Adaptation Research Collaborative (PARC), Regina (Saskatchewan), 2002.
- Boland, G., V. Higgins, A. Hopkin, A. Nasuth et M. Melzer. « Climate change and plant disease in Ontario », dans *A Synopsis of the Known and Potential Diseases and Parasites Associated with Climate Change*, S. Griefenhagen et T. Noland (éd.), Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Forest Research Information Paper n° 154, 2003, pp. 148–178.
- Bootsma, A., D. Anderson et S. Gameda. Potential impacts of climate change on agroclimatic indices in southern regions of Ontario and Quebec, *Eastern Cereal and Oilseed Research Centre, Technical Bulletin* 03-284, 2004, 14 p.
- Bootsma, A., S. Gameda, D.W. McKenny, P. Schut, H.N. Hayhoe, R. de Jong et E.C. Huffman. *Adaptation of agricultural production to climate change in Atlantic Canada*, rapport remis à Ressources naturelles Canada, Programme sur les impacts et l'adaptation aux changements climatiques, 2001, 30 p., <http://res2.agr.ca/ecorc/clim/20010613_e.pdf>, [consultation : 15 août 2007].
- Booty, W. D. Lam, G. Bowen, O. Resler et L. Leon. « Modelling changes in stream water quality due to climate change in a southern Ontario watershed », *Journal canadien des ressources hydriques*, vol. 30, n° 3, 2005, pp. 211–226.
- Bowman, J., G.L. Holloway, J.R. Malcolm, K.R. Middel et P.J. Wilson. « Northern range boundary dynamics of southern flying squirrels: evidence of an energetic bottleneck », *Revue canadienne de zoologie*, vol. 83: 2005, pp. 1486–1494.
- Branfirem, B.A., N.T. Roulet, C.A. Kelly et J.W. Rudd. « In situ sulphate stimulation of mercury methylation in a boreal peatland: toward a link between acid rain and methyl-mercury contamination in remote environments », *Global Biogeochemical Cycles*, vol. 13, 1999, pp. 743–750.
- Breton, M.C., M. Garneau, I. Fortier, F. Guay et J. Louis. « Relationship between climate, pollen concentrations of Ambrosia and medical consultations for allergic rhinitis in Montreal, 1994–2002 », *Science of the Total Environment*, vol. 370, n° 1, 2006, pp. 39–50.
- Brklacich, M. et B. Smit. « Implications of changes in climatic averages and variability on food production opportunities in Ontario, Canada », *Climatic Change*, vol. 20, n° 1, 1992, pp. 1–21.
- Brklacich, M., C. Bryant, B. Veenhof et A. Beauchesne. « Répercussions du changement climatique mondial sur l'agriculture canadienne : revue et évaluation de la recherche entre 1984 et 1997 », dans *l'Étude pancanadienne sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et au changement climatique - Questions sectorielles*, G. Koshida et W. Avis (éd.), Environnement Canada, tome VII, 1997, pp. 237–276.
- Brown, A., J. Dart et J. Quesnel. *Climate change and watershed management at the Hemlo Operations*, Sudbury Restoration Workshop, atelier tenu les 22 et 23 février 2006 à Sudbury (Ontario), 2006, p. 36.
- Brown, J. et M. Palacios. *The state of urban air in Canada*, Fraser Institute, Vancouver (Colombie-Britannique), Publication hors-série n° 85, 2005, 119 p.
- Bruce, J., I. Burton, H. Martin, B. Mills et L. Mortsch. *Vulnerability and adaptation to climate change*, rapport remis à Ressources naturelles Canada, Programme sur les impacts et l'adaptation aux changements climatiques, 2000, 144 p.
- Bruce, J., M. Egener et D. Noble. *Adapting to climate change: a risk-based guide for Ontario municipalities*, rapport remis à Ressources naturelles Canada, Programme sur les impacts et l'adaptation aux changements climatiques, 2006, 39 p., <http://adaptation.nrcan.gc.ca/projdb/pdf/176a_e.pdf>, [consultation : 15 août 2007].
- Bruce, J.P., H. Martin, P. Colucci, G. McLean, J. McDougall, D. Shrubsole, J. Whalley, R. Halliday, M. Alden, L. Mortsch et B. Mills. *Climate change impacts on boundary and transboundary water management*, rapport remis à Ressources naturelles Canada, Programme sur les impacts et l'adaptation aux changements climatiques, 2003, 307 p., <http://adaptation.nrcan.gc.ca/projdb/pdf/water3_e.pdf>, [consultation : 15 août 15, 2007].
- Brulé, J. et A. McCormick. *Canadian Standards Association discussion panel – climate change and municipal infrastructure: final report on the survey to InfraGuide Committee members*, Conseil national de recherches du Canada, Institut de la recherche en construction, IRC-RR-203, 2005, 34 p.
- Bryant C.R., B. Smit, M. Brklacich, T.R. Johnston, J. Smithers, Q. Chiotti et B. Singh. « Adaptation in Canadian agriculture to climatic variability and change », *Climatic Change*, vol. 45, n° 1, 2000, pp. 181–201.
- Bureau d'assurance du Canada. Insurers estimate August 19 Ontario storm claims will exceed \$400 million, Bureau d'assurance du Canada, 2005, <<http://www.insurance-canada.ca/consinfohome/IBC-Ontario-storm-509.php>>, [consultation : 1er mai 2007].
- Burnett, A. W. M. Kirby, H. Mullins et W. Patterson. « Increasing Great Lake-effect snowfall during the twentieth century: a regional response to global warming? », *Journal of Climate*, vol. 16, n° 21, 2003.
- Buttle, J., T. Muir et J. Frain. « Economic impacts of climate change on the Canadian Great Lakes hydro-electric power producers: a supply analysis », *Journal canadien des ressources hydriques*, vol. 29, n° 2, 2004, pp. 89–110.
- Campbell, M., D. Pengelly et M. Bienefeld. Air pollution burden of illness in Toronto: 2004 summary, Toronto Public Health, Toronto (Ontario), 2004, 19 p.
- Candau, J.N. et R.A. Fleming. « Landscape-scale spatial distribution of spruce budworm defoliation in relation to bioclimatic conditions », *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 35, n° 9, 2005, pp. 2218–2232.
- Candau, J.-N., R.A. Fleming et A. Hopkin. « Spatiotemporal patterns of large-scale defoliation caused by the spruce budworm in Ontario since 1941 », *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 28, n° 11, 1998, pp. 1733–1741.
- Casselman, J.M. « Effects of temperature, global extremes, and climate change on year-class production of warmwater, coolwater, and coldwater fishes in the Great Lakes basin », dans *Fisheries in a Changing Climate*, N.A. McGinn (éd.), American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 2002, pp. 39–60.
- Casselman, J.M. « Effects of climate and climate change on lake trout populations and fisheries », dans *Proceedings of Second North American Lake Trout Symposium* (résumés allongés), présenté du 16 au 19 août 2005 à Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest), 2005.
- Casselman, J.M. et K.A. Scott. « Fish-community dynamics of Lake Ontario—long-term trends in the fish populations of eastern Lake Ontario and the Bay of Quinte », dans *State of Lake*

- Ontario: Past, Present and Future, M. Munawar (éd.), Ecovision World Monograph Series, Aquatic Ecosystem Health and Management Society, 2003, pp. 349-383.
- Casselman, J.M., D.M. Brown, J.A. Hoyle et T.H. Eckert. « Effects of climate and global warming on year-class strength and relative abundance of smallmouth bass in eastern Lake Ontario », dans *Black Bass: Ecology, Conservation and Management*, D. Philipp et M.S. Ridgway (éd.), American Fisheries Society Symposium 31, Bethesda, Maryland, 2002, pp. 73-90.
- Centre interservices des feux de forêt du Canada. *Canada report*, Centre interservices des feux de forêt du Canada, Winnipeg (Manitoba), 2005.
- Chakraborty, S., A.V. Tiedemann et P.S. Teng. « Climate change: potential impact on plant diseases », *Environmental Pollution*, vol. 108, n° 3, 2000, pp. 317-326.
- Changnon, S. Temporal behaviour of levels of the Great Lakes and climate variability, *Journal of Great Lakes Research*, vol. 30, n° 1, 2004, pp. 184-200.
- Changnon, S.A., S. Leffler et R. Shealy. « Impacts of extremes in Lake Michigan levels along Illinois shoreline », dans *The Potential Effect of Global Climate Change on the United States*, J.B. Smith et D.A. Tirpack (éd.), Hemisphere Publishing Corp., New York, New York, 1989, pp. 3-48.
- Charron, D. et P. Sockett. « Climate change: preparing for the health impacts », *Health Policy Research Bulletin*, n° 11, novembre 2005, pp. 1-4.
- Charron, D., D. Waltner-Toews, A.R. Maarouf et M. Stalker. 2003. « A synopsis of known and potential diseases and parasites of humans and animals associated with climate change », dans *A Synopsis of Known and Potential Diseases and Parasites Associated With Climate Change*, S. Greifenhagen et T.L. Noland (comp.), Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Forest Research Information Paper N°. 154, 2003, 200 p.
- Chen, J.M., B. Chen, K. Higuchi, J. Liu, D. Chan, D. Worthly, P. Tans et A. Black. « Boreal ecosystems sequestered more carbon in warmer years », *Geophysical Research Letters*, vol. 33, L10803, 2006, 4 p.
- Cheng, S., H. Auld, G. Li, J. Klaassen et Q. Li. « Possible impacts of climate change on freezing rain in south-central Canada using downscaled future climate scenarios », *Natural Hazards and Earth Science Systems*, vol. 7, n° 1, 2007, pp. 71-87.
- Cheng, S., M. Campbell, Q. Li, Guilong, Li, H. Auld, N. Day, D. Pengelly, S. Gingrich, J. Klaassen, D. MacIver, N. Comer, Y. Mao, W. Thompson et H. Lin. *Differential and combined impacts of winter and summer weather and air pollution due to global warming on human mortality in south-central Canada*, Santé Canada, Programme de recherche sur les politiques en matière de santé, projet n° 6795-15-2001/4400011, rapport technique, 2005.
- Cheng, S., J. Klaassen, N. Comer, H. Auld, D. MacIver et A. Liu. « The impacts of summer heat and air quality on energy and health in Ontario », présentation faite lors de Sustainable Energy Futures for Central Ontario: The Impacts of Extreme Weather, Climate Change and a Changing Regulatory Environment, rencontre tenue le 22 mars 2004 à Toronto (Ontario), 2004, <<http://www.pollutionprobe.org/Happening/pdfs/march22sustenergy/auld.pdf>>, [consultation : 14 janvier 2007].
- Cherry, M.L. « Genetic implications of climate change », dans *The Impacts of Climate Change on Ontario's Forests*, S.J. Colombo et L.J. Buse (éd.), ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Forest Research Information Paper n° 143, 1998, pp. 23-26.
- Chiotti, Q. « Adapting to climate change impacts in the Toronto-Niagara region: energy stakeholder needs », présentation faite lors de Sustainable Energy Futures for Central Ontario: The Impacts of Extreme Weather, Climate Change and a Changing Regulatory Environment, rencontre tenue le 22 mars 2004 à Toronto (Ontario), 2004, <<http://www.pollutionprobe.org/Happening/pdfs/march22sustenergy/chiotti.pdf>>, [consultation : 25 janvier 2007].
- Chiotti, Q. et R. Bain. « Atmospheric change in rural areas: a preliminary assessment of the Toronto-Niagara region », dans *Agricultural and Environmental Sustainability in the New Countryside*, H. Millward, K.B. Beesley, B. Ilbery et L. Harrington (éd.), Rural Research Centre, Nova Scotia Agricultural College, Truro (Nouvelle-Écosse) et Saint Mary's University, Halifax (Nouvelle-Écosse), 2000, pp. 15-29.
- Chiotti, Q., C.A. Brown et M. Pattenden. « Energy efficiency and energy from renewables: bringing mitigation and adaptation together », dans *Climate Change: Building the Adaptive Capacity* (an international conference on adaptation science, management and policy options), A. Fenech, D. MacIver, H. Auld, R. Bing Rong et Y. Yin (éd.), Environnement Canada, Toronto, 2005, pp. 235-253.
- Chiotti, Q., I. Morton, K. Ogilvie, A. Maarouf et M. Kelleher. *Towards an adaptation action plan: climate change and health in the Toronto-Niagara region - summary for policy makers*, *Pollution Probe*, Toronto (Ontario), 2002, 50 p.
- Chu, C., N.E. Mandrak et C.K. Minns. « Potential impacts of climate change on the distribution of several common and rare freshwater fishes in Canada », *Diversity and Distributions*, vol. 11, n° 4, 2005, pp. 299-310.
- Coakley, S. « Plant disease management », dans *Impacts of Climate Change on Horticulture Symposium*, tenu en conjonction avec la conférence centenaire de la American Society for Horticultural Science, le 4 octobre 2003 à Providence, Rhode Island, 2004, pp. 17-18.
- Cohen, S. et K. Miller. « North America », dans *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, contribution du Groupe de travail II au Troisième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, J.J. McCarthy, O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken et K.S. White (éd.), Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, 2001, pp. 737-800.
- Colombo, S.J. « Plant physiological responses to a changing environment », dans *The Impacts of Climate Change on Ontario's Forest*, S.J. Colombo et L.J. Buse (éd.), ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Forest Research Information Paper n° 143, 1998, pp. 25-28.
- Colombo, S. J. *How OMNR staff perceive risks related to climate change and forests*, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Direction de la recherche appliquée et du développement, Research Information Note n° 2, Thunder Bay (Ontario), 2006, 8 p.
- Comité consultatif fédéral-provincial-territorial sur la santé de la population. *Rapport statistique sur la santé de la population canadienne*, rapport rédigé pour la Rencontre des ministres de la Santé, tenue les 16 et 17 septembre 1999 à Charlottetown (Île-du-Prince-Édouard), Santé Canada, Statistique Canada et Institut canadien d'information sur la santé, 1999, 348 p.
- Commissaire à l'environnement et au développement durable. « Eau potable dans les collectivités des Premières nations », chapitre 5 dans *Rapport du Commissaire à l'environnement et au développement durable à la Chambre des Communes*, Bureau du Vérificateur général du Canada, 2005, 34 p.
- Commission de l'énergie de l'Ontario. *Ontario Energy Board 2003-04 Annual Report*; Commission de l'énergie de l'Ontario, Toronto (Ontario), 2004, 33 p.
- Commission mixte internationale. Accord de 1978 relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs : Accord, annexes et termes de référence, conclu entre les États-Unis et le Canada et signé à Ottawa, le 22 novembre 1978 et Accord supplémentaire relatif à la réduction de la charge en phosphore signé le 16 octobre 1983, tel qu'amendé par le Protocole du 18 novembre 1987; Environnement Canada, 1989, <<http://www.on.ec.gc.ca/greatlakes/default.asp?lang=Fr&n=FD65DFE5-1>>, [consultation : 2 mars 2007].
- Commission mixte internationale. *Rapport d'étape 2006 concernant l'Accord Canada-États-Unis sur la qualité de l'air*, Environnement Canada et United States Environmental Protection Agency, 2006, 71 p.
- Conseil canadien des ministres de l'Environnement. *Le climat, la nature, les gens: indicateurs d'évolution du climat au Canada*, Conseil canadien des ministres de l'Environnement, Winnipeg (Manitoba), 2003, 45 p.
- Conseil ontarien des services de santé pour les femmes. Fact sheet: Ontario's women's health status, Conseil ontarien des services de santé pour les femmes, Toronto, Ontario, 2002, <http://www.womenshealthcouncil.on.ca/userfiles/page_attachments/fact%20sheet%20health%20status.pdf>, [consultation : 17 janvier 2007].
- Crabbé, P. et M. Robin. « Institutional adaptation of water resource infrastructures to climate change in eastern Ontario », *Climatic Change*, vol. 78, n° 1, 2006, pp. 103-133.
- Craig, L. *Atmospheric change in the Toronto-Niagara region: an assessment of public health department activities and needs*, Environnement Canada, Rapport 99-2, 1999.
- Croley, T.E. *Great Lakes climate change hydrologic impact assessment*, International Joint Commission Lake Ontario-St. Lawrence River Regulation Study, National Oceanic and Atmospheric Administration, Technical Memorandum GLERL-126, Great Lakes Environmental Research Laboratory, Ann Arbor, Michigan, 2003, 85 p.
- Cummine, R.P., B. Murphy et P.R. Ford. *The 49th Parallel severe rainstorm - an example of elevated thunderstorms and their impact, June 8 to 11, 2002*, *American Meteorological Society*, 22e conférence sur les tempêtes sévères locales, tenue du 3 au 8 octobre 2004 à Hyannis, Massachusetts, 2004.
- Cunderlink, J. et S. Simonvic. « Hydrological extremes in a southwestern Ontario river basin under future climate conditions », *Hydrological Sciences Journal*, vol. 50, n° 4, 2005.
- Dale, V.H., L.A. Joyce, S. McNulty, R.P. Neilson, M.P. Ayres, M.D. Flannigan, P.J. Hanson, L.C. Irland, A.E. Lugo, C.J. Peterson, D. Simberloff, F.J. Swanson, B.J. Stocks et B.M. Wotton. « Climate change and forest disturbances », *BioScience*, vol. 51, n° 9, 2001, pp. 723-734.
- D'Andrea, M. « Climate change - impacts on infrastructure and water management », dans *Integration of Climate Change Impacts and Adaptation into Municipal Policy an Programs: a Focus on Water Management*, présentation faite à l'atelier du Réseau canadien de recherche sur les impacts climatiques et l'adaptation (C-CLARN) Ontario, tenu le 3 novembre 2005 à Toronto (Ontario), 2005.
- Davis, M.B. « Lags in vegetation response to greenhouse warming », *Climate Change*, vol. 15, n° 1-2, 1989, pp. 75-82.
- de Loë, R.C. et A. Berg. *Mainstreaming climate change in drinking water source Protection in Ontario*, rapport rédigé pour Pollution Probe et l'Association canadienne des ressources hydriques (succursale d'Ontario), Ottawa (Ontario), 2006, 51 p.
- de Loë, R. et R. Kreutzwiser. « Climate variability, climate change and water resource management in the Great Lakes », *Climatic Change*, vol. 45, n° 1, 2000, pp. 163-179.
- de Loë, R., R. Kreutzwiser et L. Moraru. « Adaptation options for the near term: climate change and the Canadian water sector », *Global Environmental Change*, vol. 11, n° 3, 2001, pp. 231-245.
- Déry, S.J., M. Stieglitz, E. McKenna et E. Wood. « Characteristics and trends of river discharge in the Hudson, James, and Ungava bays, 1964-2000 », *Journal of Climate*, vol. 18, n° 14, 2005, pp. 2540-2556.
- Devito, K.J., A.R. Hill et P.J. Dillon. « Episodic sulphate export from wetlands in acidified headwater catchments: prediction at the landscape scale », *Biogeochemistry*, vol. 44, n° 2, 1999, pp. 187-203.
- Dolney, T.J. et S.C. Sheridan. « The relationship between extreme heat and ambulance response calls for the City of Toronto, Ontario, Canada », *Environmental Research*, vol. 101, n° 1, 2006, pp. 94-103.
- Drebot, M.A. et H. Artsob. « Hantavirus pulmonary syndrome in Canada, 1989-1999 », *Relevé des maladies transmissibles au Canada*, vol. 26, n° 8, 2000, pp. 65-68.
- Drohan P., S. Stout et G.W. Petersen. « Sugar maple (Acer saccharum Marsh.) decline during 1979-1989 in northern Pennsylvania », *Forest Ecology and Management*, vol. 170, 2002, pp. 1-17.
- Duncan, K., T. Guidotti, W. Cheng, K. Naidoo, G. Gibson, L. Kalkstein, S. Sheridan, D. Waltner-Toews, S. MacEachern et J. Last. « Health sector », dans *L'Étude pancanadienne: impacts et adaptation au climat - questions sectorielles*, G. Koshida et W. Avis (éd.), Environnement Canada, vol. VII, 1997, pp. 501-590.
- Easterling, W.E., III, B. Hurd et J. Smith. *Coping with global climate change: the role of adaptation in the United States*, Pew Center on Global Climate Change, Arlington, Virginie, 2004, 52 p.
- Edwards, P., A. Maarouf et S. Kalhok. *Human health effects of atmospheric change in the Toronto-Niagara region*, Canada, manuscrit inédit, Environnement Canada, 1999.
- Egan, M.J. « Killer virus here: London medical experts have confirmed that an Owen Sound woman died from the Hantavirus - its first appearance in Ontario », London Free Press, juillet 26, 1997.
- Environnement Canada. *The state of Canada's environment*, Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario), 1991.
- Environnement Canada. *Menaces pour la disponibilité de l'eau au Canada*, Environnement Canada, Institut national de recherche sur les eaux, Série de rapports d'évaluation scientifique,

- Rapport no 3, et Direction générale des sciences atmosphériques et climatiques, Série de documents d'évaluation scientifique n° 1, 2004, 128 p.
- Environnement Canada. *Les dix événements météorologiques canadiens les plus marquants de 2005*, Environnement Canada, 2005a, <http://www.msc-smc.ec.gc.ca/media/top10/2005_f.html>, [consultation : janvier 2007].
- Environnement Canada. Événements historiques liés aux inondations, Environnement Canada, site Internet des Dangers atmosphériques — Ontario, 2005b, <http://ontario.hazards.ca/historical/Flood_Ontario-f.html>, [consultation : 16 juillet 2007].
- Environnement Canada. Température et précipitations dans une perspective historique : annuelle 2006, Environnement Canada, Bulletin des tendances et des variations climatiques, 2006a, <http://www.msc-smc.ec.gc.ca/crm/bulletin/annual06/national_f.cfm>, [consultation : 15 mai 2007].
- Environnement Canada. Plans d'assainissements (PA) canadiens, Environnement Canada, 2006b, <http://www.on.ec.gc.ca/water/raps/intro_f.html>, [consultation : 16 juillet 2007].
- Environnement Canada, Statistique Canada et Santé Canada. *Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement*, Gouvernement du Canada, 2005, 36 p.
- Flannigan, M.D., K.A. Logan, B.D. Amiro, W.R. Skinner et B.J. Stocks. « Future area burned in Canada », *Climatic Change*, vol. 72, n° 1-2, 2005, pp. 1-16.
- Flemming, R.A. et J.-N. Candau. « Influences of climatic change on some ecological processes of an insect outbreak system in Canada's boreal forests and the implications for biodiversity », *Environmental Monitoring Assessment*, vol. 49, n° 2-3, 1998, pp. 253-249.
- Fleming, R.A., R.L. Fleming et I.A. Fleming. « Life cycles », dans *The Earth System: Biological and Ecological Dimensions of Global Environmental Change*, H.A. Mooney et J.G. Canadell (éd.), John Wiley and Sons Ltd., Chichester, Royaume-Uni, Encyclopedia of Global Environmental Change, 2002, pp. 385-389.
- Fox, C.D. Final report on the comprehensive approach to energy conservation for the Aboriginal community in Ontario, Ontario Power Authority, Toronto (Ontario), 2006, <http://www.conservationbureau.on.ca/Storage/14/1906_Final_Report_on_the_Comprehensive_Approach_to_Energy_Conservation_for_the_Aboriginal_Community_in_Ontario.pdf>, [consultation : 21 janvier 2007].
- Gagnon, A.S. et W.A. Gough. « Hydro-climatic trends in the Hudson Bay region, Canada », *Journal canadien des ressources hydriques*, vol. 27, n° 3, 2005, pp. 245-262.
- Gaston, A.J., H.G. Gilchrist et J.M. Hipfner. « Climate change, ice conditions and reproduction in an Arctic nesting marine bird: Brunnich's guillemot (*Uria lomvia* L.) », *Journal of Animal Ecology*, vol. 74, n° 5, 2005, pp. 832-841.
- Gaston, A.J., K. Woo et J.M. Hipfner. « Trends in forage fish populations in northern Hudson Bay since 1981, as determined from the diet of nestling thick-billed murres *Uria lomvia* », *Arctic*, vol. 56, n° 3, 2003, pp. 227-233.
- Gibbons, J. et J. Fracassi. *Increasing productivity and moving towards a renewable future: a new electricity strategy for Ontario*, Ontario Clean Air Alliance, Toronto (Ontario), 2005, 61 p.
- Glass, G.E., J.E. Cheek, J.A. Patz, T.M. Shields, T.J. Doyle, D.A. Thoroughman, D.K. Hunt, R.E. Ensore, K.L. Gage, C. Irland, C.J. Peters et R. Bryan. « Using remotely sensed data to identify areas at risk for hantavirus pulmonary syndrome », *Emerging Infectious Diseases*, vol. 6, n° 3, 2000, pp. 238-247.
- Gloser, J. « Impacts of elevated CO₂ concentration on interactions between seedlings of Norway spruce (*Picea abies*) and perennial grass *Calamagrostis epigejos* », dans *Carbon Dioxide, Populations, and Communities*, C. Körner et F.A. Bazzaz (éd.), Academic Press, San Diego, Californie, 1996, pp. 319-331.
- Gough, W.A. et A. Leung. « Nature and fate of Hudson Bay permafrost », *Regional Environmental Change*, vol. 2, n° 4, 2002, pp. 177-184.
- Gough, W.A. et Y. Rozanov. « Impact of urbanization on the climate of Toronto, Ontario, Canada, Cool Toronto – Urban Heat Island Summit », rencontre tenue du 1 au 3 mai 2002 à Toronto (Ontario), 2002.
- Gough, W.A., A.R. Cornwell et L.J.S. Tsui. « Trends in seasonal ice duration in southwestern Hudson Bay », *Arctic*, vol. 57, n° 3, 2004, pp. 299-305.
- Grace, S.L. « Aboriginal women », dans *Ontario Women's Health Status Report*, D.E. Stewart, A.M. Cheung, L.E. Ferris, I. Hyman, M.M. Cohen et J.I. Williams (éd.), Ontario Women's Health Council, Toronto (Ontario), 2002, pp. 359-373.
- Greater Toronto Airports Authority. 2006, <http://www.gtaa.com/documents/news/pearson_profile.pdf>, [consultation : février 2006].
- Greifenhagen, S. « The impact of climate change on fungi in the forest ecosystem », dans *The Impacts of Climate Change on Ontario's Forests*, S.J. Colombo et L.J. Buse (éd.), ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Forest Research Information Paper n°. 143, 1998, pp. 18-20.
- Grime, J.P. « Vegetation functional classification systems as approaches to predicting and quantifying vegetation change », dans *Vegetation Dynamics and Global Change*, A.M. Solomon et H.H. Shugart (éd.), Chapman-Hall, New York, New York, 1993, pp. 293-305.
- Groeneveld, J. « Reservoir development considering probable maximum precipitation (PMP) », présenté à Hydropower and Climate Change, tenu les 2 et 3 mars 2006, à Winnipeg (Manitoba), 2006.
- Groupe de travail États-Unis-Canada sur la panne de courant. *Rapport final sur la panne du 14 août 2003 dans le nord-est des États-Unis et au Canada : causes et recommandations*, Gouvernement du Canada et Gouvernement des États-Unis, 2004, 236 p.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. *Climate Change 2007 : The Physical Science Basis*, contribution du Groupe de travail I au Quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor et H.L. Miller (éd.), Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, 2007, 996 p.
- Gutierrez, A. « Insect pests and population dynamics », dans *Impacts of Climate Change on Horticulture Symposium*, tenu en conjonction avec la conférence centenaire de la American Society for Horticultural Science, le 4 octobre 2003 à Providence, Rhode Island, 2004.
- Haas, R., N. Li et S. Tighe. *Roughness trends at Canadian Strategic Highway Research Program – long term pavement performance (LTPP) sites*, Association des routes et transports du Canada, Ottawa (Ontario), Rapport final du projet, 1999.
- Haque, F., A. Rocha, B.A. Horbul, P. Desroches et C. Orrell. « Prevalence of childhood obesity in northeastern Ontario: a cross-sectional study », *Revue canadienne de la pratique et de la recherche en diététique*, vol. 67, n° 3, 2006, pp. 143-147.
- Harwood, J., R. Heifner, K. Coble, J. Perry et A. Somwaru. *Managing risk in farming: concepts, research and analysis*, United States Department of Agriculture, Economic Research Service, Agricultural Economics Report 774, 1999, 125 p.
- Hengeveld, H. et B. Whitewood. *Understanding climate change – 2005*, Environnement Canada, Service météorologique du Canada, 2005, 57 p.
- Hjelle, B. et G.E. Glass. « Outbreak of hantavirus infection in the Four Corners region of the United States in the wake of the 1997–1998 El Niño–Southern Oscillation », *The Journal of Infectious Diseases*, vol. 181, 2000, pp. 1569–1573.
- Ho, E. et W.A. Gough. « Freeze thaw cycles in Toronto, Canada in a changing climate », *Theoretical and Applied Climatology*, vol. 83, n° 1–4, 2006, pp. 203–210.
- Hogg, E.H. et P.Y. Bernier. « Climate change impacts on drought-prone forests in western Canada », *The Forestry Chronicles*, vol. 81, n° 5, 2005, pp. 675-682.
- Holloway, L.E. et B.W. Ilbery. « Farmers' attitude towards environmental change, particularly global warming, and the adjustment of crop mix and farm management », *Applied Geography*, vol. 16, n° 2, 1996, pp. 159–171.
- Hussell, D.J.T. Climate change, spring temperatures, and timing of breeding of tree swallows (*Tachycineta bicolor*) in southern Ontario, *The Auk*, vol. 120, n° 3, 2003, pp. 607-618.
- ICF Consulting. *Factor analysis of Ontario electricity use – 1990-2003*, Ontario Power Authority, Chief Conservation Officer, 2005, 33 p.
- ICF Consulting. *The electricity supply/demand gap and the role of efficiency and renewables in Ontario*, Pollution Probe, Toronto (Ontario), 2006, 15 p.
- Independent Electricity System Operator. *10-year outlook highlights: an assessment of the adequacy of generation and transmission facilities to meet future electricity needs in Ontario from January 2006 to December 2015*, Independent Electricity System Operator, Toronto (Ontario), 2005, 19 p.
- Independent Electricity System Operator. *Ontario's Independent Electricity System Operator*, Independent Electricity System Operator, Toronto (Ontario), 2006, 21 p.
- Inkley, D.B., M.G. Anderson, A.R. Blaustein, V.R. Burkett, B. Felzer, B. Griffith, J. Price et T.L. Root. Global climate change and wildlife in North America, *The Wildlife Society*, Bethesda, Maryland, Revue technique 04-2, 2004, 26 p.
- Ivey, J. *Potential effects of climate change-induced low water levels on rural communities in the upper Credit River watershed*, University of Guelph, Department of Geography, Rural Water Management Group, 2001 30 p.
- Ivey, J.L., J. Smithers, R. de Loë et R. Kreutzweiser. « Community capacity for adaptation to climate-induced water shortages: linking institutional complexity and local actors », *Environmental Management*, vol. 33, n° 1, 2004, pp.36-47.
- Jarvis, P. et S. Linder. « Botany — Constraints to growth of boreal forests », *Nature*, vol. 405, n° 6789, 2000, pp. 904-905.
- Jones, B. « Road Maintenance Costs in Canada in Winter », dans *Weather and Transportation in Canada*, J. Andrey et C. Knapper (éd.), University of Waterloo, Waterloo (Ontario), Department of Geography Publication Series, 2003, pp. 121-142.
- Jones, B., D. Scott et H. Abi Khaled. « Implications of climate change for outdoor event planning: a case study of three special events in Canada's Capital Region », *International Journal of Event Management*, vol. 10, n° 1, 2006, pp. 63-76.
- Jones, B. D. Scott et S. Gossling. « Lakes and streams », dans *Tourism and Global Environmental Change*, S. Gossling et M. Hall (éd.), Routledge, Londres, Royaume-Uni, 2005, pp. 76-94.
- Judek, S., B. Jessiman, D. Stieb et R. Vet. *Estimation de la surmortalité causée par la pollution atmosphérique au Canada*, Santé Canada et Environnement Canada, 2004, 10 p.
- Kerry, M., G. Kelk, D. Etkin, I. Burton et S. Kalhok. « Glazed over: Canada copes with the ice storm of 1998 », *Environment*, vol. 41, n° 1, 1999, pp. 6-11, 28-33.
- Kharin, V.V. et F. W. Zwiers. « Estimating extremes in transient climate change simulations », *Journal of Climate*, vol. 18, n° 8, 2005, pp. 1156-1173.
- Kije Sipe Ltd. *Impacts and adaptation of drainage systems, design methods and policies*, rapport rédigé pour Ressources naturelles Canada, Programme sur les impacts et l'adaptation aux changements climatiques, 2001, 116 p., <http://adaptation.nrcan.gc.ca/projdb/pdf/43_e.pdf>, [consultation : 16 août 2007].
- King, J., B. Shuter et A. Zimmerman. « The response of the thermal stratification of South Bay (Lake Huron) to climatic variability », *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, vol. 54, n° 8, 1997, pp. 1873-1882.
- King, J., B. Shuter et A. Zimmerman. « Signals of climate trends and extreme events in the thermal stratification of multibasin Lake Opeongo », *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, vol. 56, n° 5, 1999, pp. 847-852.
- Klaassen, J. *An analysis of heating degree days at selected Ontario locations*, rapport rédigé pour Enbridge Consumers Gas et Environnement Canada, Service météorologique du Canada, 2003, 94 p.
- Klaassen, J. « Community vulnerability ad extreme rainfall in Ontario: lessons learned from recent years and implications under climate change », dans *Integration of Climate Change Impacts and Adaptation into Municipal Policy an Programs: a Focus on Water Management*, présentation faite à l'atelier du Réseau canadien de recherche sur les impacts climatiques et l'adaptation (C-CIARN) Ontario, tenu le 3 novembre 2005 à Toronto (Ontario), 2005.
- Klaassen, J. et D. MacIver. « Meeting taxpayers expectations: knowledge and technology — creating a climate for change », présentation faite au 13e symposium annuel A.D. Latorell sur la conservation, tenu du 15 au 17 novembre 2006 à Alliston (Ontario), 2006.
- Klaassen, J. et M. Seifert. *Extreme rainfall in Ontario: the Summer 2004 storms study*, Environnement Canada, 2006, 192 p.
- Klaassen, J., S. Cheng, H. Auld, Q. Li, E. Ros, M. Geast, G. Li, et R. Lee. *Évaluation des risques de forte tempête de verglas pour le centre-sud du Canada*, rapport rédigé pour le Bureau de la protection des infrastructures essentielles et de la protection civile, Ottawa (Ontario), 2003, 80 p.

- Kling, G. W., K. Hayhoe, L.B. Johnson, J.J. Magnuson, S. Polasky, S.K. Robinson, B.J. Shuter, M.M. Wander, D.J. Wuebbles, D.R. Zak, R.L. Lindroth, S.C. Moser et M.L. Wilson. *Confronting climate change in the Great Lakes region: impacts on our communities and ecosystems*, Union of Concerned Scientists, Cambridge, Massachusetts, et Ecological Society of America, Washington, D.C., 2003, 93 p.
- Kreutzweiser, R., L. Moraru, R. de Loë, B. Mills et K. Schaefer. « Drought sensitivity of municipal water supply systems in Ontario », *The Great Lakes Geographer*, vol. 9, n° 2, 2003, pp. 59-70.
- Kunkel, K., N.E. Westcott et A.R. Kristovich. « Assessment of potential effects of climate change on heavy lake-effect snowstorms near Lake Erie », *Journal of Great Lakes Research*, vol. 28, n° 4, 2002, pp. 521-536.
- Lawn, J. et D. Harvey. *La nutrition et la sécurité alimentaire à Fort Severn en Ontario: Enquête de référence pour le projet-pilote lié au programme Aliments-poste*, ministre des Affaires indiennes et du Nord Canada, Ottawa, 2004, 96 p.
- Last, J.M. et Q. Chiotti. « Climate change and health », *ISUMA: Revue canadienne de recherche sur les politiques*, vol. 2, n° 4, 2001, pp. 62-69.
- Lecomte, E.L., A.W. Pang et J.W. Russell. *Ice storm '98*, Institute for Catastrophic Loss Reduction, Toronto (Ontario), ICLR Research Paper 1, 1998, 37 p.
- Lehman, J. T. « Mixing patterns and plankton biomass of the St. Lawrence Great Lakes under climate change scenarios », *Journal of Great Lakes Research*, vol. 28, n° 4, 2002, pp. 583-596.
- Lemieux, C.J., Scott, D.J., Gray, P.A. and Davis, R.G. (2007): *Climate change and Ontario's provincial parks: towards an adaptation strategy*; Ontario Ministry of Natural Resources, Rapport de recherche sur la changement climatique CCCR-06, 81 p.
- Lemmen, D.S. et F.J. Warren. *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques : perspective canadienne*, Gouvernement du Canada, 2004, 190 p.
- Ligeti, E., I. Wieditz, J. Penney, I. Burton, M. Campbell, P. Cranley, M. Herzog et C. Morgan. *A scan of climate change impacts in Toronto*; Clean Air Partnership, Toronto (Ontario), 2006, 50 p.
- Lindberg, J. et G. Albercook. « Focus: climate change and Great Lakes shipping/boating », dans *Preparing for a Changing Climate: The Potential Consequences of Climate Variability and Change*, P. Sousounis et J. Besanz (éd.), United States Global Change Research Program, 2000, pp. 39-42.
- Lipa, J.L. « Do climate changes increase the threat to crops by pathogens, weeds and pests? », *Geographia Polonica*, vol. 4, 1999, pp. 222-224.
- Liu, K.B. « Holocene paleoecology of the boreal forest and Great Lakes-St. Lawrence forest in northern Ontario », *Ecological Monographs*, vol. 60, n° 2, 1990, pp. 179-212.
- Loehle, C. « Forest ecotone response to climate change: sensitivity to temperature response functional forms », *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 30, n° 10, 2000, pp. 1632-1645.
- Lofgren, B.M., F.H. Quinn, A.H. Clites, R.A. Assel, A.J. Eberhardt et C.L. Luukkonen. « Evaluation of potential impacts on Great Lakes water resources based on climate scenarios of two GCMs », *Journal of Great Lakes Research*, vol. 28, n° 4, 2002, pp. 537-554.
- Logan, J.A. et J.A. Powell. « Ghost forests, global warming, and the mountain pine beetle (Coleoptera: Scolytidae) », *American Entomology*, vol. 47, n° 3, 2001, pp. 160-172.
- Logan, J.A., J. Régnière et J.A. Powell, J.A. « Assessing the impacts of global warming on forest pest dynamics », *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 1, 2003, pp. 130-137.
- MacLissac, H. J., J.V.M. Borbely, J.R. Muirhead et P.A. Graniero. « Backcasting and forecasting biological invasions of inland lakes », *Ecological Applications*, vol. 14, n° 3, 2004, pp. 773-783.
- Mackey, B.G. et R.A. Sims. « A climatic warming analysis of selected boreal tree species, and potential responses to global climate change », *World Resource Review*, vol. 5, 1993, pp. 469-487.
- Malcolm, J.R., A. Markham, R. Neilson et M. Garaci. « Estimated migration rates under scenarios of global climate change », *Journal of Biogeography*, vol. 29, n° 7, 2002, pp. 835-849.
- Martens, W.J.M. (1998): « Health impacts of climate change and ozone depletion: an ecoepidemiologic modeling approach », *Environmental Health Perspectives*, vol. 106, n° S1, 1998, pp. 241-251.
- McAlpine, R.S. « The impact of climate change on forest fires and forest fire management in Ontario », dans *The Impacts of Climate Change on Ontario's Forests*, S.J. Colombo et L.J. Buse (éd.), ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Forest Research Information Paper N° 143, 1998, pp. 21-24.
- McCormack, M.J. et G. L. Fahnenstiel. « Recent climate trends in nearshore water temperatures in the St. Lawrence Great Lakes », *Limnology and Oceanography*, vol. 44, n° 3, 1999, pp. 530-540.
- McCullough Associates et Diane Mackie and Associates. *Ontario marina impact survey*, rapport final rédigé pour l'International Lake Ontario-St. Lawrence River Study, Ottawa (Ontario), 2002, 62 p.
- McDonald, G.I., N.E. Martin et A.E. Harvey. *Armillaria in the Northern Rockies: pathogenicity and host susceptibility on pristine and disturbed sites*, United States Department of Agriculture Forest Service, Intermountain Research Station, Research Note INT-371, 1987, 5 p.
- McDonald, M., L. Arragutainaq and Z. Novalinga. *Voice from the bay: traditional ecological knowledge of Inuit and Cree in the Hudson Bay bioregion*, Canadian Arctic Resources Committee, Ottawa (Ontario) et Environmental Committee of Municipality of Sanikiluaq, (Territoires du Nord-Ouest), 1997, 98 p.
- Mclsaac, E. « Immigrants in Canadian cities: Census 2001 — what do the data tell us? », *Policy Options*, May, 2003, pp. 58-63.
- McMillan, L. et P. Monroe. *Hydro One update*, présentation faite à la Georgian Bay Association, le 21 octobre 2006 au centre de conférence Delawana, 2006.
- Mekis É. et W. D. Hogg. « Rehabilitation and analysis of Canadian daily precipitation time series », *Atmosphere-Ocean*, vol. 37, n° 1, 1999, pp. 53-85.
- Mercier, G. « Energy Sector », dans *Responding to Global Climate Change: National Sectoral Issues – Volume VII of the Étude pancanadienne sur les impacts et l'adaptation* Canada Country Study: Climate Impacts and Adaptation, G. Koshida et W. Avis (éd.), Environnement Canada, Downsview, vol. VII, 1997, pp. 383-403.
- Millerd, F. « The economic impact of climate change on Canadian commercial navigation on the Great Lakes », *Journal canadien des ressources hydriques*, vol. 30, n° 4, 2005, pp. 269-280.
- Mills, B. et J. Andrey. « Climate change and transportation: potential interactions and impacts », dans *The Potential Impacts of Climate Change on Transportation*, sommaire et compte rendu d'un atelier tenu les 1 et 2 octobre 2002 à Washington, D.C., 2002, pp. 77-88.
- Mills, B., J. Suggett et L. Wenger. *Hogtown turned snowtown: a review of the 1999 Toronto snow emergency*, Environnement Canada, Toronto-Niagara Region Study Report and Working Paper Series, Report 2001-01, 2001.
- Mining Environment Working Group. *Permafrost considerations for effective mine site development in the Yukon Territory*, EBA Engineering Consultants Ltd, Whitehorse (Yukon), 2004, 26 p.
- Mining Watch Canada. *The boreal below: mining issues and activities in Canada's boreal forest region*, rapport rédigé par Mining Watch Canada, décembre 2001, 184 p.
- Ministère de l'Énergie de l'Ontario. *Report on the August 14, 2003 outage*, ministère de l'Énergie de l'Ontario, Toronto (Ontario), 2004, <http://www.energy.gov.on.ca/index.cfm?fuseaction=electricity.reports_outage>, [consultation : 11 juillet 2007].
- Ministère de l'Environnement de l'Ontario. *Municipal groundwater studies, summary of study requirements 2001-2002*, ministère de l'Environnement de l'Ontario, Direction de la politique de l'aménagement du territoire, 2001, 7 p.
- Ministère de l'Environnement de l'Ontario. *Smog alert response: a municipal guide to action*, Ministère de l'Environnement de l'Ontario, 2005, 97 p.
- Ministère de l'Environnement de l'Ontario. *Air Quality in Ontario : 2005 Report*, ministère de l'Environnement de l'Ontario, 2006a, 61 p.
- Ministère de l'Environnement de l'Ontario. *Protecting the groundwater resource: mapping a hidden treasure*, ministère de l'Environnement de l'Ontario 2006b, <<http://www.ene.gov.on.ca/water.htm#groundwater>>, [consultation : 27 mars 2006].
- Ministère des Finances de l'Ontario. *Toward 2025: assessing Ontario's long term outlook*, ministère des Finances de l'Ontario, 2005, 128 p.
- Ministère des Finances de l'Ontario. *Ontario population projections update 2005-2031: Ontario and its 49 census divisions*, ministère des Finances de l'Ontario, 2006, 98 p.
- Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. *Today's forests — promoting sustainability*, Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2002, <<http://ontariosforests.mnr.gov.on.ca/spectrasites/viewers/showArticle.cfm?objectid=551DC374-4876-4590-A4F564FD9E79093B&method=DISPLAYFULLNOBARNOTITLEWITHRELATED&id=551DC374-4876-4590-A4F564FD9E79093B>>, [consultation : 11 juillet 2007].
- Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. *Forest fire management strategy for Ontario*, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2004, 30 p.
- Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. *The economics of recreational fishing in Ontario*, Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2005a, <<http://www.mnr.gov.on.ca/MNR/fishing/econo.html>>, [consultation : 26 octobre 2005].
- Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. *Our sustainable future*, Ministry of Natural Resources, strategic directions, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2005b, 22 p.
- Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. *Waterpower resources in Ontario*, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Centre provincial des services de géomatique, 2006a.
- Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. *Wind power in Ontario*, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Centre provincial des services de géomatique, 2006b.
- Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. *Low Water Vulnerability Maps*, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2006c, <http://www.mnr.gov.on.ca/MNR/water/N1020F_p774.html>, [consultation : 16 août 2007].
- Ministère du Développement du Nord et des Mines de l'Ontario. *Northern Ontario highways strategy*, Ministère du Développement du Nord et des Mines de l'Ontario, 2005, <<http://www.mndm.gov.on.ca/mndm/nordev/PDFs/NOHSstrategyEnglish.pdf>>, [consultation : 11 juillet 2007].
- Ministère du Développement du Nord et des Mines de l'Ontario. *Northern transportation program*, Ontario Ministry of Northern Development and Mines, 2006a, <http://www.mndm.gov.on.ca/mndm/nordev/nortra_e.asp>, [consultation : 11 juillet 2007].
- Ministère du Développement du Nord et des Mines de l'Ontario. *Northern infrastructure and social factors*, Ontario Ministry of Northern Development and Mines, Regional Economic and Development Branch, Infrastructure Profile, 2006b, <http://www.mndm.gov.on.ca/mndm/nordev/redb/sector_profiles/infrastructure_e.pdf>, [consultation : 11 juillet 2007].
- Ministère du Renouvellement de l'infrastructure publique de l'Ontario. *Watertight: the case for change in Ontario's water and wastewater sector*, Ministère du Renouvellement de l'infrastructure publique de l'Ontario, 2005, 91 p.
- Ministère du Renouvellement de l'infrastructure publique de l'Ontario. *Places to Grow — Better Choices. Brighter Future: Growth Plan for the Greater Golden Horseshoe*, Ministère du Renouvellement de l'infrastructure publique de l'Ontario, 2006, 48 p.
- Ministère du Tourisme de l'Ontario. *Tourism Performance*, December 2006, Ministère du Tourisme de l'Ontario, 2006, <<http://www.festivalsandeventsonario.ca/UserFiles/File/Tourism%20Performance%20Update%20December%2020061.pdf>>, [consultation : 16 juillet 2007].
- Ministère des Transports de l'Ontario. *Northern Ontario highways strategy*, August 2005, ministère des Transports de l'Ontario <<http://www.mto.gov.on.ca/english/pubs/nohs.htm>>, [consultation : 30 août 2007].

- Minns, C. et J. Moore. « Predicting the impact of climate change on the spatial pattern of freshwater fish yield capability in Eastern Canada lakes », *Climatic Change*, vol. 22, n° 4, 1992, pp. 327-346.
- Mirza, M. *Climate change and the Canadian energy sector*, rapport sur la vulnérabilité et l'adaptation, Environnement Canada, 2004, 52 p.
- Mortsch, L. « Assessing the impacts of climate change on the Great Lakes shoreline wetlands », *Climatic Change*, vol. 40, n° 2, 1998, pp. 391-416.
- Mortsch, L., M. Alden et J. Scheraga. *Climate change and water quality in the Great Lakes region – risks, opportunities and responses*, rapport rédigé par le Great Lakes Quality Board de la Commission mixte internationale, 2003, 135 p.
- Mortsch, L., H. Hengeveld, M. Lister, B. Lofgren, F. Quinn, M. Slivitzky et L. Wenger. « Climate change impacts to the hydrology of the Great Lakes–St. Lawrence system », *Journal canadien des ressources hydriques*, vol. 25, n° 2, 2000, pp. 153-179.
- Mortsch, L., J. Ingram, A. Hebb et S. Doka. *Great Lakes coastal wetland communities: vulnerabilities to climate change and response to adaptation strategies*, rapport remis à Ressources naturelles Canada, Programme sur les impacts et l'adaptation aux changements climatiques, 2006, 251 p., <http://www.fes.uwaterloo.ca/research/aird/wetlands/index_files/page0012.htm>, [consultation : 16 août 2007].
- Moulton, R. et D. Cuthbert. « Cumulative impacts/risk assessment of water removal or loss from the Great Lakes-St. Lawrence River system », *Journal canadien des ressources hydriques*, vol. 25, n° 2, 2000, pp. 181-208.
- Munoz-Marquez Trujillo, R.A. *Future climate change impacts on the boreal forest in northwestern Ontario: implications for the forestry sector and the local community*, thèse de doctorat., University of Waterloo, Waterloo (Ontario), 2005, 252 p.
- Neegan Burnside Ltd. *Sharing the story: Aboriginal and northern energy experiences – energy efficiency and renewable energy*, Affaires indiennes et du Nord canadien, 2004, 87 p., <http://www.aicn-inac.gc.ca/clc/tp/sts_e.pdf>, [consultation : 20 janvier 2007].
- Northern Ontario Perinatal and Child Health Survey Consortium. *Child safety and unintentional injuries in northern Ontario*; rapport rédigé par le Northern Ontario Perinatal and Child Health Survey Consortium, 2002, <http://www.kidsgrowontario.com/report_library/documents/Childsafetyandunintentionalinjuryreport-final.pdf>, [consultation : 16 août 2007].
- NorthWatch. *Undermining Superior: a report on mining activities and impacts in the Lake Superior basin*, NorthWatch, North Bay (Ontario), 2001, 16 p.
- Nriagu, J.O., H.K.T. Wong, G. Lawson et P. Daniel. « Saturation of ecosystems with toxic metals in Sudbury basin, Ontario, Canada », *The Science of the Total Environment*, vol. 223, n° 2-3, 1998, pp. 99-117.
- Obbard, M.E. Temporal trends in the body condition of southern Hudson Bay polar bears, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Direction de la recherche appliquée et du développement, *Climate Change Research Information Note* n° 3, 2006, 8 p.
- Obbard, M. et L. Walton. *The importance of Polar Bear Provincial Park to the southern Hudson Bay polar bear population in the context of future climate change*, Parks Research Forum of Ontario (PRFA), assemblée générale annuelle tenue du 4 au 6 mai 2004 à Lakehead University, Thunder Bay (Ontario), 2004, pp. 105-116.
- O'Connor, D. *Report on the Walkerton Inquiry, Part One: the events of May 2000 and related issues*, ministère du Solliciteur général de l'Ontario, 2002, 504 p.
- Ogden, N.H., I. K. Barker, G. Beauchamp, S. Brazeau, D. F. Charron, A. Maarouf, M. G. Morshed, C. J. O'Callaghan, R. A. Thompson, D. Waltner-Toews, M. Waltner-Toews et L. R. Lindsay. « Investigation of ground level and remote-sensed data for habitat classification and prediction of survival of Ixodes scapularis », dans *Habitats of Southeastern Canada, Journal of Medical Entomology*, vol. 43, n° 2, 2006a, pp. 403-414.
- Ogden, N.H., M. Bigras-Poulin, C.J. O'Callaghan, I.K. Barker, L.R. Lindsay, A. Maarouf, K.E. Smoyer-Tomic, D. Waltner-Toews et D. Charron. « A dynamic population model to investigate effects of climate on geographic range and seasonality of the tick Ixodes scapularis », *International Journal for Parasitology*, vol. 35, n° 4, 2005, pp. 375-389.
- Ogden, N.H., L.R. Lindsay, G. Beauchamp, D. Charron, A. Maarouf, C.J. O'Callaghan, D. Waltner-Toews et I.K. Barker. « Investigation of relationships between temperature and developmental rates of tick Ixodes scapularis (Acari: Ixodidae) in the laboratory and field », *Journal of Medical Entomology*, vol. 41, n° 4, 2004, pp. 622-633.
- Ogden, N.H., A. Maarouf, I.K. Barker, M. Bigras-Poulin, L.R. Lindsay, M.G. Morshed, C.J. O'Callaghan, F. Ramay, D. Waltner-Toews et D. Charron. « Climate change and the potential for range expansion of the Lyme disease vector Ixodes scapularis in Canada », *International Journal for Parasitology*, vol. 36, 2006c, pp. 63-70.
- Ogden, N.H., L. Trudel, H. Artsob, I.K. Barker, G. Beauchamp, D.F. Charron, M.A. Drebot, T.D. Galloway, B. O'Handley, R.A. Thompson et L.R. Lindsay. « Ixodes scapularis ticks collected by Passive surveillance in Canada: analysis of geographic distribution and infection with Lyme Borreliosis agent Borrelia burgdorferi », *Journal of Medical Entomology*, vol. 43, n° 3, 2006b, pp. 600-609.
- Ontario Medical Association. *The illness costs of air pollution: 2005–2026 health and economic damage estimates*, Ontario Medical Association, Toronto (Ontario), 2005, 11 p.
- Ontario Power Authority. *Ontario Power Authority supply mix advice report*, Ontario Power Authority, Toronto (Ontario), vol. 1 (décembre 2005), 2005, 129 p.
- Ontario Prospectors Association. *Ontario mining and exploration directory, 2007*, Ontario Prospectors Association, Thunder Bay (Ontario), 2007, 61 p.
- Ormond, P. *GRIDS background study: Hamilton's vulnerability to climate change*, rapport rédigé par ECO5 Inc. pour la ville de Hamilton, 2004, 41 p.
- Owensby, C.E., R. Cochran et L. Auen. « Effects of elevated carbon dioxide on forage quality for ruminants », dans *Carbon Dioxide, Populations, and Communities*, C. Koerner et Bazzaz, Academic Press (Elsevier Science), San Diego, Californie, 1996, pp. 363-371.
- Parker, W.C., S.J. Colombo, M.L. Cherry, M.D. Flannigan, S. Greifenhagen, R.S. McAlpine, C. Papadopol et T. Scarr. « Third millennium forestry: what climate change might mean to forests and forest management in Ontario », *The Forestry Chronicle*, vol. 76, n° 3, 2000, pp. 445-463.
- Pellegrini, E., G. Lorenzi et C. Nai. « The 2003 European heat wave: which role for ozone? some data from Tuscany, Central Italy », *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 181, n° 1-4, 2007, pp. 401-408.
- Pengelly, D., C. Cheng et M. Campbell. *Summary report: influence of weather and air pollution on mortality in Toronto*, Toronto Public Health, Toronto (Ontario), 2005, 30 p.
- Perrotta, K. Environmental health issues in the City of Toronto, Toronto Public Health, Toronto (Ontario), 1999.
- Peters, R., S. Hall et M. Winfield. *A quick-start energy-efficiency strategy for Ontario*, The Pembina Institute, Calgary (Alberta), 2006, 43 p.
- Pollution Probe et le Summerhill Group. *A green power vision and strategy for Canada: towards a sustainable electricity future for Canada*, *Pollution Probe*, Toronto (Ontario), 2004, 18 p.
- Quinn, F. *The potential impacts of climate change on Great Lakes transportation, sommaire et compte rendu de l'atelier portant sur les impacts possibles du changement climatique sur les modes de transport*, tenu les 1 et 2 octobre 2002 à Washington, DC, 2002, p. 115-123.
- Quinn, F. et C. Sellinger. « A reconstruction of Lake Michigan-Huron water levels derived from tree ring chronologies for the period 1600-1961 », *Journal of Great Lakes Research*, vol. 32, n° 1, 2006, pp. 29-39.
- Rainham, D.G.C., K.E. Smoyer-Tomic, S.C. Sheridan et R.T. Burnett. « Synoptic weather patterns and modification of the association between air pollution and human mortality », *International Journal of Environmental Health Research*, vol. 15, n° 5, 2005, pp. 347-360.
- Reid, S. Winds of change: farm-level perception and adaptation to climate risk in Perth County, Ontario, these de maîtrise, Department of Rural Planning and Development, University of Guelph, Guelph (Ontario), 2003.
- Réseau de recherche canadien sur les impacts et l'adaptation – Agriculture. *Report from producer survey at Canada's Outdoor Farmshow*, Woodstock (Ontario), Réseau de recherche canadien sur les impacts et l'adaptation – Agriculture, University of Guelph, Guelph (Ontario), 2002.
- Réseau Grands Lacs Voie maritime du Saint-Laurent. Infos, Réseau Grands Lacs Voie maritime du Saint-Laurent, 2006, <<http://www.greatlakes-seaway.com/fr/aboutus/index.html>>, [consultation : 22 octobre 2006].
- Resource Futures International. *Guidance document on incorporating climate change into community planning*, rapport remis à Ressources naturelles Canada, Programme sur les impacts et l'adaptation aux changements climatiques, 2004, 40 p.
- Ressources naturelles Canada. Communautés dépendantes des mines, 2001, Ressources naturelles Canada, Atlas du Canada, 2001, <<http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/economic/rdc2001/rdcmn>>, [consultation : 11 juillet 2007].
- Ressources naturelles Canada. *Ontario, Ressources naturelles Canada*, Atlas du Canada, 2002, <<http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/reference/provincesterritories/ontario/map.jpg>>, [consultation : 15 août 2007].
- Ressources naturelles Canada. *Bassin des Grands Lacs, Ressources naturelles Canada* Atlas du Canada, 2003, <http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/reference/provincesterritories/gr_lks>, [consultation : 14 août 2007].
- Ressources naturelles Canada. *L'état des forêts au Canada 2005-2006 : la compétitivité de l'industrie forestière*, Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, 2006, 79 p., <<http://warehouse.pfc.forestry.ca/HQ/26337.pdf>>, [consultation : 11 juillet 2007].
- Richards, A. « The Walkerton health study », *Canadian Nurse*, vol. 101, n° 5, 2005, pp. 16-21.
- Rickett, C., E. Shapero et E. Di Iorio. « Downloading climate change: municipalities are bearing the costs », *Municipal World*, novembre 2006.
- Riedel, D. « Santé et bien-être humains », dans *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques : perspective canadienne*, D.S. Lemmen et F.J. Warren (éd.), Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario), 2004, pp. 165-186.
- Roberts, L. « How fast can trees migrate? if the climate models are correct, greenhouse warming will spell doom for many forests across the United States », *Science*, vol. 243, n° 4892, 1989, pp. 735-737.
- Robson, A. et T. Gruetzner. *McGuinty government gives green light to renewable energy projects*, ministère de l'Énergie de l'Ontario, communiqué de presse, 24 novembre 2004.
- Rush, C. « Let it snow: mild weather idles ski hill lifts as operators hope for winter's arrival — ski resort jobs on the edge », *Toronto Star*, 19 décembre 2006, p. 1.
- Sarouh, S.F. et N. Ramadan. « Monitoring the effect of zebra mussels on raw-water intakes », *Journal of the American Waterworks Association*, vol. 86, n° 5, 1994, pp. 98-102.
- Scarr, T. « Insects and climate change », dans *The Impacts of Climate Change on Ontario's Forests*, S.J. Colombo et L.J. Buse (éd.), ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 1998, pp. 16-17.
- Schindler, D.W. « The cumulative effects of climate warming and other human stresses on Canadian freshwaters in the new millennium », *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, vol. 58, n° 1, 2001, pp. 18-29.
- Schindler, D.W., S.E. Bayley, B.R. Parker, K.G. Beatty, D.R. Cruikshank, E.J. Fee, E.U. Schindler et M.P. Stainton. « The effects of climatic warming on the properties of boreal lakes and streams at the Experimental Lakes Area, northwestern Ontario », *Limnology and Oceanography*, vol. 41, n° 5, 1996, pp. 1004-1017.
- Schuster, C.J., Ellis, A.G., Robertson, W.J., Charron, D.F., Aramini, J.J., Marshall, B.J. et D.T. Medeiros. « Infectious disease outbreaks related to drinking water in Canada, 1974-2001 », *Revue canadienne de santé publique*, vol. 94, n° 4, 2005, pp. 254-258.
- Schwartz, R.C., P.J. Deadman, D.J. Scott et L.D. Mortsch. « Modeling the impacts of water level changes on a Great Lakes community », *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 4, n° 3, 2004, pp. 647-662.
- Scott, D. et B. Jones. *Climate change and nature-based tourism in Canada*, rapport technique rédigé pour Ressources naturelles Canada, Programme sur les impacts et l'adaptation aux changements climatiques, 2006a, 24 p.
- Scott, D. et B. Jones. « The impact of climate change on golf participation in the Greater Toronto Area: a case study », *Journal of Leisure Research*, vol. 38, n° 3, 2006b, pp. 363-380.

- Scott, D., B. Jones et H. Abi Khaleh. The vulnerability of tourism and recreation in the National Capital Region to climate change, rapport technique remis à Ressources naturelles Canada, Programme sur les impacts et l'adaptation aux changements climatiques, 2005, 63 p., <http://adaptation.nrcan.gc.ca/projdb/pdf/143_e.pdf>, [consultation : 16 août 2007].
- Scott D, B. Jones, C. Lemieux, G. McBoyle, B. Mills, S. Svenson et G. Wall. *The vulnerability of winter recreation to climate change in Ontario's Lakelands Tourism Region*, University of Waterloo, Department of Geography Publication Series, Publication hors-série n° 18, Waterloo (Ontario), 2002, 84 p.
- Scott D., G. McBoyle et B. Mills B. « Climate change and the skiing industry in Southern Ontario (Canada): exploring the importance of snowmaking as a technical adaptation », *Climate Research*, vol. 23, n° 2, 2003, pp. 171-181.
- Scott, D., G. McBoyle, B. Mills et A. Minogue. « Climate change and the sustainability of ski-based tourism in eastern North America », *Journal of Sustainable Tourism*, vol. 14, n° 4, 2006, pp. 376-398.
- Sécurité publique Canada. *Base de données canadiennes sur les désastres*, Sécurité publique Canada, 2006, <<http://www.publicsafety.gc.ca/res/em/cdd/search-fr.asp>>, [consultation : 12 juillet 2007].
- Shortt, R. W. Caldwell, J. Ball et P. Agnew. « A participatory approach to water management irrigation advisory committees in southern Ontario », 57e Congrès annuel de l'Association canadienne des ressources hydriques, tenu du 16 au 18 juin à Montréal (Québec), 2004.
- Shuter, B.J. et N.P. Lester. 2003. « Climate change and sustainable lake exploitation: Predictions from a regional life history model », dans *Boreal Shield Watersheds: Lake Trout ecosystems in a changing environment*, J.M. Gunn, R.J. Steedman et R.A. Ryder (éd.), Lewis Publishers, New York, New York, 2003, pp. 281-291.
- Shuter, B., C.K. Minns et N. Lester. « Climate change, freshwater fish and fisheries: case studies from Ontario and their use in assessing potential impacts », dans *Fisheries and a Changing Climate*, N.A. McGinn (éd.), American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 2002.
- Singh, B., M. El Maayar, P. Andre, C.R. Bryant et J.P. Thouez. « Impacts of a GHG-induced climate change on crop yields: effects of acceleration in maturation, moisture stress and optimal temperature », *Climatic Change*, vol. 38, n° 1, 1998, pp. 51-86.
- Smit, B., E. Harvey et C. Smithers. « How is climate change relevant to farmers », dans *Climate Change Communication: Proceedings of an International Conference*, June 22-24, 2000, Kitchener-Waterloo, D. Scott, B. Jones, J. Andrey, R. Gibson, P. Key, L. Mortsch et K. Warriner (éd.), Environnement Canada, 2000.
- Smit, B., O. Pilifosova, I. Burton, B. Challenger, S. Huq, R.J.T. Klein et G. Yohe. « Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity », dans *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, J.J. McCarthy, O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken et K.S. White (éd.), contribution du Groupe de travail II au Troisième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, New York, 2001, pp. 877-912, <<http://www.ipcc.ch/pub/reports.htm>> [consultation : 6 mai 2007].
- Smith, J., B. Lavender, H. Auld, D. Broadhurst et T. Bullock. « Adapting to climate variability and change in Ontario », dans *l'Étude pancanadienne : impacts climatiques et adaptation*, Environnement Canada, vol. IV, 1998, 117 p.
- Smithers, J. et A. Blay-Palmer. « Technology innovation as a strategy for climate change adaptation in agriculture », *Applied Geography*, vol. 21, 2001, pp. 175-197.
- Smoyer, K., D. Rainham et J. Hewko. *Integrated analysis of heat-related mortality in the Toronto-Windsor corridor, Environnement Canada, Toronto-Niagara Region Study on Atmospheric Change*, Report and Working Paper Series, Rapport 99-1, 1999.
- Smoyer, K., D. Rainham et J. Hewko. « Heat stress mortality in five cities in southern Ontario: 1980 - 1996 », *International Journal of Biometeorology*, vol. 44, n° 4, 2000, pp. 190-197.
- Sousounis, P. et J. Bisanz (éd.). *Preparing for a changing climate: the potential consequences of climate variability and change*, Great Lakes, United States Global Change Research Program, 2000, 106 p.
- Spears, J. « Power shortfall worsens, IMO says », *Toronto Star*, 29 mai 2003, <<http://www.ontariotenants.ca/electricity/articles/2003/ts-03e29.shtml>>, [consultation : 25 janvier 2007].
- Statistique Canada. *Le transport maritime au Canada - 2003*, Statistique Canada, Ottawa, 2005, 198 p.
- Statistique Canada. *Profil de la population canadienne : où vivons-nous ?* Recensement de 2001, Statistique Canada, 2002, <http://geodepot.statcan.ca/Diss/Highlights/Highlights_f.cfm>, [consultation : 16 juillet 2007].
- Statistique Canada. *Variations de la population à l'échelle des communautés*, Statistique Canada, 2003a, <http://geodepot.statcan.ca/Diss/Highlights/Page12/Page12_f.cfm>, [consultation : 10 décembre 2006].
- Statistique Canada. *Données sur les exploitants agricoles du Recensement de l'agriculture de 2001*, Statistique Canada, n° de catalogue 95F0355XIF, 2003b.
- Statistique Canada. *Enquête auprès des peuples autochtones de 2001 - rapports provinciaux : population autochtone hors réserve*, Statistique Canada, n° de catalogue 89-618-XIF, 2006, 122 p.
- Stirling, I. et T.G. Smith. « Implications of warm temperatures and an unusual rain event for the survival of ringed seals on the coast of southeastern Baffin Island », *Arctic*, vol. 57, n° 1, 2004, pp. 59-67.
- Stirling, I., N.J. Lunn et J. Iacozza. 1999. « Long-term trends in the population ecology of polar bears of western Hudson Bay in relation to climatic change », *Arctic*, vol. 52, n° 3, 1999, pp. 294-306.
- Suthey Holler Associates. *Development manual for a community-based ATV tourism product*, Suthey Holler Associates, Toronto (Ontario), 2003, 145 p.
- Teotonio, I., N. Kyonka et R. Avery. « Blue Mountain lays off 1300 », *Toronto Star*, 6 janvier 2007, <<http://www.thestar.com/printArticle/168483>>, [consultation : 24 janvier 2007].
- Thompson, I.D., M.D. Flannigan, B.M. Wotton et R. Suffling. « The effects of climate change on landscape diversity: an example in Ontario forests », *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 49, n° 2-3, 1998, pp. 213-233.
- Thompson, W., D. Burns et Y. Mao. *Feasibility of identifying heat-related illness and deaths as a basis for effective climate change risk management and adaptation*, rapport remis à Ressources naturelles Canada, Programme sur les impacts et l'adaptation aux changements climatiques, 2001, 59 p.
- Thorp, S. et J. Stone. *Recreational boating and the Great Lakes - St. Lawrence region*, Great Lakes Commission, Ann Arbor, Michigan, 2000, 8 p.
- Toronto and Region Conservation Authority. *Moving toward the living city*, Toronto and Region Conservation Authority, Downsview (Ontario), 2006a, 9 p.
- Toronto and Region Conservation Authority. *Don't mouth naturalization and port lands flood protection project*, revised terms of reference, June 2006, Toronto and Region Conservation Authority, Downsview (Ontario), 2006b, 98 p.
- Transports Canada. *Les transports au Canada 2005*; Transports Canada, rapport annuel, 2005, 2006, <http://www.tc.gc.ca/pol/en/report/anre2005/toc_f.htm>, [consultation : 13 juillet 2007].
- Vander Zanden, M.J., J.D. Olden, J.H. Thorne et N.E. Mandrak. « Predicting occurrences and impacts of smallmouth bass introductions in north temperate lakes », *Ecological Applications*, vol. 14, n° 1, 2004, pp. 132-148.
- Venema, H.D. et M. Cisse. *Seeing the light: adapting to climate change with decentralized renewable energy in developing countries*, International Institute for Sustainable Development, Winnipeg (Manitoba), 2004, 174 p.
- Ville d'Ottawa. *Budget 2005*, Ville d'Ottawa, 2005, <http://ottawa.ca/city_hall/budget/previous_budgets/budget_2005/final/operating/final_operating_publicworks01.pdf>, [consultation : 15 août 2007].
- Vincent, L.A. et É. Mekis. « Changes in daily and extreme temperature and precipitation indices for Canada over the 20th Century », *Atmospheric-Ocean*, vol. 44, n° 2, 2005, pp. 177-193.
- Volney, W.J.A. et R.A. Fleming. « Climate change and impacts of boreal forest insects », *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 82, n° 1-3, 2000, pp. 283-294.
- Wagner, R.G. « Top 10 principles for managing competing vegetation to maximize regeneration success and long-term yields », dans *Proceedings, The Thin Green Line: A Symposium on the State-of-the-Art in Reforestation*, S.J. Colombo (éd.), ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Forest Research Information Paper N° 160, 2005, pp. 32-36.
- Walker, R.R. *Assessment of climate change impacts in the Bay of Quinte, Ontario*, rapport rédigé pour Environnement Canada, Groupe de recherche sur l'adaptation environnementale, 1996.
- Wall, E., B. Smit et J. Wandel. *Farming in a Changing Climate: Impacts, Context and Processes for Agricultural Adaptation in Canada*, University of British Columbia Press, Vancouver (Colombie-Britannique), 2007, 304 p.
- Walter, S.D., W.D. King et L.D. Marrett. « Association of cutaneous malignant melanoma with intermittent exposure to ultraviolet radiation: results of a case-control study in Ontario, Canada », *International Journal of Epidemiology*, vol. 28, n° 3, 1999, pp. 418-427.
- Waltner-Toews, D. *Links between climate, water and waterborne illness, and projected impacts of climate change*, rapport remis à Santé Canada, Programme de recherche sur les politiques en matière de santé, 2005.
- Ward, P.C., A.G. Thitcott et B.M. Wotton. « Reply - a re-examination of the effects of fire suppression in the boreal forest », *Revue canadienne de recherche forestière*, vol. 31, n° 8, 2001, pp. 1497-1480.
- Wargo, P.M. et T.C. Harrington. « Host stress and susceptibility », dans *Armillaria Root Disease*, C.G. Shaw et G.A. Kile (éd.), United States Department of Agriculture, Forestry Service, Agricultural Handbook 691, 1991, 233 p.
- Wawatay News. *All season roads could link six communities*, Wawatay News, 25 août 2005, 2005a, <<http://www.wawatay.on.ca/index.php?module=pagesetter&func=viewpub&tid=1&pid=1267>>, [consultation : 15 août 2007].
- Wawatay News. *Mild winter delays winter road openings*, Wawatay News, 5 janvier 2006, 2005b, <<http://www.wawatay.on.ca/index.php?module=pagesetter&func=viewpub&tid=5&pid=15>>, [consultation : 15 août 2007].
- Weber, M.G. et M.D. Flannigan. « Canadian boreal forest ecosystem structure and function in a changing climate: Impact on fire regimes », *Environmental Reviews*, vol. 5, n° 3-4, 1997, pp. 145-166.
- Whillans, T.H. « Assessing threats to fishery values of Great Lakes wetlands », dans *Proceedings: International Wetland Symposium - Wetlands of the Great Lakes*, J. Kusler et R. Smardon (éd.), The Association of State Wetland Managers, Niagara Falls, New York, 1990, pp. 156-164.
- Wianecki, K. et E. Gazendam. *Flood damages in Ontario 1996-2003*, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2004, 33 p.
- Winkler, J., J. Andresen, G. Guentchev et R. Kriegel. « Possible impacts of projected temperature change on commercial fruit production in the Great Lakes region », *Journal of Great Lakes Research*, vol. 28, n° 4, 2002, p. 608-625.
- Wright-Laking, N. *City of Peterborough flood 2004*, 13e conférence annuelle des municipalités de l'Est de l'Ontario, tenue du 14 au 16 septembre 2005 à Kingston (Ontario), 2005, <<http://www.oemc.ca/2005pdfs/PeterboroughDisasterResponseTeam.pdf>>, [consultation : 15 août 2007].
- Yap, D., N. Reid, G. De Brou et R. Bloxam. *Transboundary air pollution in Ontario*, ministère de l'Environnement de l'Ontario, 2005, 114 p.
- Zhang, X., W.D. Hogg et É. Mekis. « Spatial and temporal characteristics of heavy precipitation events over Canada », *Journal of Climate*, vol. 14, n° 9, 2001, pp. 1923-1936.
- Zhang, X., L.A. Vincent, W.D. Hogg et A. Nitsoo. « Temperature and precipitation trends in Canada during the 20th Century », *Atmosphere-Ocean*, vol. 38, n° 3, 2000, pp. 395-429.
- Ziska, L. « Invasive weeds », dans *Impacts of Climate Change on Horticulture Symposium*, tenu en conjonction avec la conférence centenaire de la American Society for Horticultural Science, le 4 octobre 2003 à Providence, Rhode Island, 2004.
- Zulak, J., D. VanVliet et J. George. *Energy options for Aboriginal and northern communities: discussion paper prepared for Indian and Northern Affairs Canada*, 2000, 18 p.